

การสร้างเงินเอ็มอาร์ดีเทคโนโลยีระบบโรบิ้นสัน



นายสุรศักดิ์ เชียงกา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.2536

ISBN 974-582-924-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019590

๑๑๗๑๓๓๓๗๗

Construction of Robinson-Type NMR Detector



Mr.Surasak Chiangga

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1993

ISBN 974-582-924-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างเอ็นเอ็มอาร์ดีเทคโนโลยีแบบโรบิ้นสัน


โดย นายสุรศักดิ์ เชียงกา

ภาควิชา ฟิสิกส์

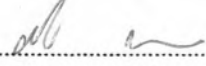
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เล็งหะพันธุ์

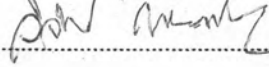


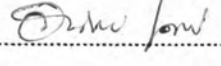
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ  
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

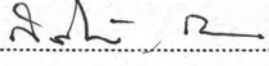
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรวิทย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ภิญโญ บันยารชุน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เล็งหะพันธุ์)

.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันตสิน เตชะกำพุช)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กิรณันต์ รัตนธรรมพันธ์)

สุรศักดิ์ เชียงกา : การสร้างเอ็นเอ็มอาร์ดีเทคเตอร์แบบโรบินสัน (CONSTRUCTION OF ROBINSON-TYPE NMR DETECTOR) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.วิจิตร เสงี่ยมพันธุ์, 54 หน้า.  
ISBN 974-582-924-2

ในงานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวงจรรออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เป็นเอ็นเอ็มอาร์ดีเทคเตอร์แบบโรบินสัน โดยสร้างและดัดแปลงวงจรให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ในประเทศ พร้อมกับทำการทดสอบ และปรับปรุงเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อใช้ตรวจวัดสัญญาณเอ็นเอ็มอาร์ จากการทดสอบการทำงานที่ความถี่เรโซแนนซ์ 10 MHz สนามแม่เหล็กมีความเข้ม 0.23 เทสลา โดยใช้น้ำมันปริมาตร 1 cm<sup>3</sup> เป็นสารตัวอย่าง คอยล์อาร์เอฟที่ใช้ทำจากการพันลวดอบน้ำยา S.W.G. เบอร์ 20 รอบหลอดทดลองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวน 13 รอบ โดยมีระยะห่างระหว่างรอบเล็กน้อย พบว่า เครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถแสดงปรากฏการณ์เอ็นเอ็มอาร์ได้เป็นอย่างดี และที่ความเข้มสนามแม่เหล็กเดียวกัน อัตราส่วนสัญญาณต่อคลื่นรบกวน (s/n) ของสนามแม่เหล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว จะมีค่าประมาณ 32 ดีกว่า s/n จากสนามแม่เหล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ซึ่งมีค่าประมาณ 8



ภาควิชา.....ฟิสิกส์  
สาขาวิชา.....ฟิสิกส์  
ปีการศึกษา.....2535

ลายมือชื่อนิสิต.....วิจิตร เสงี่ยม  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....วิจิตร เสงี่ยม  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

#C125335 : MAJOR PHYSICS

KEY WORD: NMR DETECTOR / ROBINSON DETECTOR

SURASAK CHIANGGA : CONSTRUCTION OF ROBINSON-TYPE NMR DETECTOR.

THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. WIJIT SENGHAPHAN, Ph.D. 54 pp.

ISBN 974-582-924-2

In this research, the Robinson-Type NMR Detector was studied and constructed by using the reasonable electronic devices available in the country. This instrument was tested and developed to the highest efficiency for detecting NMR signal. It was found that at resonant frequency 10 MHz and the magnetic field of 0.23 Tesla and about 1 cm<sup>3</sup> oil sample. The rf coil was made by wrapping S.W.G. No.20 around test tube of 1.0 centimeter diameter 13 turns with some space between the turns, this instrument was well capable of demonstrating the principle of NMR. At the same strength of magnetic field, the signal to noise ratio (s/n) of 10 inches pole face was about 32 much better than s/n from the magnetic field of 4 inches pole face which is about 8



ภาควิชา..... ฟิสิกส์  
สาขาวิชา..... ฟิสิกส์  
ปีการศึกษา..... 2535

ลายมือชื่อนิสิต..... ฟิสิกส์ เชียง  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร  
เส็งหะพันธ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ผู้เขียนขอขอบคุณ

คุณอภิรักษ์ บุญเยี่ยม ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการสร้าง  
อุปกรณ์

คุณพงษ์แก้ว อุดมสมุทรหิรัญ ที่ช่วยเหลือในด้านการจัดเรียงพิมพ์และมีส่วนช่วยเหลือในด้าน  
ต่าง ๆ เป็นอย่างดี

คุณวัฒนา เดชนะ, คุณเชิดศักดิ์ คุณสมบัติ, คุณสุภชัย หาทองคำ ที่มีส่วนช่วยเหลือและให้  
คำแนะนำในด้านต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครู อาจารย์ ที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้เกิดขึ้นและ  
สำเร็จลงได้

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ญ-ฎ
บทที่ 1. บทนำ.....	1
ประวัติของเอ็นเอ็มอาร์ .....	1
วัตถุประสงค์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....	3
บทที่ 2. หลักการของเอ็นเอ็มอาร์.....	5
การหมุนของนิวเคลียส .....	5
นิวเคลียสในสนามแม่เหล็กสถิต.....	6
พิจารณาเอ็นเอ็มอาร์ในเชิงกลศาสตร์ควอนตัม.....	8
จำนวนสถานะของสปิน.....	11
ผลของการผ่อนคลาย.....	12
ลักษณะเชิงเส้นของสัญญาณ NMR.....	14
สมการบล็อก.....	15
พิจารณา NMR ในกรอบอ้างอิงหมุน.....	18
ผลเฉลยของสมการบล็อก.....	21
เอ็นเอ็มอาร์แบบคลื่นต่อเนื่อง.....	23
พัลส์เอ็นเอ็มอาร์.....	23
สปินเอกโค.....	24
บทที่ 3. การสร้างเอ็นเอ็มอาร์ทีเทคเตอร์แบบโรบินสัน .....	26
ขั้นตอนการออกแบบวงจรรอสซิลเลเตอร์.....	27

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หลักการทำงานของโรบินสันออกซิลเลเตอร์.....	28
การออกแบบวงจรโรบินสันออกซิลเลเตอร์.....	30
การป้องกันสัญญาณรบกวนในวงจรโรบินสันออกซิลเลเตอร์.....	31
การออกแบบลายวงจรพิมพ์.....	34
การสร้าง การทดสอบและการแก้ไขโรบินสันออกซิลเลเตอร์.....	36
การสร้างวงจรแทงค์.....	37
การสร้างวงจรเรกูลเลเตอร์.....	39
บทที่ 4. การทดลองและสรุปผล.....	42
การทดลอง.....	43
ปริมาณของสารตัวอย่างและความไวในการตรวจวัดสัญญาณ NMR.....	50
สรุป.....	51
ข้อเสนอแนะ.....	51
เอกสารอ้างอิง.....	52
ภาคผนวก ก.....	53
ภาคผนวก ข.....	54
ประวัติผู้เขียน.....	55



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงสมบัติของนิวเคลียสที่ขึ้นกับจำนวนโปรตอนและนิวตรอน.....	1
ก- 1 แสดงอุปกรณ์ของโรบินสันออสซิลเลเตอร์.....	53



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การหมุนควงของนิวเคลียสภายใต้อิทธิพลของสนามภายนอก.....	7
2.2 แสดงการแยกของสนามที่กำลังออสซิลเลตตามเส้นเป็น 2 องค์ประกอบ.....	8
2.3 แสดงการแยกออกเป็นสองระดับพลังงานของนิวเคลียสที่มีสปิน 1/2 .....	11
2.4 (a) การหมุนของสปินด้วยเฟสที่ต่างกันภายใต้อิทธิพลของสนาม $B_2$ .....	14
(b) การหมุนของสปินด้วยเฟสที่ตรงกันภายใต้อิทธิพลของสนาม $B_2$ และ $B_1$ .....	14
2.5 แสดงลักษณะสัญญาณ NMR.....	15
2.6 แสดงการแยกของแมกนีไทเซชันออกเป็นองค์ประกอบย่อยในสนามแม่เหล็ก $B_0$ .....	16
2.7 แสดงสนามยังผลและการเคลื่อนที่ของโมเมนต์แม่เหล็กในกรอบอ้างอิงหมุน.....	20
2.8 กราฟความสัมพันธ์ของสภาพรับไว้ได้ของความเป็นแม่เหล็กกับความถี่ ของสนามแม่เหล็กที่ป้อนเข้าไป.....	22
2.9 แสดงการเกิดสัญญาณ FID.....	24
2.10 แสดงการเกิดสปินเอคโค.....	25
3.1 แสดงวงจรพื้นฐานของโรบินสันออสซิลเลเตอร์.....	28
3.2 แสดงวงจรโรบินสันออสซิลเลเตอร์ที่ได้รับการออกแบบอย่างสมบูรณ์.....	32
3.3 แสดงลายวงจรพิมพ์ขนาดเท่าแบบของโรบินสันออสซิลเลเตอร์.....	35
3.4 แสดงการลงอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ของโรบินสันออสซิลเลเตอร์.....	35
3.5 แสดงภายในของโรบินสันออสซิลเลเตอร์ .....	36
3.6 แสดงวงจรแท่งที่สร้างเสร็จสมบูรณ์.....	39
3.7 แสดงวงจรเครื่องจ่ายไฟ $\pm 27$ V.....	40
3.8 ลายวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์ขนาดเท่าแบบของเครื่องจ่ายไฟ.....	40
3.9 แสดงการลงอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์เครื่องจ่ายไฟ.....	41
3.10 แสดงภายในของเครื่องจ่ายไฟ $\pm 27$ V.....	41

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 แสดงแผนภาพเครื่องมือที่ใช้วัดสัญญาณ NMR โดยวิธี cw.....	44
4.2 แสดงลักษณะสัญญาณขณะยังไม่เกิดเรโซแนนซ์.....	45
4.3 แสดงสัญญาณ NMR จากโปรตอนของน้ำมัน 10 cm <sup>3</sup> .....	45
4.4 แสดงสัญญาณ NMR จากโปรตอนในน้ำมันจากเมล็ดทานตะวัน.....	47
4.5 แสดงแผนภาพของเครื่องมือที่ใช้วัดสัญญาณ NMR โดยวิธีแบบพัลส์.....	47
4.6 แสดงวงจรเพิ่มเติมของโรบินสันออสซิลเลเตอร์ในการทดลองแบบพัลส์.....	49
4.7 การเกิดบีตส์ของสัญญาณ FID.....	49
4.8 แสดงการเกิดสปินเอกโค.....	50
ข-1 แสดงสัญญาณ FID.....	54
ข-2 แสดงสัญญาณสปินเอกโค.....	54