

TUNNEL DIODE LOW LEVEL DISCRIMINATOR



Mr. Dhavutchai Kotrajaras

006945

A Thesis submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1969

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University
in partial fulfillment of the requirements for the Degree of
Master of Engineering

T. Nitaniishi

.....
Dean of the Graduate School

Thesis Committee



Aporn Kungpl. Chairman
.....

Thesis Supervisor

S. Sangpetch
.....

Prue Kungplauwong
.....

Date

27 Nov. 1969
.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์ วงจรคีสกริมิเนเตอร์สำหรับสัญญาณระดับต่ำโดยใช้นิโชนไดโอด
ชื่อ นายชวรัชชัย โศภนจรัส แผนกวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา ๒๕๑๖

บทคัดย่อ

ในการสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กับมันทภาพรังสี มักจะมีปัญหาบางอย่าง
 บางประการในการแยกสิ่งรบกวน (noise) ออกจากสัญญาณที่เกิดจากมันทภาพรังสี
 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับสัญญาณระดับต่ำ ซึ่งมักจะมีสิ่งรบกวนปะปนอยู่ การแยกสัญญาณ
 ออกจากสิ่งรบกวนโดยใช่วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช่วสารกึ่งตัวนำธรรมดา (Semiconductor
 material) เช่น ทรานซิสเตอร์ ไดโอด เป็นต้น ทำได้ยาก ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึงได้
 นำเอาสารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่งมาทดสอบหาคุณสมบัติข้อดี ข้อเสีย เพื่อเปรียบเทียบกับสารกึ่ง
 ตัวนำธรรมดา สารกึ่งตัวนำนั้น คือ นิโชนไดโอด (tunnel diode)

การวิจัยประกอบด้วย การค้นคว้า ทดสอบ หาคุณสมบัติของนิโชนไดโอดที่มีอยู่
 เพื่อที่จะนำมาใช้พัฒนาวงจรถักคีสกริมิเนเตอร์ (discriminator) แต่โดยเหตุที่นิโชนไดโอด
 ยังมีข้อเสียบ้าง จึงจำเป็นต้องอาศัยวงจรถักคีสกริมิเนเตอร์ธรรมดาประกอบด้วย เพื่อ
 ปรับปรุงการทำงานของวงจรถักคีสกริมิเนเตอร์แบบต่าง ๆ ให้ทำงานดีที่สุดสำหรับสัญญาณระดับ
 ต่ำ ๆ กัน โดยให้มีความเชื่อถือได้ (reliability) การันแปรตรง (linearity)
 ความไวสูง (sensitivity) เป็นต้น เนื่องจากวงจรที่ทำการทดลองนี้เป็นวงจรต้นแบบ
 (Proto-type) ซึ่งจะนำไปใช้ในไคท์ติ้งโลเวล (lower level) และอัปเปอร์
 เลเวล (upper level) คีสกริมิเนเตอร์ ซึ่งใช้กันมากในระบบการวิเคราะห์สัญญาณ
 (signal analyzer) , เรทมิเตอร์ (rate-meter) , สเกลเลอร์ (scaler) ,
 โลว์เลเวลดีเทกเตอร์ (low level detector) เป็นต้น

จากการทดลองศึกษาค้นคว้า พบว่า นิโชนไดโอดคีสกริมิเนเตอร์นี้ มีความไว
 สูงสำหรับสัญญาณระดับต่ำ ๆ ซึ่งสารกึ่งตัวนำธรรมดาไม่อาจทำงานได้ในระดับสัญญาณนี้

นอกจากนั้น ยังมีขนาดเล็ก กินกระแสไฟน้อย ข้อเสียที่สำคัญที่สุด คือแก่ ความคงการ
ศักดิ์ไฟสำหรับจ่ายกระแสไฟ (bias power supply) ในกรณีที่ที่สุด เสียไม่ให้จุดทำงาน
คลาดเคลื่อนไป

Thesis Title Tunnel Diode Low Level Discriminator

Name Mr. Dhavutchai Kotrajaras Department Electrical Engineering

Academic Year 1969

ABSTRACT

To discriminate the noise from the signal pulse is often a serious problem in the development of nuclear measuring instrument, especially in low level radiation detection because the low level radiation usually have the same order of magnitude as the noise and consequently the radiation could hardly be detected with ordinary electronic circuit. And as a result noises often contribute a major part of the error in nuclear counting.

Thus it is the prime interest of the thesis to develop an electronic circuit to fulfill this requirement and consequently a special semiconductor device called a Tunnel diode is chosen to be investigated and used as a low level discriminator.

In combination with transistors and diodes, tunnel diode proves to be a good counter part to form a discriminator with remarkable reliability, linearity and sensitivity. Further more with some slight modifications, lower level and upper level discriminator can be developed from tunnel diodes. They are widely used in pulse height analyzers, rate-meters, scalers and low level detectors etc.

From experimental results, tunnel diode has shown itself to be good lower level discriminator as well as upper level discriminator because of its simplicity, smallness, high speed operation, low noise in low level detection and low power consumption. The disadvantage of the tunnel diode discriminator lies in the fact that an extremely stable power supply is required to stabilize the operating point of the tunnel diode since the performance of the discriminator depends entirely on the operating point.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was performed at the Electronic Instrumentation Division, Office of Atomic Energy for Peace with the permission of the Secretary General of the Office of Atomic Energy for Peace.






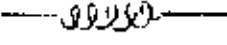
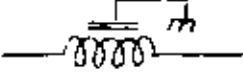
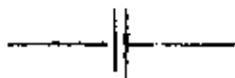


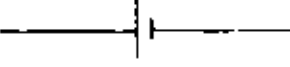

The author wishes to express the great appreciation to the Secretary General of the Office of Atomic Energy for Peace for his permission. To Mr. Virul Mangclaviraj, the head of the Electronic Instrumentation Division for his advices, encourages, guidances during the experiment and for his patience in reading the manuscript.

To Mr. Sonchet Tangthieng for his suggestions and advices, and to all those who have made this work possible.

CONTENTS

	PAGE
Title in English	i
Approval	ii
Abstract in Thai	iii
Abstract in English	v
Acknowledgement	vi
Table of Contents	vii
Symbols and Abbreviations	viii
1. Pulse Height Discriminator in Nuclear Pulse Spectrometry	1
2. Theory and Characteristics of Tunnel Diode	8
3. Basic Circuit of Tunnel Diode Discriminator	16
4. Low Level Discriminator Using Tunnel Diode Monostable Circuit	24
5. Low Level Discriminator Using Tunnel Diode Bistable Circuit	28
6. Low Level Discriminator Using Tunnel Diode Monostable and Bistable Circuit	33
7. Tunnel Diode Differential Pulse Height Discriminator	37
8. Discussion and Conclusions	40
9. Appendices	42
References	50
Vita	51

Symbols and Abbreviations of Electronic Components

<u>Components</u>	<u>Symbols</u>	<u>Abbreviations</u>
PNP Transistor		-
NPN Transistor		-
Tunnel Diode		TD
Zener Diode		-
Diode		D
Inductor		L
Delay - Line		-
Capacitor		C
Fix-valued Resistor		R
Variable - Resistor		R
Voltage		V
Current		I