DESIGN AND CONSTRUCTION OF A SOLID-STATE INVERSE TIME-LAG RELAY WITH DEFINITE MINIMUM TIME LAG

(การออกแบบสร้างรีเลย์ที่ค่าเวลาแบบผันกลับซึ่งมีค่าเวลาต่ำสุดจำกัด โดยใช้ของกึ่งตัวนำ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mr. Patima Chiraporn

006981

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1970

i 18359413

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

T. Nilanidhi .
.....
(Dean of the Graduate School)

Thesis Committee

Aporn Kengpol ..... Chairman
P. Unhavaithaya ..... Member
C. Boonyubol ..... Member

Thesis Supervisor Assistance Professor Pramoht Unhavaithaya

Date April 30 , 1970

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบสร้างรีเลย์ชนิดถ่วงเวลาแบบผันกลับ ซึ่งมีค่าถ่วงเวลาต่ำสุดจำกัดโดยใช้สารกึ่งตัวนำ

ชื่อ นายปฏิมา จิราภรณ์ แผนกวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา ๒๕๑๒

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการศึกษาการทำงานของ Electromechanical รีเลย์ชนิดถ่วงเวลาแบบผันกลับ ซึ่งมีค่าถ่วงเวลาต่ำสุดจำกัด และการออกแบบสร้างรีเลย์ชนิดเดียวกัน โดยใช้สารกึ่งตัวนำ

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่ใช้กับรีเลย์ที่ออกแบบสร้าง ได้แก่ Transistors, Diodes และ Zener Diodes Transistors ใช้เป็น Amplifiers, and-gate และ constant current source สำหรับ charge capacitor เพื่อทำให้เกิด linear sweep voltage Bridge rectifier และ or-gate ประกอบด้วย diodes ส่วน Zener diodes ใช้เป็น reference หรือ constant voltage

Inverse time-lag unit ของรีเลย์ที่ออกแบบสร้างโดยใช้สารกึ่งตัวนำ มี continuous pick-up current setting ตั้งแต่ ๑ ถึง ๓ amp ค่าถ่วงเวลาของ unit นี้ แปรกลับกับ oprating current มี Dial setting ๑๐๐ หมายเลข แต่ละหมายเลขให้ operating characteristic time curve หนึ่ง curve ค่าถ่วงเวลามากที่สุดของunit นี้เป็น ๑๒ วินาที.

Definite minimum time-lag unit มี continuous pick-up current setting ตั้งแต่ ๕ ถึง ๒๕ เท่าของ delay-unit pick-up current setting เวลาการทำงานที่น้อยที่สุดของ unit นี้ คือ ๐.๐๔ วินาที

รีเลย์ที่ออกแบบสร้างขึ้นสามารถทำให้เกิด operating characteristic คล้าย Electromechanical รีเลย์ที่มีอยู่ ข้อดีของรีเลย์ที่ออกแบบสร้างขึ้นนี้ ไม่มีส่วนเคลื่อนที่ (ยกเว้นรีเลย์ output contacts) ไม่มี overtravel, low burden (input impedance 0.02 ohms) และ reset time น้อย (ภายในเวลา 160 ms) ข้อเสีย คือมีวงจรยุ่งยากกว่า, ต้องการ continuous power drain 2.98 watts และ operating characteristic ของรีเลย์เปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป (อุณหภูมิเปลี่ยนจาก ๒๕° ซ เป็น ๕๐° ซ pick-up current เพิ่มขึ้น ๑๕ % และ operating time เพิ่มขึ้น ๑๐.๓ %)

Thesis Title Design and construction of a Solid-State Inverse Time-Lag Relay with Definite Minimum Time Lag

Name Mr. Patima Chirapora Department of electrical Engineering

Academic Year 1969

ABSTRACT

This thesis presents the study of an electromechanical inverse time-lag relay with definite minimum time lag and the design and construction of the solid-state relay of the same type.

The solid-state devices used in the designed relay are transistors, diodes and zener diodes. The transistors are used as the amplifiers, the comparators, the and-gate and a constant current source to charge the capacitor in order to produce a linear sweep voltage. The bridge rectifier and the or-gate are formed by the diodes while zener diodes provide the reference or constant voltages.

The inverse time-lag unit of the designed solid-state relay has continuous pick-up current setting of 1 to 3 amp. The operating time of the unit varies inversely proportional to the operating current. There are ten numbers of dial setting; each number gives one operating characteristic time curve. The maximum delay time of the unit is 12 seconds.

The definite minimum time-lag unit has continuous pick-up current setting of 5 to 25 times the delay-unit pick-up current setting. The minimum operating time of the unit is 0.04 seconds.

The designed relay can produce an operating characteristic to similar to the existing electromechanical relay. The advantages of the designed relay are : no moving parts (except the relay output contacts), no overtravel, low burden (input impedance 0.02 ohms) and fast reset time (within 160 ms). The disadvantages are : more complicated circuit, need a continuous d.c. power drain of 2.98 watts and the relay operating characteristics change with temperature change. (temperature changes from 25° C to 50° C, the pick-up current increases by 15 % and the operating time increases by 11.3 %).

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his sincere appreciation to Assistance Professor Pramoht Unhavaithaya, Mr. A.C. Sensicle and Mr. S.J. Branson for their guidance and valuable advice in this thesis. He is also pleased to acknowledge his indebtedness to Mr. Charoon Suthiphongchai, Mr. Bhisit Amantasan and Mr. Prasart Payakapant, who provide the basic reference materials and the relay testing instruments. The author also expresses his thanks to Mr.Tongchai Singsangvorne and Mr. R.J. Bulley for their helpful preparation of laboratory experiments.

The author expresses his particular appreciation to Miss Chutnthip Chiraporn and Miss Pantong Atiwetin for their helpful preparation of the manuscript.

TABLE OF CONTENTS

	Page
Abstract (Thai)	iii
Abstract (English)	v
Acknowledgement	vii
Introduction	x
Chapter 1 Introduction to Protective Relays	
1.1 Protective Relays	1
1.2 Relay Sytem Requirements	2
1.3 Static or Solid-State Relays	4
Chapter 2 An Electromechanical Inverse Time-Lag Relay with Definite Minimum Time Lag	
2.1 Application in a Power System	8
2.2 Principle of Operation of a Definite Minimum Time-Lag or Instantaneous Overcurrent Relay	11
2.3 Principle of Operation of an Inverse Time-Lag Relay	13
2.4 Relay Setting and Coordinating Time Interval	22
Chapter 3 The Solid-State Inverse Time-Lag Relay with Definite Minimum Time Lag	
3.1 The System Block Diagram	29
3.2 The Designed Circuit	33

	Page
3.3 Design and Test of Each Block	38
3.3.1 The Input Circuit (block 1)	39
3.3.2 The Integrator Circuit (block 2)	44
3.3.3 The Comparator-1 Circuit (block 3).....	73
3.3.4 The Comparator-2 Circuit (block 4)	84
3.3.5 The Comparator-3 and Amplifier-2 Circuit (block 6 and 7)	94
3.3.6 The Amplifier-1 Circuit (block 5)	103
3.3.7.1 Design Technique of Transistor On-Off Circuit	120
3.3.7.2 The Output Amplifier and And-Or Circuit (block 8)	129
3.4 The Operation of the Designed Relay	146
3.4.1 The Inverse Time-Lag Unit	146
3.4.2 The Definite Minimum Time-Lag Unit	158
3.5 Comparison between the Designed Relay and a Typical Electromechanical Relay	159
Chapter 4 Conclusion	162
Bibliography	165

Introduction

The purpose of this thesis is to design and construct a solid-state inverse time-lag relay with definite minimum time lag. This type of the relay has been existing in an electromechanical form. The operating characteristic of the relay is that the relay operating time is inversely proportional to the relay operating current. The design of the solid-state relay is intended to produce the operating characteristic similar to that of a typical electromechanical one which is found extensively used in power systems.

Chapter 1 introduces the basis of protective relays and static or solid-state relays. A typical electromechanical inverse time-lag relay, a definite minimum time-lag or instantaneous relay and their application in power systems are described in chapter 2. Chapter 3 are details of the design, the construction and the operation of the designed relay. The comparison between the designed relay and a typical electromechanical one is also included in chapter 3. The conclusion of the thesis is in chapter 4.