

การพัฒนาเครื่องนับรังสีขนาดเบา



นาย สุวิทย์ ภูฒษัยยะ

006184

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์ วิทยาลัยราชภัฏบรจรัม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2525

ISBN 974-561-238-3

i 18101379

DEVELOPEMENT OF A PORTABLE SCALER

Mr. Suvit Punnachaiya

A thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1982

Thesis Title            Development of a Portable Scaler  
By                            Mr. Suvit Punnachaiya  
Department            Nuclear Technology  
Thesis Advisor        Assistant Professor Virul Mangclaviraj



---

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in  
partial fulfillment of the requirements for the Master's degree

..... *S. Bunnag* ..... Dean of Graduate School  
(Associate Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

..... *สุวัน สงเกตช์* ..... Chairman  
(Professor Suwan Sangpetch, M.S.E.E.)

..... *วิรุฬ มงคลวิราช* ..... member  
(Assistant Professor Virul Mangclaviraj, Dipl.-Ing.)

..... *ชานา เพวลอง* ..... member  
(Mr. Chana Pewlong, M.Eng.)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนา เครื่องนับรังสีขนาดเบา
ชื่อนิสิต	นาย สุวิทย์ ปุณณชัยยะ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยคณบดีตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2524



### บทคัดย่อ

เครื่องนับรังสีขนาดเบา เป็นอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นให้เหมาะสมกับงานวัดรังสีภาคสนาม สามารถใช้กับหัววัดรังสีชนิดบรรจุภาชนะและชนิดเรียง การใช้งานจึงไม่ยุ่งยากและสิ้นเปลืองอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่หาได้ง่าย ทำให้อุปกรณ์นี้มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ประหยัด สะดวกต่อการบำรุงรักษา การเคลื่อนย้าย และทนต่อสภาพเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแวดล้อม การเลือกใช้งานจึงครอบคลุม ซี-มอล และออกแบบให้แสดงผลเมื่อสิ้นสุดการนับ ช่วยให้สิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าน้อยลง

อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วย วงจรขยายส่วนหน้า ซึ่งมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของประจุไฟฟ้าจากหัววัดรังสี และวงจรขยายหลัก วงจรแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงสามารถปรับค่าได้ในช่วง 200 ถึง 2,400 โวลต์ วงจรนับพร้อมส่วนแสดงผลตัวเลข 6 หลักมีอัตราการนับสูงสุด 1.5 ล้านครั้งต่อวินาที โดยไม่เกิดความคลาดเคลื่อน และสามารถลบค่าแบคกราวนด์ได้ วงจรกำหนดเวลาสามารถตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 1 ถึง 90,000 วินาที ควบคุมการกำเนิดสัญญาณนาฬิกาด้วยผลึกควอตซ์ วงจรเรทมิเตอร์สำหรับแสดงผลอัตราการนับต่อวินาที รวมทั้งส่วนควบคุมการทำงานของวงจรต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กัน แหล่งจ่ายไฟฟ้าสามารถใช้ได้ทั้งแบตเตอรี่ 12 โวลต์ และไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ซึ่งเหมาะกับการศึกษาและวิจัยทางนิวเคลียร์ทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ

Thesis Title           Development of a Portable Scaler  
Name                    Mr. Suvit Punnachaiya  
Thesis Advisor         Assistant Professor Virul Mangclaviraj  
Department            Nuclear Technology  
Academic Year         1981

#### ABSTRACT

A portable scaler suitable for field uses, has been developed and is compatible to both gas filled and scintillation detectors. Its compactness, light weight, low cost, portability, ease of maintenance and good performance even under the most arduous conditions can be achieved by using integrated circuits and small electronic components. The use of the CMOS and the introduction of display blank during counting condition help minimize the power consumption.

This instrument consists mainly of : a charge sensitive pre-amplifier and mainamplifier, a high voltage supply variable from 200-2400 volts, a six digits decade up and down counter with maximum counting rate of 1.5 MHz and background subtraction mode, a presettable timer using crystal controlled time base with selectable counting time from 1-90000 s, a ratemeter and other relevant operating control circuits. The instrument is powered either by a 12 volts battery or directly by ac. line 200 volts, and this versatility enables it to be used in field work as well as in laboratory.

## ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his sincere appreciation to his advisor, Assistant Professor Virul Mangclaviraj for his valuable advices, comments, encouragement and correction of this thesis.

Particular acknowledgements are due to Mr. Paiboon Nualnin, Lt. Sittichoke Muktier, for their worthy help in the printed circuits and supporting some electronic components.

Sincere thanks are also expressed to Mr. Decho Tongaram, Mr. Manop Kruates, for their kind help in drawing and he also wishes to thank Miss Jaruan Triwichayapong, Miss Maliwan Yamprai for their patient and skillful typing. Partial support by the Graduate Research Funds is also sincerely appreciated.

## CONTENTS

	Page
ABSTRACT (ENGLISH) .....	iv
ABSTRACT (THAI) .....	v
ACKNOWLEDGEMENT .....	vi
LIST OF FIGURES .....	viii
CHAPTER	
1. INTRODUCTION .....	1
2. PORTABLE SCALER .....	8
3. SPECIFICATION .....	34
4. CIRCUIT OPERATION .....	42
5. CONCLUSION AND DISCUSSION .....	55
REFERENCES .....	59
APPENDIX	
A. CALCULATIONS .....	60
B. CMOS APPLICATION .....	69
C. PRINTED CIRCUITS LAYOUT .....	74
BIOGRAPHY .....	79



## LIST OF FIGURES

Figure	Page
1.1 Schematic diagram of a transmission type	2
1.2 Schematic diagram of backscattering type	3
1.3 Schematic diagram of surface neutron guage for measuring the water content of soil	5
1.4 The connection system of gas filled detector	5
1.5 The connection system of scintillation detector	6
1.6 Basic diagram of a portable scaler	7
2.1 High voltage power supply configuration	8
2.2 Block diagram of a portable scaler	9
2.3 Series regulator circuit schematic	11
2.4 The equivalent circuit of detector	13
2.5 Functional schematic of discriminator amplifier	13
2.6 Schematic diagram of a charge sensitive preamplifier	14
2.7 Application of pole-zero cancellation	16
2.8 Schematic diagram of amplifier	17
2.9 Equivalent circuit of shaping network	17
2.10 (a) Illustration of the operation of discriminator (b) Comparator is used as discriminator	18
2.11 Block diagram of scaler	19
2.12 (a) Timing diagram of CD 40192	20
2.12 (b) Logic diagram of CD 40192	21
2.13 Cascading packages	21
2.14 Seven segment display and decoder	22



Figure	Page
2.15 Multiplexed digital display system	23
2.16 Data selector logic for digit scanner switch	23
2.17 Data selector logic for BCD data scanner A, B, C, D are called 1 of 8 data selector logic switch	24
2.18 Leading zero blanking improves display appearance	24
2.19 Circuit diagram of leading-zero blanking	25
2.20 Configuration of linear ratemeter	26
2.21 A block diagram of timer	28
2.22 Decade counter (7490) in $\div 5$ and $\div 10$ divider mode	30
2.23 Block diagram and truth table of data selector	30
2.24 Block diagram of low voltage power supply	31
2.25 Full wave center-tapped voltage regulator	32
2.26 Zener diode regulator circuit	33
3.1 A portable scaler	38
3.2 Interior view	38
3.3 Front panel	39
3.4 Rear panel	39
3.5 Set up of a portable scater in field work	40
3.6 A portable scaler under testing	41
4.1 High voltage power supply circuit	43
4.2 Amplifier discriminator	45
4.3 Scaler circuit	47
4.4 Ratemeter and low voltage power supply circuit	50
4.5 Timer circuit	53

Figure	Page
4.6 Timing diagram	54
5.1 Relation between high voltage and load current	56