

การสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อวัดมวลของพืชชั้นแฟรกเมนต์



นาย ณรงค์ พิเศษทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
ภาควิชาฟิสิกส์  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
พ.ศ. 2524

087828

J 1555297A

**A Construction of an Electronic Device for Determination  
of Mass of Fission Fragments**

**Mr. Narong Piskumthong**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
For the Degree of Master of Science  
Department of Physics  
Graduate School  
Chulalongkorn University**

**1981**

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อวัดมวลของพืชชั้นแฟรกเมนต์  
โดย                              นายณรงค์ พิศุขมทอง  
ภาควิชา                              ฟิสิกส์  
อาจารย์ที่ปรึกษา              รองศาสตราจารย์ ดร.ธำรง เมธาศิริ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

*สุประดิษฐ์ บุณนาค*

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุณนาค)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

*อภิโย ปันยารชุน*

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิโย ปันยารชุน)

ประธานกรรมการ

*ถาวร สุทธิพงศ์*

.....  
(รองศาสตราจารย์ ถาวร สุทธิพงศ์)

กรรมการ

*สมพงษ์ ฉัตรภากรณ์*

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมพงษ์ ฉัตรภากรณ์)

กรรมการ

*ธำรง เมธาศิริ*

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธำรง เมธาศิริ)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์
ชื่อนิสิต	นายณรงค์ พิศุขมทอง
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.จ่าง เมธาศิริ
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2523



## บทคัดย่อ

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์เป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับสมการ  $C = \frac{KA}{A+B}$  A และ B เป็นแรงดันไฟฟ้าจากหัววัดแบบวัดนิวตริลิกอน 2 อัน และแปรค่าเป็นปฏิภาคโดยตรงกับพลังงานจลน์ของฟิชชันแฟรกเมนต์ที่เป็นคู่กันของคาลิฟอร์เนียม-252 ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดฟิชชันหัววัดทั้งสองอันและแหล่งกำเนิดฟิชชันจัดตั้งอยู่ในห้องสุญญากาศ C เป็นแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และแปรค่าเป็นปฏิภาคโดยตรงกับมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ อุปกรณ์ประกอบด้วยภาคกำเนิดสัญญาณ ภาคสวิตช์ ภาคขยายสัญญาณ ภาครวมและขยายสัญญาณ ภาคหารสัญญาณ และภาคจ่ายกำลัง การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำโดยใช้ออสซิลโลสโคปและเครื่องวิเคราะห์สัญญาณแบบหลายช่อง ซึ่งทำให้ได้สเปกตรัมพลังงานจลน์และมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์.

9

Thesis Title     A Construction of an Electronic Device for  
                  Determination of Mass of Fission Fragments.  
Name             Mr.Narong Piskumthong.  
Thesis Advisor   Associated-Professor Thomrong Methasiri.F.D.  
Department       Physics.  
Academic year    1980.

#### Abstract

An electronic device for determination of mass of fission fragments is a device which is constructed from the equation  $C = KA / (A+B)$ . A and B, two input voltages from two silicon surface barrier detectors, are proportional to the kinetic energies of the correlated fission fragments from fission source of Californium - 252. These two detectors and fission source are set in the vacuum chamber. C, the output voltage of the device, is proportional to the mass of fission fragments. The device is composed of the gate generator unit, switching unit, signal amplifier unit, Summing and signal amplifier unit, divider unit and power supply unit. The analysis of various data are made by using oscilloscope and multichannel analyser. The spectrum of kinetic energy and mass of fission fragment can be observed.



## กิตติกรรมประกาศ


วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยการแนะนำ ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือ  
ในทุก ๆ ด้านจากท่านรองศาสตราจารย์ ดร.ธำรง เมธาศิริ ซึ่งเป็นอาจารย์  
ที่ปรึกษา ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง  
อีกส่วนหนึ่งยังได้รับความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่กองอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงาน  
พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและให้ข้อมูลกรณีอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ  
เพื่อใช้ในการทดลองทำความเข้าใจกับกระบวนการออกแบบวงจรต่าง ๆ ผู้เขียน  
ขอขอบพระคุณ

นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้รับความช่วยเหลือ บริการ เครื่องมือและอำนวยความสะดวก  
ความสะดวกจากกองโรงงานคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
และคุณณรงค์ชัย แดงจำรุง ซึ่งให้คำแนะนำในด้านการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์  
สำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรก เมนต์จนสำเร็จ เรียบร้อย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ  
มา ณ ที่นี้ด้วย.



สารบัญ

ง  
หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ข
กิตติกรรมประกาศ .....	ค
รายการตารางประกอบ .....	ช
รายการรูปประกอบ .....	ฅ
	
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ประวัติการศึกษาปฏิกิริยาพืชชั้น .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย .....	2
1.3 ขั้นตอนในการวิจัย .....	3
1.4 ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัย .....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง .....	4
2.1 ทฤษฎีที่นำไปสู่การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับ วัดมวลของพืชชั้นแฟร็กเมนต์ .....	4
2.2 การแจกแจงพลังงานจลน์ของพืชชั้นแฟร็กเมนต์ .....	6
2.3 การแจกแจงมวลของพืชชั้นแฟร็กเมนต์ .....	9
2.4 วิธีการวัดมวลของพืชชั้นแฟร็กเมนต์โดยสังเขป .....	11

บทที่ 3	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของพืชชั้นแฟรกเมนต์ .....	14
	3.1 การทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของพืชชั้นแฟรกเมนต์ .....	14
	3.2 ภาคกำเนิดสัญญาณเกท .....	16
	3.3 ภาคสวิตช์ .....	18
	3.4 ภาคขยายสัญญาณไฟฟ้า .....	19
	3.5 ภาครวมและขยายสัญญาณไฟฟ้า .....	21
	3.6 ภาคหารสัญญาณไฟฟ้า .....	22
	3.7 ภาคจ่ายกำลัง .....	22
	3.8 การใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของพืชชั้นแฟรกเมนต์ .....	26
บทที่ 4	อุปกรณ์ประกอบในการวิจัย .....	29
	4.1 อุปกรณ์ประกอบในการวิจัย .....	29
	4.2 ระบบสุญญากาศ .....	30
	4.3 แหล่งกำเนิดพืชชั้น .....	33
	4.4 หัววัดพืชชั้นแฟรกเมนต์ .....	34
	4.5 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าแก่หัววัดพืชชั้นแฟรกเมนต์ .....	38
	4.6 เครื่องขยายลวงหน้า .....	39
	4.7 เครื่องขยาย .....	40



4.8	เครื่องขยายพ่วงเหนี่ยว .....	41
4.9	เครื่องกำเนิดสัญญาณ .....	41
4.10	ออสซิลโลสโคป .....	42
4.11	เครื่องวิเคราะห์สัญญาณแบบหลายช่อง .....	42
<b>บทที่ 5</b>	<b>การทดลอง ผลการทดลอง สรุปและข้อเสนอนะ .....</b>	<b>43</b>
5.1	การปรับปรุงกรณี เลกทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของ พิกซ์แฟร็กเมนต์ .....	43
5.2	สภาพเชิงเส้นของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณแบบหลายช่อง ..	47
5.3	สภาพเชิงเส้นของอุปกรณ์ เลกทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของ พิกซ์แฟร็กเมนต์ .....	50
5.4	การแจกแจงพลังงานจลน์ของพิกซ์แฟร็กเมนต์ .....	60
5.5	การแจกแจงมวลของพิกซ์แฟร็กเมนต์ .....	64
5.6	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอนะ .....	73
<b>ภาคผนวก ก.</b>	<b>เครื่องขยายออปเปอร์เรชันแนล .....</b>	<b>75</b>
ก.1	บทนำ .....	75
ก.2	เครื่องขยายออปเปอร์เรชันแนลในอุดมคติ .....	76
ก.3	การวิเคราะห์วงจรต่าง ๆ โดยใช้สมบัติของเครื่องขยาย ออปเปอร์เรชันแนลในอุดมคติ .....	78
ก.4	เครื่องขยายแบบหกกัลป์ .....	79

ก.5 เครื่องขยายรวม .....	81
ก.6 เครื่องขยายออปเปอร์เรชันแนลในทางปฏิบัติ .....	82
เอกสารอ้างอิง .....	96
ประวัติผู้เขียน .....	97

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงการเคลื่อนที่ของพีชชันแฟรกเมนต์ .....	4
2.1	แสดงสเปกตรัมพลังงานจลน์ของพีชชันแฟรกเมนต์ซึ่งเกิดจาก ปฏิกิริยาพีชชันของคาลิฟอร์เนียม-252 .....	8
2.3	แสดงพารามิเตอร์ของสเปกตรัมของพีชชันแฟรกเมนต์ซึ่งเกิดจาก ปฏิกิริยาพีชชันของคาลิฟอร์เนียม-252 .....	8
2.4	แสดงสเปกตรัมมวลของ B - 235 เมื่อถูกระดมยิงด้วยอนุภาคนิวตรอนพลังงานต่ำ .....	10
2.5	แสดงสเปกตรัมมวลของ Cf - 252 .....	10
3.1	แสดงแผนผังของภาคต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของพีชชันแฟรกเมนต์ .....	15
3.2	แสดงวงจรภายในภาคกำเนิดสัญญาณ .....	17
3.3	แสดงวงจรภายในภาคสวิตช์ .....	19
3.4	แสดงวงจรภายในภาคขยายสัญญาณไฟฟ้า .....	20
3.5	แสดงวงจรภายในภาครวมและขยายสัญญาณไฟฟ้า .....	21
3.6	แสดงวงจรภายในของภาคหารสัญญาณไฟฟ้า .....	23
3.7	แสดงวงจรภายในภาคจ่ายกำลัง .....	24
3.8	แสดงวงจรเรกกูเลเตอร์ภายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของพีชชันแฟรกเมนต์ .....	25

3.9	แสดงวงจรของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของ พิชชันแฟรกเมนต์อย่างสมบูรณ์ .....	27
4.1	แสดงลักษณะของห้องสุญญากาศ .....	31
4.2	แสดงถ้วยดีวาร์และท่อทองเหลืองรูปตัวยู .....	33
4.3	แสดงโครงสร้างภายในหัววัดแบบวัดผิวซิลิกอน .....	36
4.4	แสดงวงจรสมมูลของหัววัดและภาคแรกของเครื่องขยายล่วงหน้า	38
5.1	แผนผังแสดงการจัดตั้งอุปกรณ์เพื่อศึกษาลักษณะของสัญญาณ จากภาคต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของ พิชชันแฟรกเมนต์ .....	44
5.2	แสดงแผนผังของภาคต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับวัดมวลของพิชชันแฟรกเมนต์ .....	45
5.3	แสดงลักษณะของสัญญาณจากภาคต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของพิชชันแฟรกเมนต์ .....	46
5.4	แสดงแผนผังการจัดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์สภาวะ เชิงเส้นของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณแบบหลายช่อง .....	48
5.5	แสดงกราฟที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเมื่อสัญญาณป้อน มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 3.0 โวลต์ .....	49
5.6	แสดงสภาวะเชิงเส้นของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณแบบหลายช่อง	51
5.7	แสดงแผนผังการจัดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์สภาวะ เชิงเส้นของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของ พิชชันแฟรกเมนต์ .....	52

5.8	กราฟเมื่อแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ A และ B เท่ากับ 3 และ 7 โวลต์ ตามลำดับ .....	53
5.9	สภาพเชิงเส้นของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ เมื่อผลรวมของแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ A และ B เท่ากับ 6 โวลต์ .....	55
5.10	สภาพเชิงเส้นของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ เมื่อผลรวมของแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ A และ B เท่ากับ 8 โวลต์ .....	57
5.11	สภาพเชิงเส้นของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ เมื่อผลรวมของแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ A และ B เท่ากับ 10 โวลต์ .....	59
5.12	แสดงการจัดตั้งแหล่งกำเนิดฟิชชัน หัววัดฟิชชันแฟรกเมนต์ภายในห้องสุญญากาศ .....	61
5.13	แสดงแผนผังการจัดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อศึกษาการแจกแจงพลังงานของฟิชชันแฟรกเมนต์ .....	62
5.14	แสดงการแจกแจงพลังงานของฟิชชันแฟรกเมนต์ของด้าน A ...	63
5.15	แสดงการแจกแจงพลังงานของฟิชชันแฟรกเมนต์ของด้าน B ..	64
5.16	แผนผังการจัดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อศึกษาการแจกแจงมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ .....	66
5.17	กราฟการแจกแจงมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์เฉพาะวันที่หนึ่ง ....	67
5.18	กราฟการแจกแจงมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์เฉพาะวันที่สอง ....	68

5.19	กราฟการแจกแจงมวลของฟิซชันแฟรกเมนต์เฉพาะวันที่สาม.....	69
5.20	กราฟการแจกแจงมวลของฟิซชันแฟรกเมนต์เฉพาะวันที่สี่.....	70
5.21	กราฟการแจกแจงมวลของฟิซชันแฟรกเมนต์เฉพาะวันที่ห้า.....	71
5.22	กราฟการแจกแจงมวลของฟิซชันแฟรกเมนต์รวมทั้ง 5 วัน.....	72
ก.1	สัญลักษณ์ของเครื่องขยายออปเปอร์เรชันแนล.....	77
ก.2	วงจรเปรียบเทียบ.....	78
ก.3	วงจรเครื่องขยายหกกลับ.....	80
ก.4	วงจรเครื่องขยายรวม.....	81
ก.5	วงจรเครื่องขยายแบบหกกลับที่มีกำลังขยายวงเปิดจำกัด.....	83
ก.6	แสดงกราฟของโบท.....	85
ก.7	อิมพีแดนซ์ป้อนของเครื่องขยายออปเปอร์เรชันแนล.....	87
ก.8	วงจรขยายแบบหกกลับแสดงอิมพีแดนซ์ป้อน.....	88
ก.9	วงจรขยายแบบหกกลับแสดงอิมพีแดนซ์ค้าย.....	89
ก.10	วงจรทั่วไปของเครื่องขยายออปเปอร์เรชันแนลที่ใช้ในการวิเคราะห์ห่อฟเซทและกระแสไฟฟ้าป้อน.....	91
ก.11	เครื่องขยายออปเปอร์เรชันแนลแสดงแหล่งกำเนิดของแรงดันไฟฟ้าป้อนรบกวนและกระแสไฟฟ้าป้อนรบกวน.....	94



รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
5.1	ข้อมูลจากการวิเคราะห์สภาพเชิงเส้นของเครื่องวิเคราะห์ สัญญาณแบบหลายช่อง .....	50
5.2	ข้อมูลเมื่อผลรวมของแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ A และ B เท่ากับ 6 โวลต์ .....	54
5.3	ข้อมูลเมื่อผลรวมของแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ A และ B เท่ากับ 8 โวลต์ .....	56
5.4	ข้อมูลเมื่อผลรวมของแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ A และ B เท่ากับ 10 โวลต์ .....	58
ก.1	แสดงวงจรและสมบัติต่าง .....	77