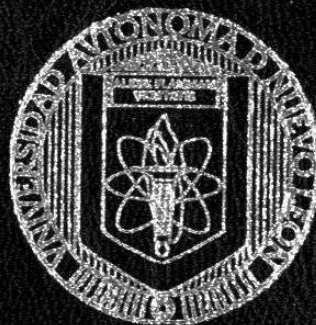


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



UTILIZACION DE LA COMPUTADORA COMO
HERRAMIENTA EN EL ANALISIS Y DISEÑO
DE REDES ELECTRICAS

POR
ING. ALFREDO GONZALEZ FUENTEVILLA

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

MONTERREY, N. L.

MARZO DE 1999

A. G. F.

UTILIZACION DE LA COMPUTADORA COMO
HERRAMIENTA EN EL ANALISIS Y DISEÑO
DE REDES ELÉCTRICAS

TM

Z5853

.M2

FIME

1999

96



1020126508

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



UTILIZACION DE LA COMPUTADORA COMO
HERRAMIENTA EN EL ANALISIS Y DISEÑO
DE REDES ELECTRICAS

POR
ING. ALFREDO GONZALEZ FUENTEVILLA

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

MONTERREY, N. L.

MARZO DE 1999

0131-60760

TM
25853
.M2
FINE
1999
56

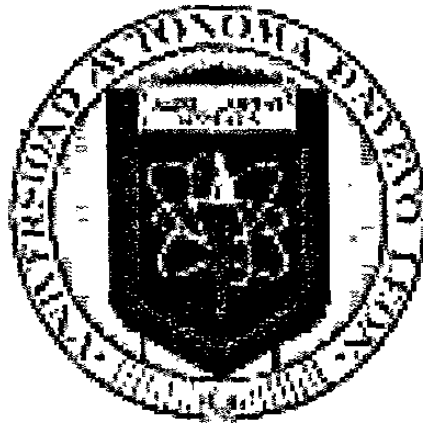


FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



UTILIZACIÓN DE LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA EN EL
ANÁLISIS Y DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS

POR

ING. ALFREDO GONZÁLEZ FUENTEVILLA

TESIS

EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ELÉCTRICA CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

MONTERREY, N. L., ENERO DE 1999.



**FONDO
TESIS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

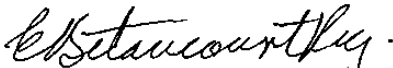
Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "Utilización de la Computadora como Herramienta en el Análisis y Diseño de Redes Eléctricas" realizada por el Ing. Alfredo González Fuentes sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería con especialidad en Sistemas Eléctricos de Potencia.

El comité de Tesis



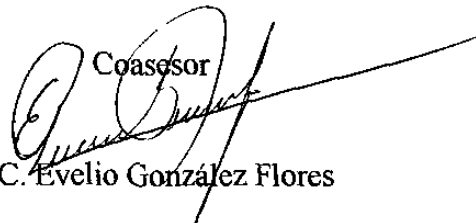
Dr. Fernando Manuel Betancourt Ramírez

Coasesor



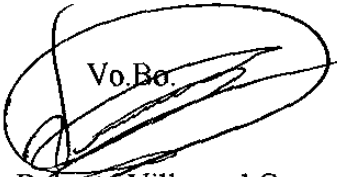
M. C. Enrique Betancourt Ramírez

Coasesor



M. C. Evelio González Flores

Vo.Bo.



M. C. Roberto Villarreal Garza
División de Estudios de Post-grado

San Nicolás de los Garza, N. L., Enero de 1999.

PROLOGO

Esta Tesis sobre la Utilización de la Computadora como Herramienta en el Análisis y Diseño de Redes Eléctricas tiene la finalidad de presentar en forma clara y objetiva los conceptos de aplicación en forma practica de los paquetes computacionales tales como el Pspice, MatLab y EMTP, de tal forma que a algún usuario se le facilite el manejo de estos poderosos software de computación numérica y análisis de datos al mismo tiempo que van conociendo una herramienta que les resultará muy valiosa a lo largo de su carrera.

En general, se han tratado los temas superficialmente de los diferentes capítulos, ya que el objetivo que se persigue en esta Tesis es presentar en forma didáctica el estudio de la teoría de los circuitos eléctricos, electrónicos y de control, haciendo énfasis en la solución de los problemas por medio de los paquetes computacionales. Resulta ser de gran utilidad para los estudiantes de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y Académicos en el modelado de los circuitos y redes de distribución. Al final se presenta una bibliografía en la que se enlistan las obras que el lector pueda consultar para ampliar sus conocimientos en determinados temas.

Cada capítulo cuenta con numerosos ejemplos resueltos paso a paso y finaliza con las respuestas de los mismos. El apéndice incluye material antecedente sin interrumpir el flujo básico de la narrativa. También se proporciona un disket en donde estan almacenados los archivos de los programas que se corrieron en los distintos paquetes.

INDICE

PROLOGO	i
SINTESIS	xii
CAPITULO 0.	
INTRODUCCIÓN	
0.1 Objetivo de la Tesis.	1
0.2 Justificación.	2
0.3 Metodología.	3
CAPÍTULO 1.	
ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN FORMA ANALÓGICA.	
INTRODUCCIÓN.	4
1.1 Análisis de Mallas y Nodos.	5
1.2 Análisis de Circuitos Trifásicos.	8
1.3 Componentes Simétricas.	13
1.4 Representación del Generador.	16
1.5 Representación del Transformador.	21
1.6 Representación de las Líneas de Transmisión.	27
1.7 El Diagrama Unifilar.	28
1.8 Diagrama de Reactancias.	30

1.9	Diagrama de Secuencias.	31
1.10	Cantidades en Por Unidad (PU).	33
1.11	Fallas Asimétricas.	39
1.11.1	Falla de Línea a Tierra.	40
1.11.2	Falla de Línea a Línea.	41
1.11.3	Falla de Doble Línea a Tierra.	43

CAPÍTULO 2.

CODIFICACIÓN DE CIRCUITOS EN ESTADO ESTABLE EN PSPICE.

INTRODUCCIÓN.	54
2.1 Fasor y Diagrama Fasorial.	55
2.2 Guía de Referencia del Pspice.	56
2.3 Como Entrar al Pspice.	58
2.4 Codificación como Diagrama Unifilar.	63

CAPÍTULO 3.

ANÁLISIS DE CIRCUITOS TRANSITORIOS.

3.1 El Circuito RLC como de Segundo Orden.	87
3.1.1 Caso Sobreamortiguado.	89
3.1.2 Caso Subamortiguado.	89
3.1.3 Caso Criticamente Amortiguado.	90
3.1.4 Respuesta Forzada.	91
3.2 Transitorio en el Generador.	92
3.3 Simulación de Estado Transitorio de un Circuito RLC.	98
3.4 Guía de Referencia del EMTP.	114

CAPÍTULO 4.

FORMULACIÓN DE MATRICES PARA EL CÁLCULO UTILIZANDO MATLAB.

INTRODUCCIÓN.	143
4.1 Formación de Algoritmos para Circuitos Eléctricos.	144
4.2 Formación del Algoritmo Ybus.	152
4.3 Formación de Algoritmo para Sistemas Lineales.	166

CAPÍTULO 5.

SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE SISTEMAS DE POTENCIA.

INTRODUCCIÓN	177
5.1 PROGRAMA DE CORTO CIRCUITO.	178
5.2 PROGRAMA DE FLUJO DE POTENCIA.	191
5.3 PROGRAMA DE ESTABILIDAD.	201

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 CONCLUSIONES.	207
6.2 APORTACIONES.	208
6.3 RECOMENDACIONES.	209

APENDICES.

A.1.1 NUMEROS COMPLEJOS.	210
A.1.2 TRANSFORMACIONES ESTRELLA – DELTA.	211
A.1.3 EL OPERADOR a .	214

REFERENCIAS. 216

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO. 218

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

1.1	(a) Circuito serie con dos impedancias; (b) Circuito equivalente.	5
1.2	(a) Circuito paralelo con dos impedancias; (b) Circuito equivalente.	7
1.3	Fuente conectada en estrella.	9
1.4	Secuencias de Fase; (a) Positiva, y (b) Negativa.	9
1.5	Sistema de cuatro hilos conectada en estrella.	10
1.6	Diagrama de un circuito conectado en delta.	11
1.7	Diagrama fasorial que muestra voltajes de fase y de línea.	12
1.8	Componentes simétricas de tres fasores desbalanceados.	13
1.9	Adición gráfica de las componentes mostradas en la Fig. 1.8.	13
1.10	(a) Representación gráfica de una máquina síncrona con rotor cilíndrico; (b) Desplazamiento de fases.	17
1.11	Circuito de una máquina síncrona con corriente de campo constante.	18
1.12	Circuitos de secuencia de una máquina síncrona.	21
1.13	(a) Circuito equivalente exacto de un transformador de dos devanados; (b) Circuito aproximado de un transformador de dos devanados.	21
1.14	Otras aproximaciones para los transformadores de dos devanados.	22
1.15	Tres transformadores de tres devanados, con el devanado 1 conectado en Estrella a través de Z_{n1} y devanado 2 y 3 en circuito abierto.	23
1.16	Circuitos de secuencia del transformador correspondiendo a conexiones Estrella aterrizada.	24
1.17	Diagrama esquemático de un transformador de tres devanados; (b) Circuito Equivalente aproximado del transformador de tres devanados.	25
1.18	Prueba de corto circuito en un transformador de tres devanados.	26
1.19	(a) Diagrama esquemático del autotransformador; (b) Circuito equivalente del autotransformador.	27
1.20	Circuitos equivalentes de una línea de transmisión.	28
1.21	Símbolo de aparatos y equipos utilizado más comúnmente en redes.	29

1.22	Diagrama unifilar de un sistema eléctrico de potencia.	29
1.23	Circuitos equivalentes para el diagrama de reactancias.	30
1.24	Circuitos equivalentes de secuencia cero de transformadores trifásicos.	32
1.25	Diagrama unifilar para el problema 1.	35
1.26	Diagrama de secuencia positiva del circuito de la Fig. 1.25.	38
1.27	Diagrama de secuencia negativa del circuito de la fig. 1.25.	38
1.28	Diagrama de secuencia cero del circuito de la Fig. 1.25.	38
1.29	Diagrama del circuito para una falla de línea a tierra.	41
1.30	Diagrama de secuencias (+), (-) y (0) para una falla de línea a tierra.	41
1.31	Diagrama del circuito para una falla de doble línea.	42
1.32	Circuitos de secuencia (+) y (-).	42
1.33	Circuito para una falla de doble línea a tierra.	44
1.34	Conexiones de las redes de secuencias (+), (-) y (0).	44
1.35	Sistema de potencia para calcular la falla en el Bus 1.	46
1.36	Diagrama de reactancias del circuito de la Fig. 1.35.	48
1.37	Reducción de la red de la Fig. 1.36.	49
1.38	Diagrama simplificado de la Fig. 1.37.	50
1.39	Diagrama simplificado de la Fig. 1.38.	50
1.40	Diagrama simplificado de la Fig. 1.39.	51
1.41	Diagrama simplificado de la Fig. 1.40.	52
1.42	Diagrama simplificado de la Fig. 1.41.	52
1.43	Simplificaciones y Circuito equivalente de la Fig. 1.36.	53

CAPITULO 2

2.1	Circuito de fasores RLC en serie.	55
2.2	Diagramas fasoriales de la Fig. 2.1.	56
2.3	Pantalla de entrada de Spice.	58
2.4	Pantalla activado current file para nombrar el archivo Spice.	58
2.5	Pantalla en donde se codificará el circuito.	58
2.6	Circuito para el ejemplo 1 con Pspice.	63

2.7	Circuito para analizarlo con la función Sweep.	65
2.8	Pantalla para la selección de los voltajes de barrido.	67
2.9	Representación gráfica del voltaje V(2) seleccionado en Spice.	68
2.10	Representación gráfica de todos los voltajes seleccionados en Spice.	69
2.11	Pantalla para salir del graficador de Spice.	69
2.12	Circuito para análisis de CA.	70
2.13	Gráfica de la variación del voltaje V1 con respecto a la frecuencia.	73
2.14	Gráfica de la variación de I(C1) con respecto a la frecuencia.	74
2.15	Variación de IL e IC con respecto a la frecuencia.	74
2.16	Circuito trifásico para su análisis en estado estable.	75
2.17	Circuito con acoplamiento magnético.	78
2.18	Filtro pasabanda con modelo de Opamp dependiente de la frecuencia.	80
2.19	Gráfica del voltaje de entrada y del voltaje del Opamp.	83
2.20	Gráfica del voltaje de salida del Opamp.	83
2.21	Gráfica de las corrientes de entrada del Opamp.	84
2.22	Circuito para graficar el diagrama de Bode.	84
2.23	Gráfica de un filtro pasa alta.	86

CAPÍTULO 3

3.1	Circuito RLC de segundo orden.	88
3.2	Gráficas de las respuestas de un circuito de segundo orden.	90
3.3	Circuito RL para obtener la ecuación de corriente instantánea.	92
3.4	Gráfica de la componente transitoria de la corriente como una función de Tiempo.	97
3.5	(a) Circuito para el análisis transitorio, (b) Circuito auxiliar.	98
3.6	Gráfica de I(L) para $t > 0$ de la Fig. 3.5.	101
3.7	Circuito serie RLC para el análisis de la variación de la resistencia.	102
3.8	Pantalla en donde se nos presenta una lista de la variación de R para el Análisis transitorio.	103
3.9	Gráfica de la variación de R en un circuito RLC.	103

3.10	Gráfica del voltaje y la corriente en C para el caso sobreamortiguado.	105
3.11	Gráfica del voltaje y la corriente en C para el caso subamortiguado.	106
3.12	Idem al anterior pero con $R=0.25\Omega$.	106
3.13	Idem al anterior pero para el caso críticamente amortiguado.	107
3.14	Diagrama de un Mosfet de canal inducido.	108
3.14A	Gráfica de V_{out} con $R_L=1000\text{MEG}$.	111
3.14B	Gráfica de V_{out} con $R_L=5K$.	112
3.15A	Gráfica de las corrientes de dren +.	113
3.15B	Gráfica de las corrientes de dren -.	113
3.16	Gráfica de la fuente de voltaje y de las caídas de tensión en R y L.	125
3.17	Gráfica de la corriente transitoria.	125
3.18	Gráfica del voltaje transitorio en L.	125
3.19	Gráfica de estado estable del voltaje y corriente (5 ciclos).	125
3.20	Gráfica de la corriente en una línea de transmisión tipo-1.	129
3.21A	Gráfica del voltaje de la fuente y del voltaje al final de la línea.	129
3.21B	Zoom de la gráfica anterior.	129
3.22A	Corriente al principio de la línea de transmisión.	129
3.22B	Zoom de la gráfica anterior.	129
3.23	Gráfica de la corriente en una línea de transmisión II.	133
3.24A	Gráfica del voltaje de la fuente y del voltaje al final de la línea.	133
3.24B	Zoom de la gráfica anterior.	133
3.25A	Gráfica de la corriente al final de la línea de transmisión.	133
3.25B	Zoom de la gráfica anterior.	133
3.26	Gráfica V-I ($\pm 10KA$).	136
3.27	Gráfica del voltaje y corriente respecto al tiempo.	136
3.28	Gráfica de la corriente de disparo del apartarrayos.	136
3.29	Gráfica de la corriente de excitación.	141
3.30	Medición de ZHX.	141
3.31	Medición de ZHY.	141
3.32	Medición de ZXY.	141
3.33	Corrida a 0° de IAB.	142

3.34	Corrida de 0° de IAH.	142
3.35	Voltajes A, B y C en X.	142
3.36	Voltajes A, B en Y, con Vc aterrizado.	142
3.37	Corrida a 15° de IABC en H.	142
3.38	Corrientes A y B a 15° en Y, con C aterrizado.	142
3.39	Voltajes A, B y C en X, a 15°.	142
3.40	Voltajes A, B en Y a 15°, con C aterrizado.	142

CAPÍTULO 4.

4.1	Diagrama de un circuito DC.	144
4.2	Diagrama para el ejemplo 2 con MatLab.	146
4.3	Diagrama para encontrar los fasores de las corrientes.	148
4.4	Gráficas de voltajes, corrientes y potencia con Matlab.	151
4.5	Diagrama unifilar para formar la matriz jacobiana.	154
4.6	Diagrama esquemático para un estudio de carga.	156
4.7	Representación de una familia polinomial.	167

CAPITULO 5.

5.1	Diagrama del sistema de potencia para el cálculo de falla	179
-----	---	-----

APENDICES.

A1.1	Plano complejo.	211
A1.2	(a) Conexión Y; (b) Conexión Δ .	213
A1.3	Conexiones superpuestas para la transformación Y- Δ .	213

LISTA DE TABLAS.**CAPÍTULO 3.**

3.1	Soluciones para Funciones Forzadas.	91
3.2	Propiedades de la Transformada de Laplace.	93
3.3	Transformada de Laplace.	93
3.4	Estructura del Archivo de Entrada del EMTP.	115
3.5	Programa Auxiliar del EMTP.	119

CAPÍTULO 5.

5.1	Datos de la máquina síncrona.	179
5.2	Datos de las líneas de transmisión.	179
5.3	Datos del transformador.	180

SINTESIS

UTILIAZCIÓN DE LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA EN EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS.

El avance tecnológico de nuestra época ha revolucionado la teoría de los circuitos eléctricos y electrónicos, desde que Alejandro Volta invento la batería eléctrica para producir Corriente en 1800, desde entonces, grandes hombres como André Marie Ampere, Georg Simon Ohm, Gustav Robert Kirchhoff, Michael Faraday, Joseph Henry, Thomas Alva Edison, James Joule, Nikola Tesla, Pierre Simon Laplace, Heinrich Rudolf Hertz, Jean Baptiste Fourier, James Clark Maxwell, entre otros, contribuyeron con su granito de arena en la experimentación y formulación de leyes y ecuaciones que hoy en día continuamos utilizando.

En la última década con el desarrollo de paquetes computacionales, estos han contribuido a minimizar el esfuerzo humano en todas las áreas del conocimiento, ya que la formulación de algoritmos para redes que, como los sistemas de potencia han crecido enormemente y continúan expandiéndose más con interconexiones entre otros sistemas, la planeación apropiada, la operación y el control de éstos sistemas de potencia, requieren de técnicas computacionales de las cuales se explicarán en ésta tesis, por medio de los paquetes computacionales que existen en el mercado, y que se utilizan para el análisis sistemático tanto de los sistemas de potencia, como de los circuitos eléctricos que se estudian en la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Iniciaremos la tesis con los conceptos básicos de los circuitos eléctricos en estado estable (capítulo 1), desarrollando las ecuaciones de los métodos de mallas y nodos en la

sección 1.1, así como sus arreglos matriciales que se utilizan en grandes sistemas eléctricos de potencia, en la sección 1.2 daremos una referencia genérica de los circuitos trifásicos equilibrados en estado estable, ya que se sigue con la misma formulación de ecuaciones en el desequilibrio del sistema. En la sección 1.3 iniciaremos con el estudio de las componentes simétricas, analizando el concepto del porqué tres sistemas equilibrados de vectores nos proporcionan un sistema desequilibrado de vectores, en las secciones 1.4, 1.5 y 1.6, desarrollamos los modelos para representar al generador, transformador y líneas de transmisión en base a sus componentes simétricas e introducimos el concepto de redes de secuencia, las cuales se analizan en la sección 1.7 como la representación del diagrama unifilar de un sistema de potencia, y en la sección 1.8 se analiza las interconexiones de las reactancias en un sistema de potencia en base a los elementos que intervienen en la interconexión, y estos valores son los que nos representa el diagrama de reactancias, para que en la sección 1.9 analicemos las redes de secuencia positiva, negativa y cero y su representación en el sistema de potencia, dando mayor énfasis a las conexiones de los transformadores dentro del sistema a analizar. En la sección 1.10, describiremos las fallas asimétricas en sus tres casos, como son las fallas de línea a tierra, falla de doble línea y de doble línea a tierra, con los cambios de base de un sistema al sistema por unidad, el cual nos representará los valores de reactancia, niveles de voltaje, etc., a valores indicativos dentro y a todo lo largo del sistema de potencia.

El capítulo 2, lo iniciaremos describiendo el concepto de fasor y diagrama fasorial, para que en la sección 2.2 iniciemos el manejo del paquete computacional Pspice, dando todas las referencias necesarias para la codificación de un sistema en estado estable, utilizando los diagramas unifilares y trifilares, como interpretar los resultado de voltaje y corriente en el sistema de potencia a base de los parámetros preestablecidos y dibujaremos las gráficas en estado estable en varios puntos del sistema.

El capítulo 3 inicia con el cálculo de transitorios en un circuito RLC en serie (ya que en paralelo se resuelve en una forma similar), para encontrar la ecuación de segundo

orden, describiendo los tres casos dependiendo de las raíces de la solución de la ecuación de segundo orden, las cuales pueden ser sobreamortiguado, subamortiguado y críticamente amortiguado, así como la respectiva respuesta forzada. En la sección 3.2 analizaremos el transitorio en el generador para encontrar su respuesta de corriente en el tiempo, ya que este es un tipo de falla especial (falla trifásica simétrica), y en la sección 3.3 analizaremos circuitos en estado transitorio con el paquete Pspice. En la sección 3.4 describiremos el manejo del paquete EMTP y continuaremos con la codificación del sistema de potencia y simularemos el estado transitorio en el generador, transformador y líneas de transmisión dibujando sus gráficas en dicho estado, haremos un análisis comparativo entre el paquete EMTP y Pspice en el cálculo de transitorios.

El capítulo 4, dedicado al paquete computacional MatLab, iniciaremos nuestra discusión formulando las matrices para el cálculo de voltajes, corrientes y potencias, en la sección 4.2 haremos una simulación del método de la matriz de admitancia de un sistema de potencia con tres iteraciones, formulando la matriz para el cálculo de flujo de potencia, en la sección 4.3 describiremos algoritmos para codificar sistemas lineales de potencia y control, en base a los datos suministrados, realizaremos el cálculo de estabilidad robusta en base a los parámetros del sistema, para que con los resultados aquí obtenidos, se pueda tener la idea de que si un sistema es robustamente estable, o si no lo es.

El capítulo 5 esta dedicado a manejar y comprender el software de Sarma y Grover para el análisis de SEP, en 5.1 simulamos un SEP bajo condiciones de falla y realizamos la corrida del paquete para calcular una falla trifásica, en 5.2 dedicado al flujo de potencia, quien se debe de correr previo para la simulación de estabilidad transitoria del SEP.

Por último en el capítulo 6 tenemos las conclusiones y recomendaciones del análisis de las redes bajo simulaciones de los distintos paquetes computacionales.

Los apéndices de esta tesis nos auxilian a profundizar en los conceptos que, por la forma de ser tratados, es recomendable que se estudien, en el apéndice A tratamos los conceptos de números complejos que por lo general se estudian en un curso de álgebra lineal, así como el operador a que es otra forma de representar a los valores complejos pero con defasamiento de 120° , en fin, estos apéndices se utilizan para aclarar puntos importantes relativos a la formulación y resolución de ecuaciones algebraicas, así como los algoritmos que intervienen en la formulación y codificación de los paquetes computacionales.

Agradezco al Dr. Fernando Manuel Betancourt Ramirez, la asistencia y los consejos que me proporcionó en la elaboración de esta tesis, quien me ha guiado con sus valiosas apreciaciones, así como a mi colega y amigo Ing. Alfredo Puente Martinez quien dio con agrado su tiempo y esfuerzo cuando necesite su ayuda, consejo y sugerencias cuando inicie en la elaboración de la tesis. A todos mis compañeros, colegas y amigos a quienes el amor de los Dioses les hace ser Libres. Ing's. Alfredo Alavez Murillo, Humberto Arroyo, Adex Francisco González Valdez, Oscar Alejandro Reyes, Karina Azuara, Claudia Alina Madrigal, Evaristo Ramírez, Miguel Madrigal, Pedro Alor, Oscar Villalon, Javier Aguirre y Francisco Susteita.

CAPITULO 0

INTRODUCCIÓN

0.1. OBJETIVOS.

El objetivo de esta tesis es el de analizar circuitos eléctricos y electrónicos en los sistemas y redes eléctricas utilizando los paquetes computacionales existentes en el mercado para la computadora personal, dando énfasis a los siguientes puntos:

- 1.- Formulación de vector-matriz y soluciones de ecuaciones lineales invariante en el tiempo.
- 2.- Dar entendimiento a los conceptos del análisis de sistemas de potencia que se encuentran en el estudio y en la practica de la ingeniería eléctrica, así como a los fundamentos y principios básicos.
- 3.- El enfoque está dirigido a maestros y estudiantes de ingeniería eléctrica.
- 4.- Emplear la computadora en el estudio - aprendizaje y el diseño.
- 5.- Demostración de la resolución de problemas complejos con la ayuda de paquetes computacionales o software.
- 6.- Demostrar como el modelado conduce a la solución por computadora.

0.2.- JUSTIFICACIÓN.

Esta tesis ha sido escrita para suplir las necesidades en los programas académicos y proporcionar un texto para el curso universitario a nivel licenciatura, tomando en cuenta que el uso de las computadoras hoy en día en la vida profesional de cualquier persona, es una herramienta esencial en la resolución de tareas y problemas que, si se realizaran en la forma tradicional que significa muchas horas- hombres en el trabajo a realizar, nos ahorraría considerablemente el tiempo de la solución del problema a resolver.

Con base a lo anteriormente expuesto, y ya que el avance tecnológico nos hace cada día ser más competitivo, se cubren los fundamentos esenciales, métodos analíticos y normas en el contenido de esta tesis, tratando todos los tópicos a un nivel que no se requiere un conocimiento avanzado por parte del lector en el manejo de los paquetes computacionales que se aplican en la tesis.

0.3.- METODOLOGÍA.

Cada capítulo describe sustancialmente el paquete a utilizar, con un problema resuelto al finalizar el capítulo con un alto nivel de dificultad. Las ecuaciones enmarcadas son importantes, ya que una comprensión clara depende mucho de ellas, y así se le da mayor énfasis.

Los apéndices incluyen material que contiene antecedentes básicos para aclarar puntos importantes relativos a la formación y resolución de ecuaciones algebraicas simultáneas del tipo que se necesitan en el análisis de circuitos.

Los software han llegado a ser una "norma oficial" junto con la ayuda de la computadora en el análisis y simulación de circuitos. Existen dos razones en el manejo

de software, en ganar experiencia con circuitos demasiados grandes para justificar el nivel a menudo catastrófico del esfuerzo computacional que se requiere para extraer simplemente ciertas respuestas (que en un laboratorio podría ser incosteable), y en el diseño. En diseño los paquetes computacionales permiten que el usuario trate de usar sus propias ideas de cómo resolver problemas de circuitos reales y cómo pueden ser configurados.