

การพัฒนาเครื่องจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงสำหรับหัววัดรังสีนิวเคลียร์



นายสุทัศน์ สีพะพันธุ์

005765

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
แผนกวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2520

i17959445

DEVELOPMENT OF HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY  
FOR NUCLEAR RADIATION DETECTORS

SUTHUS LINHAPAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Nuclear Technology  
Graduate School  
Chulalongkorn University

1977

Thesis Title      Development of High Voltage Power Supply for  
                                 Nuclear Radiation Detectors

By                      Mr. Suthus Linhapan

Department        Nuclear technology

Thesis Advisor    Mr. Virul Mangclaviraj

---

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn  
University, in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Master's degree:

*Visid Prachuabmoh*  
..... Dean of Graduate School  
(Professor Visid Prachuabmoh Ph. D)

Thesis Committee ..... *S. Sangpetch* ..... Chairman  
(Professor Suwan Sangpetch M.S.E.E.)

*Virul Mangclaviraj*  
..... Advisor  
(Mr. Virul Mangclaviraj Dipl.-Ing.)

*Tatchai Sumittra*  
..... Member  
(Assistant Professor Tatchai Sumittra Dr. Ing.)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเครื่องจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงสำหรับหัววัดรังสีนิวเคลียร์
ชื่อ	นายสุทัศน์ ดิเทพพันธุ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วิรุพท์ มังคละวิรัช
แผนกวิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2520



บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความมุ่งหมายที่จะพัฒนาเครื่องจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงเพื่อใช้สำหรับหัววัดรังสีแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หัววัดรังสีแบบที่มีความสามารถในการแยกสเปกตรัมสูงในการวิเคราะห์กัมมันตภาพรังสี (high resolution detector) เช่น หัววัดแบบกึ่งตัวนำ (semiconductor detector) และหัววัดแบบพรอพอร์ชันแนล (proportional counter) เป็นต้น เครื่องจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงนี้จะต้องมีศักดาไฟฟ้าที่มีการกระเพื่อม (ripple) ต่ำมาก และมีความคงที่ (stability) สูงจึงจะทำให้การวิเคราะห์กัมมันตภาพรังสีด้วยหัววัดดังกล่าวได้ผลดี

การพัฒนาเครื่องจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงนี้ ใช้วงจรครีเวนไทป์ ซีซี-เอซี อินเวอร์ตเตอร์ (driven type dc-ac inverter) และวงจรโวลเตจมัลติพลายเออร์ (voltage multiplier) ทำหน้าที่เปลี่ยนศักดาไฟฟ้าตรงแรงต่ำให้เป็นศักดาไฟฟ้าตรงแรงสูง จากนั้นใช้วงจรกรองกระแส (filter circuit) ทำหน้าที่ลดการกระเพื่อมให้เหลือน้อยลงตามที่ต้องการ และมีระบบควบคุมศักดาไฟฟ้า วงจรปิด (close-loop voltage control system) ทำหน้าที่ควบคุมให้ศักดาไฟฟ้าแรงสูงมีความคงที่ และสามารถปรับระดับศักดาไฟฟ้าตามที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังได้นำวงจรไมโคร (micro-circuit) มาใช้เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอุณหภูมิ (temperature effect) ลักษณะและน้ำหนักของเครื่องจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงด้วย





## ACKNOWLEDGEMENT

The author is highly indebted to Mr. Virul Mangclaviraj for his valuable advice in preparing this research work. The author also acknowledge with thanks the Office of Atomic Energy for Peace for permission to use the research room's facilities.

To all those people, named and unnamed and those who have encouraged him in the research, the author wishes to thank them very sincerely.

CONTENTS

	PAGE
Abstract (Thai) .....	iv
Abstract (English) .....	v
Acknowledgement .....	vi
List of Figures .....	viii
List of Symbols .....	x
Chapter	
1. INTRODUCTION .....	1
2. CURCUIT DESCRIPTION .....	3
3. RESULTS .....	23
4. ILLUSTRATIONS .....	27
5. DISCUSSION .....	46
6. CONCLUSION AND RECOMMENDATION .....	48
7. APPENDIX A .....	49
APPENDIX B .....	56
APPENDIX C .....	57
REFERENCES .....	58
VITA .....	60



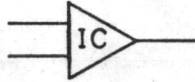
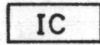


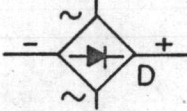
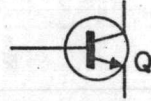
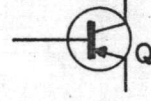

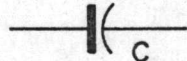

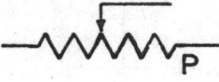
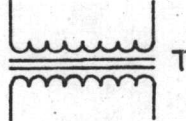

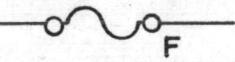
## LIST OF FIGURES

Figure	Page
1. Simplified block diagram of High Voltage Power Supply .....	28
2. Driven type inverter .....	29
3. Collector waveform for resistive, and capacitive loading .....	29
4. Base circuit modification for inverter driver .....	29
5. Clamp circuit for collector-emitter breakdown protection .....	30
6. Driver circuit for driven inverter .....	30
7. A two-stage multiplier .....	30
8. A two-stage multiplier with a finite load .....	31
9. The three-stage RC input filter .....	31
10. Basic voltage regulator block diagram .....	31
11. Block diagram of voltage comparator .....	32
12. Equivalent circuit for basic operational amplifier .....	32
13. An error amplifier .....	32
14. A unity-gain buffer .....	32
15. Pass device circuit .....	33
16. Typical feedback network .....	33
17. Modified circuit of feedback network .....	34



Figure	Page
18. Schematic diagram of internal reference .....	34
19. Schematic diagram of dc power supply I .....	34
20. Schematic diagram of dc power supply II .....	35
21. Schematic diagram of dc power supply III.....	35
22. Schematic diagram of protection circuit .....	36
23. Overall schematic diagram of OAFP 1409 High Voltage Power Supply .....	37
24. Linearity test of HV power supply .....	38
25. Output hum and ripple at full load .....	39
26. Output hum and ripple at no load .....	40
27. Long-Term drift test of HV power supply ....	41
28. Temperature stability test of HV power supply .....	42
29. Regulation test of HV power supply .....	43
30. Front panel of HV power supply .....	44
31. Rear panel of HV power supply .....	44
32. Temperature and humidity control testing chamber .....	45
33. The performance test set of HV power supply .....	45

# LIST OF SYMBOLS

<u>Components</u>	<u>Symbols</u>
Operational Amplifier Integrated Circuit	
Voltage Regulator Integrated Circuit	
Reference Diode	
Diode	
Bridge Rectifier	
NPN Transistor	
PNP Transistor	
Silicon Controlled Rectifier	
Capacitor	
Resistor	
Potentiometer	
Transformer	
Switch	
Fuse	

## LIST OF SYMBOLS

$A_{\text{core}}$	.....	core cross sectional area ( $\text{cm}^2$ )
$B_{\text{max}}$	.....	maximum magnetic flux density (gauss)
$B_{\text{sat}}$	.....	saturated magnetic flux density (gauss)
$f$	.....	frequency (Hz)
$h_{\text{FE}}$	.....	dc current gain of a transistor
$I_{\text{B}}$	.....	base current (A)
$I_{\text{C}}$	.....	collector current (A)
$I_{\text{in}}$	.....	input current (A)
$I_{\text{out}}$	.....	output current (A)
$J$	.....	current density ( $\text{A}/\text{cm}^2$ )
$k_{\text{w}}$	.....	a factor used in determining maximum power handling of a core
$K_1$	.....	a factor to compensate for transformer voltage drop and losses
$l_{\text{w}}$	.....	mean length of one turn of conductor wire (cm)
$N_1$	.....	primary turn
$N_2$	.....	secondary turn
$N_{\text{FB}}$	.....	feedback turn
$n$	.....	allowable fraction of voltage drop in wire
$P_{\text{in}}$	.....	input power (watt)
$P_{\text{out}}$	.....	output power (watt)



$P_h$	..... hysteresis loss (watt)
$P_{max}$	..... maximum power handling by a core (watt)
$R_1$	..... base-bias resistance (ohm)
$R_2$	..... base-bias resistance (ohm)
$V$	..... volume of a core ( $cm^3$ )
$V_{CE(sat)}$	.. collector to emitter saturation voltage (V)
$V_{BE(sat)}$	.. base to emitter saturation voltage (V)
$V_{FB}$	..... feedback voltage (V)
$V_{in}$	..... input voltage (V)
$V_{out}$	..... output voltage (V)
$v_d$	..... voltage drop in a coil (V)
$V_B$	..... bias voltage (V)
$W$	..... window area of a core ( $cm^2$ )
$\rho$	..... resistivity (ohm-cm)
$\eta$	..... efficiency