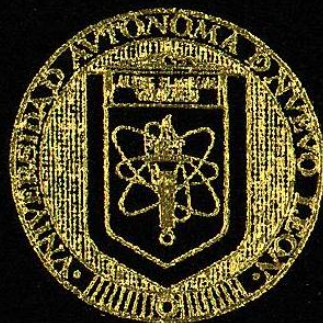


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



FUNDAMENTOS EN LA APLICACION DE  
RELEVADORES DE PROTECCION EN SISTEMAS  
ELECTRICOS DE POTENCIA

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA ELECTRICA  
CON ESPECIALIDAD EN POTENCIA

PRESENTA

ING. PAZ VICENTE CANTU GUTIERREZ

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.,  
DICIEMBRE DE 1994

TM

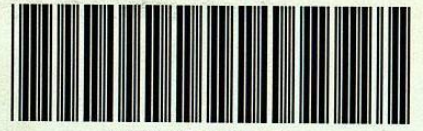
Z5853

.M2

FIME

1994

C36



1020070671

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



FUNDAMENTOS EN LA APLICACION DE  
RELEVADORES DE PROTECCION EN SISTEMAS  
ELECTRICOS DE POTENCIA

## TESIS

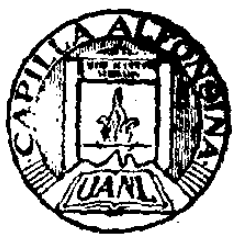
EN OPCION AL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA ELECTRICA  
CON ESPECIALIDAD EN POTENCIA

PRESENTA

ING. PAZ VICENTE CANTU GUTIERREZ

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.  
DICIEMBRE DE 1994

7M  
25853  
.M2  
FINE  
19 4  
C36




FONDO TESIS

166785


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la presente tesis realizada por el Ing. Paz Vicente Cantú Gutiérrez sea aceptada como opción para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica con especialidad en Potencia.


El Comité de Tesis.



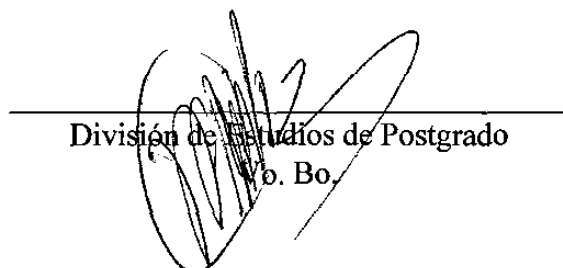
M. C. Agustín Iglesias Torres  
Asesor



M. C. Guadalupe E. Cedillo-Garza  
Coasesor



M. C. Marco Antonio Méndez Cavazos  
Coasesor



División de Estudios de Postgrado  
Vo. Bo.

San Nicolás de los Garza N. L. a Diciembre de 1994

A Dios:

por su amor, y por haberme permitido realizar este trabajo

**Agradecimiento:**

A el M.C. Agustín Iglesias Torres por haber sido mi asesor y por todo el apoyo y consejos que brindó en la dirección del desarrollo de esta tesis, que fueron base para realizarla.

A M.C. Guadalupe Evaristo Cedillo Garza y al M.C. Marco Antonio Méndez Cavazos, por su valiosas atenciones que le dedicaron a la elaboración de este trabajo



Dedicatoria:

A mis padres:

Paula Gutiérrez Escobedo  
Vicente Cantú Garza

A mis hermanos:

Minerva Juana María  
Julio César  
Jesús  
Raúl  
Patricia  
Juana María  
Ulises

Con cariño, admiración y respeto.

A mi esposa:

Elda Leticia Prado

Por todo el amor y apoyo que  
siempre me ha brindado.

A mis hijos:

Vicente  
Eblyn  
Haydee

Por todo lo que significan  
para mí.

## INDICE

	Página
Prólogo. ....	A
Síntesis. ....	B
Introducción. ....	C
Capítulo I.- La Protección de los Sistemas Eléctricos de Potencia .....	1
Capítulo II.- Conceptos Básicos y Consideraciones Fundamentales en la Protección por Relevadores .....	8
Capítulo III.- Principios, Características y Fundamentos de la Operación de los Diferentes Tipos de Relevadores de Protección .....	35
Capítulo IV.- Transformadores de Instrumento para Relevadores. ....	51
Capítulo V.- Descripción General de la Protección de Sobrecorriente, Direccional, Diferencial y de Distancia .....	64
Capítulo VI.- Protección de Transformadores, Generadores y Barras Colectoras. ....	96
Capítulo VII.- Protección de Líneas de Transmisión. ....	136
Capítulo VIII.-Principios Básicos del Funcionamiento de los Relevadores Estáticos de Distancia .....	182
Bibliografía .....	196
Glosario .....	197
Conclusiones. ....	200

## PROLOGO

El constante crecimiento de las poblaciones origina una demanda eléctrica que cada día se incrementa y que los usuarios exigen de mayor calidad en sus suministros; la capacidad para cubrir dicha demanda se puede tomar como un indicador del desarrollo de su economía nacional, ante tal incremento y situaciones que se ven próximas a suceder, como sería la interconexión de redes eléctricas con el extranjero, con la finalidad de importar energía eléctrica que resulte más económica para asegurar un beneficio que impactará directamente en el crecimiento de la economía de nuestro país. Como consecuencia de lo anterior, nuestro sistema eléctrico deberá de ser de mayor calidad para poder competir ante tal situación, esta calidad depende en gran parte de la aplicación apropiada de las protecciones eléctricas que garantizan un funcionamiento confiable y seguro de los sistemas eléctricos de potencia.

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo lleva la intención de brindar a el ingeniero que inicia en el estudio de relevadores de protección, la información necesaria, así como las herramientas básicas que le serán suficientes para utilizar equipo de protección con los cuales tiene que tratar en el transcurso de su carrera profesional.

El aspecto conceptual de la protección en los sistemas eléctricos de potencia representa un punto muy importante, especialmente con la orientación hacia la aplicación de los esquemas de protecciones, motivo por el cual este trabajo se ha desarrollado haciendo énfasis en los fundamentos de la aplicación de relevadores en sistemas eléctricos de potencia, ilustrando en cada capítulo material objetivo y a su vez didáctico.

Existe una aceleración en el desarrollo de nuevas tecnologías en la construcción, desarrollo y aplicación de nuevos relevadores de protección, todo esto debido al crecimiento de nuevas plantas generadoras, líneas de transmisión, subestaciones, etc. que acarrearán como resultado un cambio en la topología de los sistemas eléctricos de potencia importante. Ante tal situación, cabe aclarar que el presente trabajo no pretende cubrir todos los análisis profundos de el arte de la protección por relevadores, ya que esta rama de la ingeniería eléctrica resulta ser una especialidad tan celosa que requiere de muchísima información, cursos de especialización y actualización y, sobre todo, de bastantes años de experiencia en aplicación, para poder llegar a tomar el rango de ingeniero en protecciones.

## **SÍNTESIS**

### **Capítulo I.- La Protección de los Sistemas Eléctricos de Potencia**

Este capítulo trata de los antecedentes de la protección por medio de relevadores, mencionando las fallas que se originan en un sistema eléctrico de potencia, así como las estadísticas de ocurrencia de las mismas, producto de la recopilación de años de experiencia. También, se enuncian los elementos que intervienen en un sistema de protección.

### **Capítulo II.- Conceptos Básicos y Consideraciones Fundamentales en la Protección por Relevadores.**

Este capítulo expone los conceptos y fundamentos básicos que son objeto de estudio para introducirse al campo de la protección por relevadores, desde los diferentes tipos de relevadores, filosofía de la protección hasta las conexiones típicas en C.A. y circuito de disparo en C.D.

### **Capítulo III.- Principios, Características y Fundamentos de la Operación de los Diferentes Tipos de Relevadores de Protección.**

En este capítulo se estudian los principios, características y fundamentos de la operación de los relés que se clasifican de acuerdo a sus características constructivas, principios de funcionamiento y tipos de operación para las diferentes estructuras actuantes. Además se

muestran las partes más importantes que los constituyen, así mismo los diagramas vectoriales para par máximo. Finalizando con el efecto de los transitorios y de la frecuencia en su funcionamiento.

#### **Capítulo IV.- Transformadores de Instrumento para Relevadores.**

Aquí se mencionan los dispositivos utilizados para determinar parámetros de los circuitos eléctricos, como las señales de voltaje y corriente principalmente, se analiza el diagrama elemental de un transformador de corriente y el de potencial así mismo enunciando las principales especificaciones técnicas correspondientes.

#### **Capítulo V.- Descripción General de la Protección de Sobrecorriente, Direccional, Diferencial y de Distancia.**

Capítulo dedicado a la descripción y aplicación general de las protecciones de sobrecorriente, direccional, diferencial y de distancia, donde se muestran los diagramas de conexiones y de principios de operación, así mismo se representan con figuras las partes principales que constituyen a estos tipos de Relevadores.

## **Capítulo VI. Protección de Generadores, Transformadores y Barras Colectoras.**

Capítulo que trata de las diferentes protecciones utilizadas en generadores, de acuerdo al tipo y a la conexión de sus devanados, mostrando sus esquemas de conexiones convencionales. En protección de transformadores de potencia se trata la diferencial, Buchholz, sobretensión de aceite y devanados, bajo nivel de aceite, respaldo y disparo remoto. Y en barras colectoras básicamente, la protección diferencial.

## **Capítulo VII.- Protección de Líneas de Transmisión**

El presente tema trata de los requerimientos para la protección de líneas, aplicación de los relevadores de sobrecorriente, de sobrecorriente instantánea, relevadores direccionales, relevadores de distancia, incluyendo las protecciones tipo piloto, hilo piloto, onda portadora. Trata de canales de fibra óptica y de microondas, mostrando los esquemas correspondientes a las características de funcionamiento de los relés de distancia. Así mismo los diagramas de conexiones de las protecciones de líneas mostradas en este capítulo.



## **Capítulo VIII.- Principios Básicos del Funcionamiento de los Relevadores Estáticos de Distancia.**

En este aparatado se trata el principio del funcionamiento de los relevadores estáticos en forma básica, para proceder al estudio de su aplicación en los esquemas de protección de líneas de transmisión, mostrando los diagramas bajo condiciones de falla correspondiente a característica mho, representando las funciones estáticas de distancia de la característica del temporizador.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente trabajo tiene la finalidad de brindar la información necesaria a las personas que están relacionadas con la rama de la ingeniería eléctrica, sobre el estudio de los principios y fundamentos básicos de la operación, funcionamiento y la aplicación de los relevadores de protección utilizados en los sistemas eléctricos de potencia, deseando que el presente sea la plataforma para iniciar el estudio de esta rama de la ingeniería, que resulta ser toda una especialidad, y que es imprescindible su aparición en todo sistema eléctrico de potencia, ya que con ésta se garantizan la seguridad, estabilidad y calidad de su operación.

En el presente se tratará el estudio de los relevadores, desde los fundamentos de operación hasta la aplicación de éstos en las protecciones de los elementos que constituyen un sistema eléctrico de potencia, mostrando esquemas básicos de conexiones, así como las partes más relevantes que constituyen a los relevadores y sus características de operación, finalizando con una introducción a los relevadores estáticos, aplicados éstos a la protección de distancia.