



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
INGENIERÍA ELÉCTRICA
TESIS DE GRADO

TEMA:

“DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN VISUAL BASIC QUE PERMITA EL DISEÑO DEL APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN SUBESTACIONES.”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

AUTORES:

MULLO PULLOQUINGA HÉCTOR GERARDO
OÑATE MENA EDUARDO LUIS

DIRECTOR TESIS:

ING.ELÉC. XAVIER ALFONSO PROAÑO

ASESOR DE TESIS:

ING. EDWIN VACA

LATACUNGA – ECUADOR

NOVIEMBRE - 2014





FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- Mullo Pullquina Héctor Gerardo
- Oñate Mena Eduardo Luis


Con la tesis, cuyo título es: "DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN VISUAL BASIC QUE PERMITA EL DISEÑO DEL APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÈRICAS EN SUBESTACIONES".

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de noviembre del 2014

Para constancia firman:



Msc. Victo Hugo Armas
PRÉSIDENTE



Ing. Vicente Quispe
OPOSITOR



Ing. Álvaro Mullo
MIEMBRO



Ing. Xavier Proaño
TUTOR (DIRECTOR)

AUTORÍA

Nosotros, Héctor Gerardo Mullo Pulloquina y Eduardo Luis Oñate Mena, declaramos que la presente Tesis de Grado, es fruto de nuestro esfuerzo, responsabilidad, disciplina y constancia, logrando que los objetivos propuestos se culminen con éxito.

E aquí los criterios, ideas, opiniones y comentarios emitidos en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores que a continuación damos fe.

Atentamente:



Héctor G. Mullo Pulloquina

C.I. 050286491-1



Eduardo L. Oñate Mena

C.I. 050338263-2


CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Elec. Xavier Proaño, en calidad de Director del trabajo de Investigación sobre el tema: **“DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN VISUAL BASIC QUE PERMITA EL DISEÑO DEL APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN SUBESTACIONES.”** y cumpliendo con lo estipulado en el Artículo 26, Literal h) del Reglamento de graduación en el Nivel de Pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi, **CERTIFICO**, que los señores Héctor Gerardo Mullo Pulloquina y Eduardo Luis Oñate Mena, egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia, desarrollaron el trabajo de investigación de grado, de acuerdo a los planteamientos formulados en el Proyecto de Tesis, asesoría y dirección correspondiente.

En virtud de lo antes expuesto considero que están habilitados para presentarse al acto de defensa de tesis, ante el Tribunal que la Comisión de Investigación de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi asigne para su correspondiente estudio y calificación.

Es todo lo que puedo mencionar en honor a la verdad.

Atentamente,



Ing. Eléc. Xavier Proaño
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN ASESOR DE TESIS

Yo, Dr. Edwin Vaca, en calidad de Asesor del trabajo de Investigación sobre el tema: **“DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN VISUAL BASIC QUE PERMITA EL DISEÑO DEL APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN SUBESTACIONES.”**, **CERTIFICO**, que los señores Héctor Gerardo Mullo Pulloquina y Eduardo Luis Oñate Mena, egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia, desarrollaron el trabajo de investigación de grado, de acuerdo a los planteamientos formulados en el Proyecto de Tesis, asesoría y dirección correspondiente.

En virtud de lo antes expuesto considero que están habilitados para presentarse al acto de defensa de tesis, ante el Tribunal que la Comisión de Investigación de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi asigne para su correspondiente estudio y calificación.

Es todo lo que puedo mencionar en honor a la verdad.

Atentamente,

Dr. Edwin Vaca

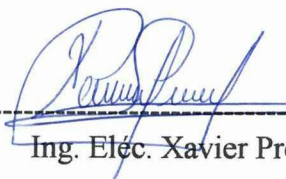
ASESOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN

Yo, Ing. Ele. Xavier Proaño , en calidad de coordinador de la carrera Ing. Eléctrica sobre el tema: **“DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN VISUAL BASIC QUE PERMITA EL DISEÑO DEL APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN SUBESTACIONES.”**, CERTIFICO, que los señores Héctor Gerardo Mullo Pulloquina y Eduardo Luis Oñate Mena, egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia, desarrollaron el trabajo de investigación de grado, de acuerdo a los planteamientos formulados en el Proyecto de Tesis, asesoría y dirección correspondiente para su futura implementación.

Es todo lo que puedo mencionar en honor a la verdad.

Atentamente,



Ing. Eléc. Xavier Proaño

Coordinador de la Carrera Ing. Eléctrica

AGRADECIMIENTO

A mis padres, quienes han sido mi ejemplo a seguir, cuyo apoyo incondicional y crucial nunca ha faltado en todo momento de mi vida y a mis hermanos Byron, Edison por su apoyo y ánimo.

Un agradecimiento eterno a la Universidad Técnica de Cotopaxi por albergarme en sus aulas y a sus docentes por formarme como un profesional con un alta calidad humana.

A mi director de tesis Ing. Elec. Xavier Proaño por brindarme su experiencia, su excelente orientación y ayuda para la realización del presente trabajo.

A los Ing. Manuel Constante, Carlos Verdugo y compañeros de trabajo de la Empresa Novacero S.A por su paciencia y colaboración prestada. Con quienes compartí esta inolvidable etapa de mi vida, por sus consejos, su apoyo y su ayuda para la culminar este proyecto.

A mi amigo Eduardo con quien, a pesar de cualquier imprevisto logramos culminar el presente proyecto.

Héctor.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios a su infinita misericordia me ha dado la vida, la salud y por darme las fuerzas necesarias en cada paso que doy.

A mi madre, a mi familia quien cuyo apoyo incondicional nunca ha faltado en todo momento de mi vida.

Un sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas de la institución y a sus docentes por impartirme sus conocimientos de vital importancia para nuestro desempeño en el campo profesional.

A mi director de tesis Ing. Xavier Proaño por compartirme sus conocimientos, experiencias, y por ayudar para la realización del presente trabajo.

A mi amigo Héctor con quien, a pesar de cualquier imprevisto logramos culminar el presente proyecto.

Eduardo.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a toda mi familia en especial a mis amados padres Luis Mullo y Blanca Pulloquina, por su apoyo incondicional en toda mi educación, quienes a lo largo de mi vida han sido el pilar fundamental para continuar adelante con mi preparación académica siendo mi apoyo en todo momento.

A mis hermanos Byron y Edison quienes siempre han estado a mi lado, para que tomen mi dedición y esfuerzo como un ejemplo de superación.

También dedico este trabajo a todas las personas que a pesar de los fracasos tiene la fuerza para seguir adelante y no desmayar en sus sueños,

*Todo es posible solo se necesita dedicación
¡EL QUE ATREVE VENCE!*

Héctor.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi querida madrecita Elisa Oñate por ser mi ejemplo y mi más orgullo, por la gestora de todos los logros de mi vida, por su amor profundo y por su apoyo incondicional en toda mi educación.

A mi familia quienes siempre han estado a mi lado y me han brindado su apoyo, comprensión por inculcarme valores que me han permitido ser mejor persona y en el futuro un buen profesional.

Eduardo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
AUTORÍA.....	II
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS.....	III
CERTIFICACIÓN ASESOR DE TESIS.....	IV
CERTIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
DEDICATORIA.....	IX
ÍNDICE GENERAL.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIV
ÍNDICE DE CUADROS.....	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
CERTIFICADO ABSTRACT.....	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
CAPÍTULO I.....	1
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMA DE APANTALLAMIENTO EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS EN BASE DE UN SOFTWARE.....	1
1.1. APANTALLAMIENTO.....	1
1.1.1. Antecedentes.....	1
1.1.2. Definición.....	2
1.1.3. Importancia del apantallamiento.....	3
1.1.4. Ventajas del apantallamiento.....	3
1.2. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.....	4
1.2.1. Tipos de subestaciones eléctricas.....	5
1.2.2. Principales equipos de una subestación eléctrica.....	5

1.3.	ASPECTOS BÁSICO DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....	7
1.3.1.	Descripción de la descargas atmosféricas.....	7
1.3.2.	Parámetros del rayo.....	8
1.3.3.	Fases de una descarga nube – tierra.....	9
1.3.4.	Líder escalonado.....	9
1.3.5.	Descarga de retorno.....	9
1.3.6.	Distancia de descarga atmosférica.....	10
1.3.7.	Corriente de impacto aceptable.....	10
1.3.8.	Nivel básico de aislamiento.....	12
1.3.9.	Nivel ceraúnico (t).....	13
1.3.10.	Densidad de descarga a tierra.....	15
1.3.11.	Impedancia característica de la línea.....	15
1.4.	PROTECCIÓN DE LAS SUBESTACIONES CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....	16
1.5.	Sistema de apantallamiento.....	16
1.5.1.	Componentes de un sistema de apantallamiento	17
1.5.2.	Tipos de apantallamiento.....	19
1.5.3.	Conexión puesta a tierra.....	20
1.6.	MODELO ELECTORGEOMETRICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE APANTALLAMIENTO.....	21
1.6.1.	Periodo de protección del sistema de apantallamiento.....	21
1.6.2.	Distancia protegida (xp).....	22
1.6.3.	Probabilidad de falla (p).....	23
1.7.	IMPACTO EDUCATIVO DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE SISTEMA DE APANTALLAMIENTO.....	23
	 CAPÍTULO II.....	 26
	 INTERPRETACIÓN, GRÁFICOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA GENERACIÓN DE UN SOFTWARE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.....	 26
2.1.	ANTECEDENTES.....	26

2.2.	ESTRUCTURA ORGÁNICA.....	27
2.3.	MISIÓN.....	27
2.4.	VISIÓN.....	28
2.5.	UNIDADES ACADÉMICAS.....	28
2.5.1.	Carreras de la unidad académica de ciencias en ingeniería y aplicadas.....	29
2.6.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	30
2.7.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	30
2.7.1.	Investigación bibliográfica.....	31
2.7.2.	Investigación de campo.....	31
2.7.3.	Investigación cuasi experimental.....	31
2.8.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	32
2.8.1.	Método hipotético deductivo.....	32
2.8.2.	Método inductivo.....	32
2.9.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	32
2.9.1.	Técnicas.....	32
2.9.2.	Instrumentos.....	33
2.10.	POBLACIÓN.....	33
2.11.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	35
2.12.	GRÁFICOS, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	36
2.12.1.	Entrevista dirigida a ingenieros docentes de la unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas (CIYA).....	36
2.12.2.	Encuesta aplicada a los docentes de la carrera de ingeniería eléctrica de la U.T.C.....	41
2.12.3.	Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica de la U.T.C.....	51
2.13.	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	61
2.13.1.	Modelo lógico.....	61
2.13.2.	Modelo matemático.....	61
2.13.3.	Estadística de prueba.....	61
2.13.4.	Resolución de chi-cuadrado.....	63

2.13.5. Regla de decisión.....	63
2.13.6. Decisión.....	65
CAPITULO III.....	66
DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE APANTALLAMIENTO EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS “D.S.A//S/E”.....	66
3.1. PRESENTACIÓN.....	66
3.2. OBJETIVOS.....	67
3.2.1. Objetivo general.....	67
3.3. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	67
3.4. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL DISEÑO DEL APANTALLAMIENTO EN SUBESTACIONES.....	68
3.4.1. Importancia del software.....	68
3.5. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DEL SOFTWARE.....	70
3.5.1. Etapas de la construcción de software.....	70
3.6. CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DEL SOFTWARE “D.S.A//S/E”.....	73
3.6.1. Requerimientos informáticos.....	73
3.6.1.1. VisualBASIC.....	73
3.6.1.2. Interfaz.....	74
3.6.1.3. Declaración de variables.....	75
3.6.2. Requerimientos del software.....	81
3.6.3. Diagramas de flujo.....	83
3.6.3.1. Diagrama general de flujo del programa.....	86
3.6.3.2. Diagrama de flujo (periodo de protección por patio de transformación.....	87
3.6.3.3. Diagrama de flujo (distancias de seguridad para mástiles y cables de guarda.....	88
3.6.3.4. Diagrama de flujo (periodo de protección del apantallamiento de la subestación eléctrica).....	89
3.6.4. Herramientas para el desarrollo del sistema del software.....	90

3.6.4.1. Desarrollo del sistema para interfaz.....	90
3.6.4.2. Desarrollo del sistema de reportes.....	93
3.6.4.3. Desarrollo del sistema para generar gráficos.....	95
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXO 1 MANUAL DEL USUARIO.....	102
ANEXO 2 EJERCICIO DE SIMULACIÓN.....	103
ANEXO 3 ENTREVISTAS Y ENCUESTAS DE VALIDACIÓN.....	104

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	Pág.
FIGURA N° 1.1 MAPA ISOCERAUNICO DEL ECUADOR.....	14
FIGURA N° 1.2 ELEMENTO PROTECTOR CON MÁSTIL.....	19
FIGURA N° 1.3 ELEMENTO PROTECTOR CON HILO DE GUARDA.....	20
FIGURA N° 2.2 OPCIONES DE %, PREGUNTA #1.....	41
FIGURA N° 2.3 OPCIONES DE %, PREGUNTA #2.....	42
FIGURA N° 2.4 OPCIONES DE %, PREGUNTA #3.....	43
FIGURA N° 2.5 OPCIONES DE %, PREGUNTA #4.....	44
FIGURA N° 2.6 OPCIONES DE %, PREGUNTA #5.....	45
FIGURA N° 2.7 OPCIONES DE %, PREGUNTA #6.....	46
FIGURA N° 2.8 OPCIONES DE %, PREGUNTA #7.....	47
FIGURA N° 2.9 OPCIONES DE %, PREGUNTA #8.....	48
FIGURA N° 2.10 OPCIONES DE %, PREGUNTA #9.....	49
FIGURA N° 2.11 OPCIONES DE %, PREGUNTA #10.....	50
FIGURA N° 2.12 OPCIONES DE %, PREGUNTA #1.....	51
FIGURA N° 2.13 OPCIONES DE %, PREGUNTA #2.....	52
FIGURA N° 2.14 OPCIONES DE %, PREGUNTA #3.....	53
FIGURA N° 2.15 OPCIONES DE %, PREGUNTA #4.....	54
FIGURA N° 2.16 OPCIONES DE %, PREGUNTA #5.....	55
FIGURA N° 2.17 OPCIONES DE %, PREGUNTA #6.....	56
FIGURA N° 2.18 OPCIONES DE %, PREGUNTA #7.....	57
FIGURA N° 2.19 OPCIONES DE %, PREGUNTA #8.....	58
FIGURA N° 2.20 OPCIONES DE %, PREGUNTA #9.....	59
FIGURA N° 2.21 OPCIONES DE %, PREGUNTA #10.....	60
FIGURA N° 3.1 ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DEL SOFTWARE.....	71
FIGURA N° 3.2 REPORTE.....	94
FIGURA N°3.3 REPORTE GENERADO EN AUTOCAD.....	95

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	Pág.
TABLA 1.1 PARÁMETROS DEL RAYO.....	8
TABLA 1.2 CORRIENTE DE RAYO PARA VARIOS VALORES DEL (BIL).....	11
TABLA 1.3 RELACIÓN ENTRE EL VOLTAJE NOMINAL DEL SISTEMA Y LOS NIVELES BÁSICOS DE AISLAMIENTO.....	12
TABLA 1.4 NIVELES CERAUNICOS DEL ECUADOR.....	14
TABLA 1.5 EXIGENCIAS SOBRE LAS BAJANTES.....	18
TABLA 1.6 VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.....	18
TABLA 2.1 POBLACIÓN ENCUESTADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.....	34
TABLA N° 2.2 PREGUNTA #1, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	41
TABLA N° 2.3 PREGUNTA #2, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	42
TABLA N° 2.4 PREGUNTA #3, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	43
TABLA N° 2.5 PREGUNTA #4, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	44
TABLA N° 2.6 PREGUNTA #5, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	45
TABLA N° 2.7 PREGUNTA #6, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	46
TABLA N° 2.8 PREGUNTA #7, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	47
TABLA N° 2.9 PREGUNTA #8, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	48
TABLA N° 2.10 PREGUNTA #9, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	49
TABLA N° 2.11 PREGUNTA #10, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	50
TABLA N° 2.12 PREGUNTA #1, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	51
TABLA N° 2.13 PREGUNTA #2, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	52
TABLA N° 2.14 PREGUNTA #3, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	53
TABLA N° 2.15 PREGUNTA #4, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	54
TABLA N° 2.16 PREGUNTA #5, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	55
TABLA N° 2.17 PREGUNTA #6, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	56
TABLA N° 2.18 PREGUNTA #7, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	57
TABLA N° 2.19 PREGUNTA #8, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	58
TABLA N° 2.20 PREGUNTA #9, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	59
TABLA N° 2.21 PREGUNTA #10, VALORACIÓN DE OPCIONES.....	60
TABLA N° 2.22 DATOS DE LA ENCUESTA OBSERVADA.....	62
TABLA N° 2.23 RESULTADOS DE FRECUENCIA ESPERADA.....	62
TABLA N° 2.24 CALCULO DE CHI-CUADRADO.....	63
TABLA N° 2.25 DISTRIBUCION DEL CHI-CUADRADO.....	64
TABLA N° 3.1 VARIABLES DE ENTRADA.....	76
TABLA N° 3.2 VARIABLES DE SALIDA.....	78
TABLA N° 3.3 ELEMENTOS PARA GENERACIÓN DE DIAGRAMAS DE FLUJOS.....	83
TABLA N° 3.4 HERRAMIENTAS DEL SOFTWARE AL DESARROLLAR.....	91
TABLA N° 3.5 HERRAMIENTAS PARA DESARROLLO DE REPORTE.....	93



RESUMEN

El presente proyecto de investigación Diseñamos el Software para el dimensionamiento del apantallamiento de subestaciones eléctricas mediante una herramienta con interfaz gráfica desarrollada en Visual Basic que facilitara al docente su proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este proyecto se presenta la fundamentación técnica para el diseño del apantallamiento de subestaciones eléctricas de media, alta y extra alta voltaje, contra descargas atmosféricas directas, permite realizar de manera objetiva y sencilla el cálculo de los parámetros que se necesitan para el diseño de apantallamiento con el fin de proteger a los equipos eléctricos instalados en una subestación eléctrica y asegurar la integridad de las personas que tengan contacto con los mismos.

El aplicativo permite al usuario, afrontar un problema típico de la ingeniería eléctrica presente en las subestaciones y plantear opciones técnicas de solución empleando el modelo electrogeométrico (esfera rodante). Para los patios de la subestación eléctrica y áreas de control, mediante una metodología que permite ingresar la información necesaria para llevar a cabo su respectivo análisis y entregar al usuario resultados confiables que permiten establecer el número de cables de guarda y la altura de su instalación para el diseño de un apantallamiento efectivo, al igual que las alturas de los mástiles a utilizar en toda la área de la subestación con el objetivo de garantizar y preservar la vida y la vida útil de los equipos.

La herramienta computacional nos permitirá alcanzar el diseño óptimo del apantallamiento y su periodo de protección. Su uso es fácil y comprensible basada en las normas IEEE 998-1996 (**IEEE Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations**)



ABSTRACT

The present project researching be design the software for the shielding dimensioning against direct strokes in electrical substations by a software tool, with an interface developed in visual basic, facilitating the teaching-learning process for teachers.

In this research, the technical foundation for the shielding design is presented, against direct strokes of half, high and extra high voltage electrical substations, allowing to carry out the standards calculation by easily and objectively way, in order to protect the electric equipment installed in a substation and make safe the peoples' integrity that have contact with themselves.

The tool allows the user to take an electrical engineering typical problem in the substations and to pose the solution technical options about using the electrogeometric model (rolling sphere), for the electrical substation's yards and the areas control through a methodology that lets to enter the needed information in order to carry out the respective analysis and to deliver reliable results at the user that lets to set up the number of shield wires and the height installation for an effective shielding, as well as the masts height to be used in the substation area in order to ensure and preserve the human being and the useful equipment life.

The main goal is to achieve the optimum design of the shielding and its protector period. The software is an easy and comprehensible application based on IEEE 998-1996, norms (**IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding**).



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señores Egresado de la **Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: Mullo Pulloquina Héctor Gerardo y Oñate Mena Eduardo Luis**, cuyo título versa **“DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN VISUAL BASIC QUE PERMITA EL DISEÑO DEL APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN SUBESTACIONES.”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, julio del 2014

Atentamente,

Lic. Lidia Rebeca Yugla Lema

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 050265234-0

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años, se observa un rápido desarrollo en los sistemas eléctricos en todos sus procesos, por lo que se debe estar consecuentemente alerta para la nueva tecnología para lo cual deben existir herramientas de modelamiento para el Sistema de apantallamiento en subestaciones con un interfaz de fácil comprensión y útil aplicación. La actividad de diseño del apantallamiento ante las descargas atmosféricas para las subestación ha llegado a ser trascendental debido a que se requieren diseños seguros, confiables y eficientes para los equipos ya que estos tienen un costo muy alto para su remplazo.

La mayoría de los sistemas eléctricos potencias dentro de una subestación eléctrica necesitan ser apantallados ante una descarga atmosférica, por tal motivo esta práctica se sigue realizando en función del tiempo y se ha desarrollado progresivamente cada que construye una S/E, de modo que toda la subestación se encuentran protegidos por cables de guarda y mástiles estos dos elementos importantes están ubicados en una parte superior más alta del elemento energizado, casi todos los puntos del sistema eléctrico de potencia como: estación generadora, las líneas de transmisión, las líneas de subtransmisión, estación distribución y los cables que distribuyen la energía eléctrica y los locales domiciliarios, comerciales e industriales en los cuales se utiliza.

Esto adopta a la integración de la Ingeniería Eléctrica y sistemas informáticos en Campo de Desarrollo de Software de tal forma que presenta el diseño del sistema de apantallamiento en una interfaz de fácil comprensión y manipulación en base a la normativa del sector eléctrico.

Este proyecto desarrollado presenta de manera simple y sistematizada, uno de los métodos introducido por la norma IEEE 998-1996 en el diseño del sistema de apantallamiento ante la descarga atmosférica en las subestaciones eléctricas mediante una aplicación informática acorde con los avances tecnológicos actuales.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMA DE APANTALLAMIENTO EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS EN BASE DE UN SOFTWARE

1.1. APANTALLAMIENTO.

1.1.1. *Antecedentes.*

El apantallamiento es un recurso que ha sido empleado desde hace muchos años para garantizar la protección de personas, materiales y edificaciones expuestas a daños en caso de descargas atmosféricas directas debido al impacto negativo y las repercusiones que genera este fenómeno cuando no se tiene un nivel de protección adecuado.

Un sistema de apantallamiento efectivo consiste en forma típica de colocación de elementos captadores de las descargas atmosféricas que son instalados en la parte más alta de los elementos a proteger, para cables de guarda; interconectados en forma de una jaula o mallado, y para los mástiles colocados en la punta de las estructura metálica estos dos elementos captadores de las descargas atmosféricas son conectados a la malla de puesta a tierra para su descargas y disipación.



En subestaciones eléctricas y líneas de transmisión continuamente se presenta sobretensiones que dan orígenes a grandes esfuerzos en el aislamiento, razón por la cual estos elementos y equipos deben estar diseñados de forma que puedan soportar tales esfuerzos sin que su funcionamiento normal se vea afectado. Sin embargo, el origen y duración de estas sobretensiones varían dependiendo de la fuente causante del fenómeno siendo una de estas precisamente las descargas atmosféricas, las cuales son responsables de las sobretensiones transitorias de origen externo en el sistema.

Por lo tanto con el fin de mantener la continuidad y disponibilidad de una subestación eléctrica, debe considerarse entre muchos otros factores, el blindaje o apantallamiento contra la incidencia directa de descargas atmosféricas a los equipos de patio y a la infraestructura civil de la instalación, que pueda ocasionar condiciones muy severas de sobre voltajes sobre el aislamiento, daños costosos sobre equipos e infraestructura y/o repercusiones nefastas en la integridad humana del personal de la subestación respectivamente.

1.1.2. Definición.

El apantallamiento es la intercepción de las descargas atmosféricas con los elementos captadores para transportar por un buen conductor conectado rígidamente a la malla de puesta a tierra. Esencialmente situando los elementos apantalladores apropiadamente con relación al objeto protegido el rayo terminara en el blindaje.

El apantallamiento se emplea para proteger edificios, material explosivo, líneas de transmisión, subestaciones eléctricas, etc.

El apantallamiento no constituye completa protección para los equipos conectados a sistemas eléctricos, a los que debe colocársele elementos adyacentes para la descargar los rayos.

1.1.3. *Importancia del apantallamiento.*

Uno de los aspectos principales para la protección contra descargas atmosféricas directas y sobre voltajes es disponer una red de puesta a tierra adecuada, a la cual se conecten los neutros de los aparatos, los pararrayos, los cables de guarda, mástiles, las estructuras metálicas, los tanques de los aparatos y de todas aquellas partes metálicas que deben estar a potencial de tierra. El apantallamiento y las puestas a tierra encierran importancia dentro de un Sistema Eléctrico de Potencia, pues permite obtener el neutro del sistema.

El diseño del sistema de apantallamiento y la puesta a Tierra tiene como premisa fundamental garantizar la confiabilidad o robustez del Sistema Eléctrico, para esto debe permitir una ruta de baja impedancia para el retorno de las corrientes de falla a tierra en sistema eléctricos que operan con el neutro conectado a tierra.

El sistema apantallamiento y la puesta a tierra sirven como camino de descarga a las corrientes de rayos interceptados por sistema de protección contra rayos (pararrayos, conductores de guarda, descargadores de sobrevoltajes), limita sobre voltajes en los equipos bajo condiciones de falla a tierra, permite mantener el nivel de potencia bajo condiciones anormales transitorias generadas por fallas o descargas de rayos a tierra.

1.1.4. *Ventajas del apantallamiento.*

Un buen dimensionamiento del apantallamiento y puesta a tierra incrementa la confiabilidad y el funcionamiento de los equipos instalados por lo cual la operación del sistema eléctrico reduce las interrupciones de servicio causadas por transitorias tales como las descargas atmosféricas y sobrevoltajes.

Los objetivos al instalar el sistema de apantallamiento:

- Interceptar la descarga atmosférica para que no tenga una salida de servicio y que ocasionando pérdidas económicas al sector que se encuentra dando servicio y sus equipos que tienen altos costos.

- Transportar la descarga para su disipación sin ocasionar daños a otros.
- Disipar la corriente descargas sin ocasionar daños en la malla de puesta a tierra.
- Asegurar la correcta operación de los dispositivos de protección, dando mayor confiabilidad y continuidad del servicio.
- Este diseño debe tomar en cuenta posibles modificaciones futuras en los parámetros involucrados sea por el incremento de la carga, deterioro de equipos, factores climáticos e incluso la ocupación futura del suelo.

1.2.SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

Las subestación eléctrica son conjuntos de elementos que sirven para transformar las características de la energía eléctrica (voltaje, corriente) o bien para transformar la energía eléctrica de corriente alterna a corriente directa.

El Ecuador trabaja con: plantas hidroeléctricas, termoeléctricas normalmente en voltajes de 230kV 138kV a doble y un solo circuito.

Las subestaciones eléctricas permiten transportar grandes cantidades de energía a través de grandes distancias, y ante cualquier falla pueden desconectar ciertos canales, por medio de interruptores de potencias, y cuchillas, que soportan una desconexión bajo cortocircuito de hasta 40-50kA (existen valores mayores).¹

Las ventajas de una subestación eléctrica son:

- Asegurar la eficiente continuidad de suministro de energía eléctrica.
- Controlar, mantener en los límites establecidos, tolerables los parámetros característicos es decir adecuada voltaje.

¹[en línea]. [ref. de 20 mayo 2013]. Disponible en la Web

<http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20120204193000AA9MFJm>

1.2.1. Tipos de Subestaciones Eléctricas.

Las subestaciones, se clasifican por el tipo de instalación de interior o exterior por lo cual este trabajo está relacionado a la parte exterior que está más afectado ante las descargas atmosféricas directas.²

a) Subestación extra alto voltaje.

Están localizadas cerca de las centrales de generación donde los voltajes de transmisión se puede encontrar, dependiendo del tamaño del sistema eléctrico de potencia, en el rango de 13.8 kV se lleva a un transformador elevador o subestación elevadora la cual es conectada al sistema de transmisión a través del cual se transporta energía eléctrica normalmente en voltajes de 230, 138, 750kV.

b) Subestación alto voltaje.

Se alimentan directamente de las líneas de transmisión, y reducen el voltaje en valores menores para la alimentación de los sistemas de subtransmisión o redes de distribución, de manera que, dependiendo del voltaje de transmisión pueden tener en sus secundarios voltajes de 69, 46, y 35 kV.

c) Subestación medio voltaje.

Generalmente estas están alimentadas por las redes de subtransmisión, que suministran la energía eléctrica a las redes de distribución voltajes entre 13.8, 13.2, 22.8, 6.9kV.

1.2.2. Principales Equipos de una Subestación Eléctrica.

En una subestación eléctrica se encuentran muchos dispositivos, los cuales cumplen funciones distintas. A continuación se mencionarán los equipos más importantes de la subestación.³

² ENRIQUEZ Harper Gilberto, "Elementos de Diseños de una Subestación Eléctricas", Segunda Edición, Editorial LIMUSA, Lima-Perú, 2008, p. 37

a) Líneas de Transmisión.

Una línea de transmisión tiene cuatro parámetros que influyen en su aptitud para llenar su función componente de una red eléctrica. Estos parámetros son: resistencia, inductancia, capacidad y conductancia.

b) Transformador de Potencia.

Está diseñado para suministrar el voltaje adecuado a los instrumentos de medición como los voltímetros, frecuencímetros, wattmetros, wathorímetros, etc., así como a los aparatos de protección como los relevadores; en el cual el voltaje secundaria es proporcional al voltaje primario y desfasada respecto a ella un ángulo cercano a cero.

c) Transformador de Corriente.

Está diseñado para transforma niveles altos de corriente a valores pequeños para alimentar equipos de medición y control como los amperímetros, wattmetros y wathorímetros, así como a los aparatos de protección como los relevadores; generalmente el valor para alimentar estos equipos es 5 A.

d) Interruptor de Potencia.

Son importantes en la subestación ya permiten operar para la desconexión de carga, la interrupción de corrientes de falla, para cierre con corrientes de falla, etc.

e) Cuchilla Desconectadora o Seccionador.

Dispositivos análogos al interruptor de potencia, con la diferencia que estos dispositivos no deben operar bajo condiciones de carga y en ningún caso responden a condiciones de falla, su función solo es desconectar.

³ HIDALGO, Josué. "Guía básica de diseño de subestaciones eléctricas con énfasis en el arreglo de barras colectoras de interruptor y medio", Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, 2008, pág. 15-22.

f) Sistema de Control y Medición.

Son utilizados para maniobras automáticas en el sistema de la subestación. Hay dos tipos de control básicamente:

- **Control local:** Es el control que ejerce el operario manualmente a sistemas automatizados de control y medición.
- **Control remoto:** El control de la subestación se delega, en el caso de Ecuador al Centro Nacional de Control De Energía.⁴

1.3. ASPECTOS BÁSICO DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.

1.3.1. Descripción de la Descargas Atmosféricas.

El fenómeno de la descarga atmosférica, comúnmente conocido como rayo, se lleva a cabo mediante procesos físicos que inician en un medio caracterizado por el acumulamiento de cargas eléctricas, como son entre la nube a tierra y nube a nube.⁵

Los rayos son producidos por la diferencia de potencial que aparece entre las partículas de carga negativa de la tierra y las de signo positivo que se generan en las nubes o viceversa.

El rayo toma el camino de menor resistencia, que normalmente es la distancia más corta entre la nube y el suelo, tal como un edificio, un árbol, un animal o una persona que permanezca de pie al descubierto o sobre una barca en una laguna, río o en el mar, pueden atraer el rayo.⁶

⁴[en línea]. [ref. de 20 mayo 2013]. Disponible en la Web: file:///f:/combiabilidad%20de%20sep/esquema_barras_en_se.htm.

⁵[en línea]. [ref. de 20 mayo 2013]. Disponible en la Web: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642005000200013&script=sci_arttext

⁶ ARCILLA, José, “Riesgos para las personas asociadas con la intervención de sistemas eléctricos” Ingeniería Especializada S.A Pag.24-25

El rayo puede ser visto como una fuente de corriente que puede tener polaridad positiva, negativa o ambas en una misma descarga.

1.3.2. *Parámetros del rayo.*

Diversos investigadores han estudiado las descargas atmosféricas y han establecido más de quince parámetros de dicho fenómeno. La perspectiva temporal significa que el rayo se caracteriza por variar en el tiempo de forma diaria, mensual, anual y multianual.

La perspectiva espacial significa que la magnitud de los parámetros del rayo varía global y localmente, los cuales a su vez están divididos en 5 grupos como se ilustra en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 PARÁMETROS DEL RAYO

Parámetros	magnitudes
1.-De incidencia	
Nivel ceraunico (NC)	Número de días tormentosos al año este parámetro es utilizado cuando no hay disponibilidad de mediciones directas de densidad de descargas a tierra.
Densidad de descargas a tierra (DDT)	Numero de rayos por kilometro cuadrado-año
Polaridad (P)	Positiva o negativa
Multiplicidad (M)	Numero de descargas individuales por cada descarga
Duración	En mili segundos duración total del rayo intervalo entre descargas individuales.
2.-Amplitud de corriente de retorno de rayo	En kA frecuentemente referenciada como el parámetro más importante para aplicaciones de ingeniería
3.-Carga	En culombios. Total, primera descarga y descargas subsecuentes
4.-Energía	En kJ/Ω
5.-Forma de impulso de la corriente de rayo	kA/μs en los cuales se tiene en cuenta las características dependientes del tiempo, con énfasis en las características del raro asenso de la corriente del rayo

Fuente: SALAMANCA L, “Elaboración de una herramienta para el diseño del apantallamiento subestaciones eléctricas”, BUCARAMANGA, 2011, pág. 17,18

Realizado por: Grupo de Investigadores.

1.3.3. Fases de una Descarga Nube – Tierra.

En una primera fase el canal se propaga desde la nube hasta tierra en una serie de pasos discretos.

El canal se ha iniciado en el interior de la nube a partir de un proceso preliminar de ruptura dieléctrica, aunque no existe en la actualidad un acuerdo sobre la forma exacta y la localización de este proceso. Mientras la punta del canal se acerca a tierra, el campo eléctrico en objetos puntiagudos de tierra o en irregularidades de la superficie aumenta hasta que ocurre la ruptura dieléctrica del aire. En ese momento se inicia descargas desde esos puntos hasta que contactan con el canal. Una vez el canal ha contactado con tierra, comienza a descargarse por medio de una onda ionizante que se propaga hacia la nube a lo largo del canal previamente ionizado.

1.3.4. Líder escalonado.

El líder escalonado es la primera descarga de retorno al propagarse el rayo de nube a tierra en una serie de pasos discretos. El líder escalonado es iniciado por el encendido de la descarga dentro de la nube.⁷

1.3.5. Descarga de retorno.

La Descarga de Retorno está definida como una onda de campo eléctrico que asciende por el canal del Líder Escalonado, alcanzando de 2 a 10 Culombios de carga eléctrica con corrientes de hasta 10^5 amperios y es la fase más energética del rayo.

⁷TORRES, H. “El Rayo, mitos, leyendas, ciencia y tecnología” Bogotá, UNIBIBLOS, 2002, 410p. ISBN 958-701-213-5, pág. 23

1.3.6. *Distancia de descarga atmosférica.*

La distancia de impacto (S) es la distancia entre la guía escalonada descendente y el punto de impacto.

Cuanto mayor es la carga del canal mayor será la distancia de impacto, por otra parte cuando mayor es la carga del canal mayor será la corriente de retorno (I_s), con un coeficiente (k) que responde para diferentes distancias de descargas. Según Mousa coeficiente (k) =1.2 para mástiles, y para alambres de guarda, y a tierras (k) =1.

Su ecuación está dada como:

$$S = 8 k I_s^{0.65} \quad (Eq - 1)$$

Donde:

S = es la distancia de golpe en metros.

I = es la corriente de golpe del retorno en kiloamperes.

k = es un coeficiente para responder a diferentes golpes de distancias a un mástil, un alambre de escudo, o la tierra.

1.3.7. *Corriente de impacto aceptable.*

Según la norma IEEE: 998-1996 el concepto de la corriente de impacto aceptable está relacionada con la distancia de impacto, se usa para diseñar una zona de protección para el equipo de la subestación. Normalmente se seleccionan los aisladores de las barras para resistir un nivel de impulso de relámpago básico (BIL) y la impedancia característica de la línea (Z_S).

Su ecuación está dada como:

$$I_s = \frac{BIL \times 1.1}{Z_S/2} = \frac{2.2 BIL}{Z_S} \quad (Eq - 2)$$



Donde:

I_s = es la corriente de golpe aceptable en kA.

BIL = es el nivel básico de aislamiento al impulso de relámpago en el kV.

Z_s = es la impedancia característica de línea del conductor en Ω .

2.2 = es el factor para responder a la reducción de corriente del golpe que termina en un conductor.

Tomando $Z_s = 300\Omega$ produce los siguientes valores de corrientes de tiempos que corresponden a las clases típicas de BIL mostrados en la Tabla 1.3.

Tabla 1.2 CORRIENTE DE RAYO PARA VARIOS VALORES DEL (BIL)

Z=300Ω	
NIVELES BÁSICOS DE AISLAMIENTO (BIL)	CORRIENTE DEL RAYO (I_s)
KV	KA
110	0,73
150	1
200	1,33
250	1,66
350	2,33
550	3,66
650	4,33
750	5
900	6
1.050	7
1.300	8,66
1.400	9,33

Fuente: IEEE 998-1996, "Guía para la descarga del rayo directo y blindaje de subestaciones".⁸

Realizado por: Grupo de Investigadores.

⁸ IEEE, "Direct Lightning Stroke", Edición 998-1996, March 2002, pág. 159

1.3.8. Nivel básico de aislamiento.

Es valor de referencia para la resistencia del aislamiento al impulso, expresado en términos de valor de cresta del voltaje permisible al impulso de rayo normalizado. El voltaje permisible de impulso o “nivel de aislamiento al impulso” se verifica por pruebas de sobre voltajes de impulso y son frecuentemente referidas como, “nivel básico de aislamiento al impulso” o “prueba de BIL (NBI)”.⁹

En la tabla siguiente, se dan los valores de niveles de aislamiento al impulso de rayo normalizado:

Tabla 1.3 RELACIÓN ENTRE EL VOLTAJE NOMINAL DEL SISTEMA Y LOS NIVELES BÁSICOS DE AISLAMIENTO

APLICACIÓN	VOLTAJE NOMINAL	NIVELES BÁSICOS DE AISLAMIENTO AL IMPULSO DE USO COMÚN				
	DEL SISTEMA	KV CRESTA				
	KV rms					
	1,2	30				
	2,5	45				
	5	60				
Redes de Distribución	8,7	75				
	15	95				
	25	150	125			
	34,5	200	150	125		
	46	250	200			
	69	350	250			
	1,2	45	30			
	2,5	60	45			
	5	75	60			
	8,7	95	75			
	15	110	95			
	25	150				
	34,5	200				
Sistema de Potencia	46	250	200			
	69	350	250			
	115	550	450	350		
	138	650	550	450		
	161	750	650	550		
	230	1.050	900	825	750	
	345	1.175	1.050	900	825	650
	500	1.675	1.550	1.425	1.300	
	765	2.050	1.925	1.800		

⁹MARTINEZ, Felipe. “Diseño del Aislamiento de Líneas de Transmisión”, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad Veracruzana, 2009, pág. 58-59.

Fuente: IEEE 998-1996, "Guía para la descarga del rayo directo y blindaje de subestaciones".¹⁰

Realizado por: Grupo de Investigadores.

1.3.9. Nivel cerámico (T).

El nivel cerámico de la zona en estudio; se define como número de días al año en el cual se ha percibido la caída de un rayo, al menos una vez durante las 24 horas.

Los niveles cerámicos suele llevar a mapas isocerámicos, es decir a mapas con curvas de nivel cerámico. La figura 1.1., muestran la densidad de descarga a tierra, en el país específicamente entre 30 a 50 tormentas con descargas al año diferentes zonas.

A pesar que los mapas no dan una indicación de las intensidades, duración, extensión, pero sí un número tormentas ocurridas, constituyendo datos relevantes de información registrada.

Estos varían ampliamente de año a año y para sistemas en regiones diferentes. Los relámpagos en algunos sistemas dependen de la ubicación topográfica para que predomine la tormenta.

- **Zona 1:** corresponde a la parte baja del territorio, comprendida entre el océano y los faldeos de la cordillera hasta una altura de 100 m sobre el nivel del mar.
- **Zona 2:** Corresponde básicamente a la meseta andina y comprende terrenos desde 1000 m hasta 3500 m sobre el nivel del mar, con una altura predominante de 2500 m.

¹⁰ IEEE, "Direct Lightning Stroke", Edición 998-1996, March 2002, pág. 160

En el caso de nuestro país la zona 1 corresponde a toda la región de la costa y la zona 2 corresponde a la región sierra y oriente.¹¹

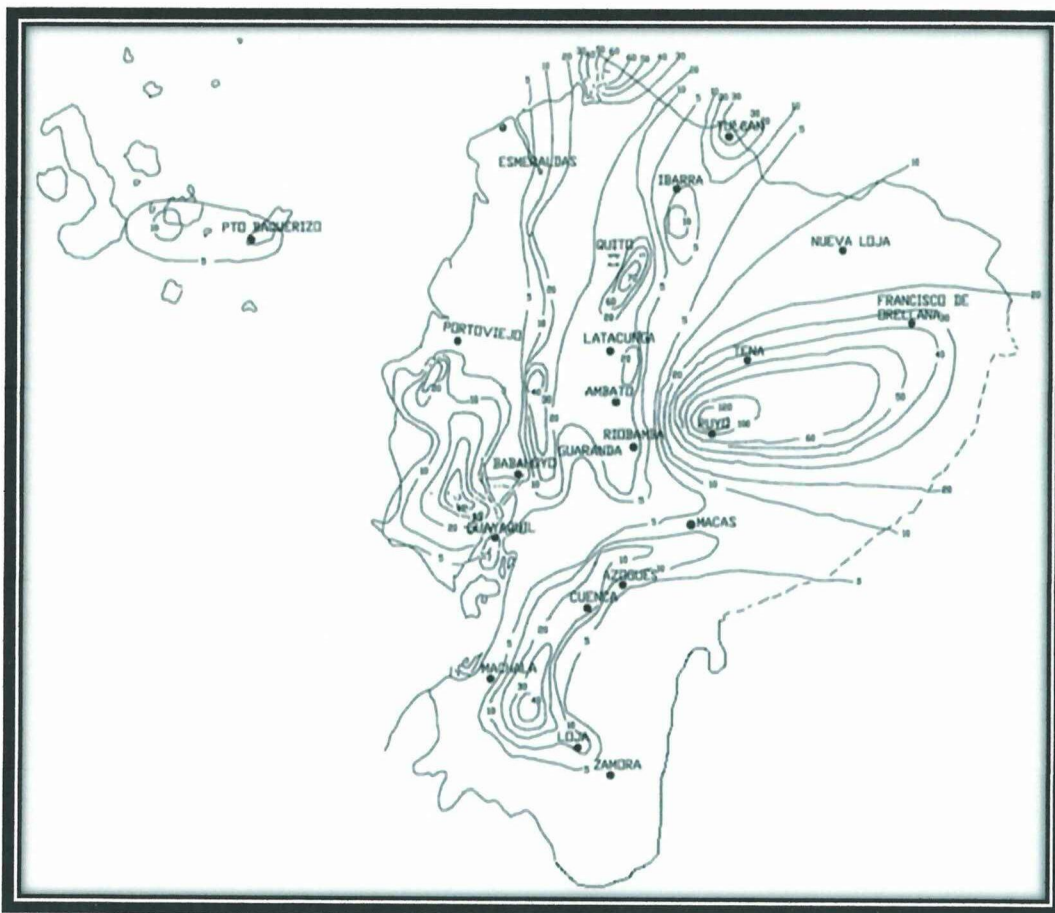
Tabla 1.4 NIVELES CERAUNICOS DEL ECUADOR

Zona 1	30
Zona 2	50

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Electrificación.¹²

Recopilado por: Grupo de investigadores.

FIGURA N° 1.1 MAPA ISOCERAUNICO DEL ECUADOR



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Electrificación

Realizado por: Grupo de Investigadores.

¹¹ SOTO, Marco, "Programa digital para el estudio y simulación del cálculo de fallas por apantallamiento y flameo inverso en líneas de transmisión", Quito, Ecuador, Escuela Politécnica Nacional, Biblioteca de Ingeniería Eléctrica, 2006, Pág. 51

¹² Instituto Ecuatoriano de Electrificación.

1.3.10. Densidad de descarga a tierra.

La densidad de descarga a tierra (N_g) es el número de descargas por Km^2 al año y se relaciona con el nivel isoceraúnico (T) mediante la siguiente ecuación:

$$N_g = 0.12 * T \quad (Eq - 4)$$

Dónde:

N_g : Número de descargas por Km^2 al año.

T : Nivel isoceraúnico.

1.3.11. Impedancia característica de la línea.

Se denomina impedancia característica de una línea a la relación existente entre la diferencia de potencial aplicada y la corriente absorbida por la línea.

El aumento de la impedancia característica de un conductor nos permitirá reducir los valores de la corriente.

Esta dada por la siguiente ecuación:

$$Z_s = 60 \times \sqrt{\ln\left(\frac{2 \times h}{R_c}\right) \times \ln\left(\frac{2 \times h}{r}\right)} \quad (Eq - 3)$$

Donde:

h = es la media altura del conductor.

R_c = es el radio de la corona.

r = es el radio metálico del conductor, o radio equivalente en el caso de conductores atados.

1.4.PROTECCIÓN DE LAS SUBESTACIONES CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.

Todo equipo que se encuentre instalado en una subestación eléctrica, debe ser protegido contra los sobre voltajes provenientes de descargas atmosféricas, directas y contra ondas viajeras que llegan a través de las líneas de transmisión.¹³

La protección de una subestación está encaminada a proteger a los equipos contra sobre voltajes peligrosos eliminándolos o minimizándolos, por lo que es necesario diseñar y coordinar las medidas de protección de modo de que las salidas y daños a los equipos sean minimizados.

Una descarga directa puede causar condiciones desfavorables al aislamiento de una subestación provocando daños mayores a los equipos por lo que es importante proteger a los equipos contra estas descargas por medio del apantallamiento aéreo, ya sea este con cables de guarda, mástiles, o ambos.

1.5.SISTEMA DE APANTALLAMIENTO.

Las subestaciones de tipo exterior requieren de la protección contra impactos de rayo y contra ondas viajeras de sobre voltajes que llegan de otras partes del sistema, en donde habido descargas directas, por lo que es indispensable el diseño y la construcción de un blindaje efectivo.¹⁴

Un sistema de apantallamiento es una protección que se logra mediante la colocación de un elemento en la parte superior de una estructura la cual impide o atenúa en gran medida el paso de los campos eléctricos hasta la unidad que se desea proteger.

¹³AYORA, Paul: Apuntes, Sistema de Apantallamiento Contra Descargas Atmosféricas de Alto Voltaje, E.P.N Quito, 1978, pág. 8-9.

¹⁴ ENRÍQUEZ, Harper, "Elementos de diseño de subestaciones eléctricas", 2a Edición, México, Limusa, 2004, pág. 388.

Para poder realizar un adecuado diseño del sistema de apantallamiento es necesario conocer los aspectos básicos de formación y descarga de los rayos, y como interceptarlos y desviarlos a tierra para que no ocasionen daños.

1.5.1. Componentes de un sistema de apantallamiento

Una subestación eléctrica que se encuentra a la intemperie junto con su personal está permanentemente expuesta al ataque de un rayo directo por lo que es importante la protección del mismo.

Por lo que es importante proveer de elementos o dispositivos para que la descarga sea interceptada y desviada a tierra sin que se produzca daño, el sistema de protección contra los rayos consta de tres componentes básicos.¹⁵

a) Elemento Protector o terminal de captación del rayo.

Elemento metálico cuya función es interceptar los rayos que podrían impactar directamente sobre la instalación a proteger. Comúnmente se conoce como cables de guarda y mástiles son elementos importantes dentro de la S/E para el apantallamiento efectivo.

El elemento protector o de captación debe ser ubicado en el punto más alto del lugar que se va a proteger.

b) Conductor Descendente o bajante.

Es un elemento conectado eléctricamente entre los terminales de captación o red de terminales de bajada y conectado eléctricamente a la puesta a tierra de protección contra rayos, cuya función es conducir la corriente de rayo que pueden incidir sobre la instalación a proteger.

¹⁵ LINARES, Javier, "Diseño de subestaciones de media tensión", Universidad Autónoma del Occidente, Santiago de Cali, 2009, pág. 37

Tabla 1.5 EXIGENCIAS SOBRE LAS BAJANTES

Altura de La estructura	Numero de mínimo de bajantes	Calibre mínimo del conductor de acuerdo con el material de este	
		Cobre	Aluminio
Menor de 25m	2	2 AWG	1/0 AWG
Mayor de 25m	4	1/0 AWG	2/0 AWG

Fuente: BLANDÓN, Jaime. Seguridad, riesgo, calidad y protecciones eléctricas, Colombia, Seminario 2006.¹⁶

Realizado por: Grupo de Investigadores.

c) Puesta a Tierra.

Conductor o grupo de ellos inmerso en el suelo, cuya función fundamental es dispersar y disipar las ondas viajeras de sobre voltajes que llegan de otras partes del sistema, en donde se produjo descargas directas.

Tabla 1.6 VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Estructura	Resistencia a tierra máxima (Ω)
Estructuras de líneas de transmisión.	20
Subestaciones extra alta tensión (mayores a 115KV).	1
Subestaciones de alta tensión (de 38 a 115KV).	5
Subestaciones de media tensión de uso exterior en poste.	10
Subestaciones de media tensión de uso interior.	10
Protección contra rayos.	4
Equipos de electrodos sensibles.	5
Neutros de acometida de baja tensión.	25
Descargas electrostáticas.	25

Fuente: “Sistemas de puesta a tierra diseñados con IEEE-80 y evaluado con MEF.”¹⁷

Realizado por: Grupo de Investigadores.

¹⁶BLANDÓN, Jaime. “Seguridad, riego, calidad y protecciones eléctricas” Seminario 2006, Universidad Nacional, Sede Medellín.

¹⁷IEEE, Guide for safety in AC Substation Grounding, Edición 80 – 2000, the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. USA, January 2000.

1.5.2. Tipos de Apantallamiento

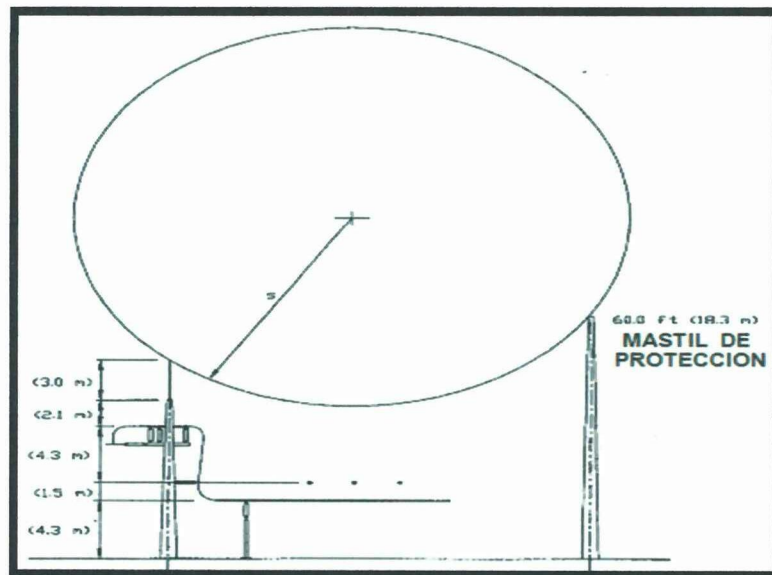
La zona por proteger contra descargas atmosféricas debe incluir todas las estructuras y equipos a ser protegidos.

Existen dos tipos de apantallamientos los más utilizados ante las descargas atmosféricas directas que son:¹⁸

a) Apantallamiento con mástiles.

Los mástiles o bayonetas son varillas de acero, colocadas sobre los castilletes, cuya función es la concentración de electrones de pre descarga, para su descarga a tierra para su disipación, deben estar terminadas en punta y se deben instalar en los puntos más altos de las estructuras de las subestaciones o estaciones eléctricas.

FIGURA N° 1.2 ELEMENTO PROTECTOR CON MÁSTIL



Fuente: IEEE 998-1996, “Guía para la descarga del rayo directo y blindaje de subestaciones”.

Realizado por: Grupo de Investigadores.

¹⁸ TASIPANTA Carlos, Estudio e implementación de sistema de protección contra descargas atmosféricas y puestas a tierra, ESPE Latacunga, 2002, pág.31-33.

El conductor o conjunto de conductores enterrados y en contacto eléctrico con la tierra se denomina electrodo o red de puesta a tierra. Las puestas a tierra se realizan colocando picas clavadas en el terreno, varillas, cables enterrados dispuestos de forma radial, mallada o anular, placas o chapas enterradas.

1.6. MODELO ELECTORGEOMETRICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE APANTALLAMIENTO.

Este método también conocido como el método de la esfera rodante es uno de los más utilizados para un blindaje efectivo este proporciona la altura efectiva del apantallamiento en su elevación sobre el nivel del punto protegido.¹⁹

Este método de la esfera rodante se utiliza para establecer el área de protección de los mástiles y cables de guarda. Este consiste en rodar una esfera imaginaria sobre tierra, alrededor y encima de la instalación a proteger o cualquier otro objeto en contacto con la tierra, capaz de actuar como un punto de intercepción de la corriente de rayo. La esfera imaginaria debe rodarse (desde el nivel de la tierra) hacia la estructura a proteger e instalar una terminal aérea en el punto de contacto con la estructura.

1.6.1. *Periodo de Protección del Sistema de Apantallamiento*

El periodo de protección del apantallamiento es el número de años en los cuales va a ocurrir una falla.

Se determina tomando en cuenta la importancia de la instalación a proteger. En Sistemas Eléctricos de Potencia se toma como base la vida útil de la instalación,

¹⁹ENRÍQUEZ, Harper, "Manual Técnico en Subestaciones Eléctricas", 1a Edición, México, 2008, pág. 333.

se lo corrige para la densidad de descargas a tierra del lugar o el nivel isocerámico T, donde Y_D es el periodo de diseño.²⁰

$$Y_D = \frac{T}{25} Y \quad (\text{Eq} - 3)$$

Dónde:

Y_D : Periodo de diseño

T: Nivel isocerámico

Y: Vida útil de la instalación se asume

1.6.2. *Distancia protegida (X_p).*

Para determinar el área de protección se utilizando el método electrogeométrico que toma en cuenta el proceso de descarga a tierra.

En la distancia de protección debemos tomar en cuenta los equipos que va a proteger cada uno de los mástiles o cables de guarda.

Esta dada por las siguientes ecuaciones:

Para cables de guarda:

$$X_p = \frac{A_1}{2 * L} \quad (\text{Eq} - 6)$$

Donde:

X_p : Distancia protegida

A_1 : Subárea de la S/E

L: Largo de la S/E

Para mástiles:

$$X_p = \sqrt{A_1/\pi} \quad (\text{Eq} - 7)$$

²⁰NATALY, Correa: Apuntes, diseño del apantallamiento contra descargas atmosféricas en líneas de transmisión con ayuda computacional, E.P.N Quito, septiembre del 2011, pág. 45.

Donde:

X_p : Distancia protegida

A_1 : Subárea de la S/E

1.6.3. Probabilidad de falla (P).

Es porcentaje de descargas que incide sobre la subestación y no son interceptadas por los elementos protectores provocando una falla del apantallamiento.

El método electrogeométrico nos da un concepto básico y práctico del riesgo de falla del sistema de apantallamiento, es decir son el número de años en los cuales pueda ocurrir una falla del apantallamiento.

La probabilidad que las descargas dentro del área no protegida puede producir una fallan de aislamiento (P), se calcula de la manera siguiente:

$$P(I) = \frac{1}{1 + \frac{I^{2.6}}{3.1}} \quad (Eq - 8)$$

Donde:

$P(I)$: Probabilidad de que el pico de la corriente en cualquier descarga exceda a I .

I : Valor especificado de la corriente de descarga.

1.7. IMPACTO EDUCATIVO DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE SISTEMA DE APANTALLAMIENTO.

A través de la historia de la humanidad, el hombre ha utilizado diferentes formas de comunicarse, desde la comunicación con señas, hasta la comunicación a distancia por medio de dispositivos tecnológicos avanzados.

En el ámbito educativo la tecnología tiene vital importancia, prácticamente en todos los niveles se plantea fines relacionados con los avances tecnológicos en los

que propósitos van, desde el análisis de su relación con la sociedad hasta conocer las más variadas innovaciones en esta área y su posible vinculación con el sector profesional.

El Ecuador actualmente está abriendo nuevos campos dentro del estudio de la electricidad ya que se busca brindar mejores niveles de confiabilidad en las redes eléctricas de todos los niveles de voltaje pero se ha dejado muy de lado lo referente al diseño de sistemas de apantallamiento y los riesgos que existen por un mal diseño de las mismas.

Las normativas para el diseño de sistemas de apantallamiento son muy complejas y diversas. La norma IEEE 998-1996, es sin embargo la más difundida, y que mejor que poseer una herramienta informática basada en dicha norma para realizar de manera simplificada diseño de sistemas de apantallamiento de una manera simple y rápida, beneficiando tanto a profesionales dedicados al tema como a estudiantes de ingeniería eléctrica en su etapa formativa.

Los orígenes del uso de la tecnología para mejorar el aprendizaje se inicia con la investigación; se ha encontrado que al usar la tecnología puede mejorar la experiencia del aprendizaje, mejorando la eficiencia y la optimización del tiempo.²¹

En la actualidad el campo educativo va de la mano con el desarrollo tecnológico, ya que busca optimizar el tiempo y recursos en la aplicación de métodos y técnicas que facilitan la solución de problemas complejos.

El aprendizaje es un proceso complejo y sistemático en el que se encuentran involucrados directa e indirectamente, los estudiantes y los profesores. Este proceso depende de la organización de las actividades educativas, las técnicas pedagógicas y los recursos didácticos aplicados.

²¹ [en línea]. [ref. de 10 de diciembre 2013]. Disponible en Web: <[http:// www.teletraining.com](http://www.teletraining.com).

Dentro del proceso de aprendizaje, hay que considerar su apertura a nuevos campos. Para los autores todas las ramas de conocimiento están directamente relacionadas con la informática ya que mediante esta se puede tener acceso a diversa información y permite además el control y evaluación de los temas tratados. La electricidad, al igual que las demás ciencias se ha visto beneficiada por el apareamiento de herramientas computacionales que facilitan tanto el diseño como la construcción de obras eléctricas de manera óptima.

CAPÍTULO II

INTERPRETACIÓN, GRÁFICOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA GENERACIÓN DE UN SOFTWARE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

2.1. ANTECEDENTES.

La educación superior en los actuales momentos se enmarca en formar profesionales capacitados en el campo de la ciencia, tecnología, investigación y experimentación de conocimiento de la realidad, dotados de una conciencia crítica y humanista, para esto nuestra provincia el anhelo de tener una institución de Educación Superior se alcanza el 24 de enero de 1995. Las fuerzas vivas de la provincia lo hacen posible, después de innumerables gestiones y teniendo como antecedente la extensión que creó la Universidad Técnica del Norte.

Actualmente son cinco hectáreas las que forman el campus de la Universidad Técnica de Cotopaxi y 82 hectáreas del Centro Experimentación, Investigación y Producción Salache. De la misma manera hemos definido con claridad la postura institucional ante los dilemas internacionales y locales; somos una entidad que por principio defiende la autodeterminación de los pueblos, respetuosos de la equidad de género.

En estos 15 años de vida institucional la madurez ha logrado ese crisol emancipador y de lucha en bien de la colectividad, en especial de la más apartada y urgida en atender sus necesidades. El nuevo reto institucional cuenta con el compromiso constante de sus autoridades hacia la calidad y excelencia educativa.

Nuestra universidad cuenta con el compromiso constante de sus autoridades hacia la calidad y excelencia educativa, mediante todas las formas científicas de buscar e interpretar la realidad, afirmando en sus propósitos científicos y educativos, estando abierto a todas las aéreas sociales, mediante la vinculación de los pueblos, las mismas que ayudan a asimilar, generar adelantos científico técnico y las manifestaciones del pensamiento científico.²²

2.2. ESTRUCTURA ORGÁNICA.

En la actualidad nuestra institución cuenta con varias unidades académicas y extensiones. El organigrama estructural indica que debe seguir los canales de comunicación adecuados para cada uno de las unidades académicas y extensiones; de igual manera cada una de esta conserva su autoridad y responsabilidad específica dentro de su especialidad.

A continuación se presenta el organigrama estructural correspondiente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y la Unidad Académica a la que estamos aplicando nuestro proyecto.

2.3. MISIÓN.

La Universidad "Técnica de Cotopaxi", es pionera en desarrollar una educación para la emancipación; forma profesionales humanistas y de calidad; con elevado nivel académico, científico y tecnológico; sobre la base de principios de

²²[en línea]. [ref. de 24 mayo 2014]. Disponible en Web:
<<http://http://www.utc.edu.ec/sitio/index.aspx?pagID=L15&Ln=ES&ban=utc&contenidoID=1064> Página web de la institución.

solidaridad, justicia, equidad y libertad, genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica; y se vincula con la sociedad para contribuir a la transformación social-económica del país.

2.4. VISIÓN.

En el año 2015 seremos una universidad acreditada y líder a nivel nacional en la formación integral de profesionales críticos, solidarios y comprometidos en el cambio social; en la ejecución de proyectos de investigación que aporten a la solución de los problemas de la región y del país, en un marco de alianzas estratégicas nacionales e internacionales; dotada de infraestructura física y tecnología moderna, de una planta docente y administrativa de excelencia; que mediante un sistema integral de gestión le permite garantizar la calidad de sus proyectos y alcanzar reconocimiento social.

Para lo cual nosotros como estudiantes se pretende mediante un proceso investigativo y de campo realizar un proyecto que ayude al cumplimiento de actividades académicas, como es la de implementación de un software didáctico en la Carrera de Ingeniería Eléctrica en el área de Diseño de Alto Voltaje.

2.5. UNIDADES ACADÉMICAS.

La Universidad Técnica de Cotopaxi brinda la oportunidad a estudiantes que han terminado la formación secundaria, para que se sigan preparando académicamente en sus diferentes áreas o unidades académicas, las mismas que poseen sus diferentes carreras siendo estas las siguientes:

- Unidad Académica de Ciencias en Ingeniería y Aplicadas.
- Unidad Académica de Ciencias Administrativas Humanísticas y del Hombre.
- Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias Ambientales y Veterinarias.

La unidad académica en la que estamos inmersos y a la cual pertenecemos es la de Ciencias en Ingeniería y Aplicadas, la cual oferta carreras técnicas entre las cuales tenemos las siguientes:

2.5.1. Carreras de la Unidad Académica de Ciencias en Ingeniería y Aplicadas.

En los actuales momentos las profesiones que en el campo laboral serán los más aplicados son los profesionales en las carreras técnicas por el avance científico y tecnológico que se viene desarrollando, de acuerdo a la realidad la universidad posee una Unidad Académica de Ciencias en Ingeniería y Aplicadas, la cual orienta sus esfuerzos hacia la búsqueda de formar profesionales creativos, críticos y humanistas que utilizan el conocimiento científico y técnico, mediante la promoción y ejecución de actividades de investigación y aplicaciones tecnológicas para contribuir en la solución de los problemas de la sociedad. Además la visión de la Unidad Académica es mediante un alto nivel científico, investigativo, técnico y profundamente humanista, generadora de tecnologías, con trabajos inter y multidisciplinario, vinculada con la sociedad se logra desde su creación entregar profesionales inmensos con esos perfiles profesionales, que de una u otra manera se desarrolla en su proyecto de desarrollo de tesis.

En atención a la fundamentación ideológica, a la contextualización de la realidad presente y del futuro inmediato, así como a los requerimientos del desarrollo de la zona de influencia de la UTC, la Unidad Académica presenta las siguientes carreras:

- Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales.
- Ingeniería en Diseño Gráfico Computarizado.
- Ingeniería en Electromecánica.
- Ingeniería Eléctrica.
- Ingeniería Industrial.

Fuente:<http://www.utc.edu.ec/sitio/index.aspx?pagID=L15&Ln=ES&ban=utc&contenidoID=1064>

Recopilado por: Grupo de investigadores.

a) Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Hoy en día la demanda de energía a nivel mundial crece constantemente por las nuevas tecnologías que hacen que la electricidad sea el motor elemental que mueve al mundo. Es por esto que la universidad con la Carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia forma profesionales capacitados para diseñar y dirigir la construcción, la operación y el mantenimiento de componentes, circuitos y sistemas destinados a la generación, distribución y conversión de la energía eléctrica, y a todos los aspectos relacionados con ella y sus aplicaciones.

2.6. DISEÑO METODOLÓGICO.

En el desarrollo de esta investigación para el diseño de software para dimensionamiento de sistema de apantallamiento se efectúa una metodología fundamentada o cimentada en una investigación de bibliográfica, campo y cuasi experimental.

De la misma manera se logró diseñar y planificar las actividades a desarrollarse de una manera eficaz y dinámica, esto servirá como una guía de seguimiento de pasos para alcanzar el propósito planteado.

2.7. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.

Para la formulación y ejecución de la propuesta se adoptó los niveles de investigación comprensivo e interactivo, se requirió de la investigación Bibliográfica, de Campo y cuasi Experimental.



2.7.1. Investigación Bibliográfica.

Se utilizó este tipo de investigación para obtener la información respectiva en el diseño, modelación, realización de los cálculos y programación de sistemas de apantallamiento, que han sido necesarios establecer mediante la revisión de libros, folletos, fuentes electrónicas, textos, entre otros, cada uno de ellas ayudaron a conocer más acerca de cómo se desarrollaría un software para el diseño de sistemas de apantallamiento, y por ende impulsar el desarrollo de la herramienta para el mejoramiento de la enseñanza de los estudiantes de ingeniería eléctrica, permitiendo un mejor proceso en el trabajo investigativo.

2.7.2. Investigación de Campo.

Concibió la observación del objeto de estudio, a través de las experiencias y teorías recibidas del diseño de sistemas de apantallamiento, además se acudió a la fuente misma para mediante visitas a las aulas. Con el fin de poder identificar los problemas reales que causa el no contar con un Software de diseño de sistemas de apantallamiento que ayude en la metodología impartida, para con ello relacionar lo teórico con la práctica permitiendo tener una visión más amplia para describir los efectos ya sea a corto o largo plazo que puede traer una vez desarrollada.

2.7.3. Investigación Cuasi Experimental.

Se utilizara la investigación cuasi experimental para comprobar y corregir los posibles errores que se puede presentar en la aplicación técnica durante el periodo de pruebas y funcionamiento completo cuando ya se entregue y sea manipulada por los estudiantes durante el diseño.

2.8. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

2.8.1. *Método Hipotético Deductivo.*

Este método utilizamos para disponer de un conocimiento científico siguiendo varios pasos esenciales que permitan conocer de una forma clara y precisa el problema en estudio mediante la observación, creando una hipótesis del aprendizaje de los estudiantes en el diseño de sistemas de apantallamiento, misma que puede ser comprobada y finalmente llegando a la verificación o comprobación.

2.8.2. *Método Inductivo.*

Aplicamos el método inductivo, el cual nos permitió conocer la necesidad de un software mediante las encuestas que se aplicó a la población determinada.

Sin embargo vale señalar que su definición consiste en ir de los casos particulares a la generalización; se inicia por la observación de fenómenos particulares con el propósito de llegar a conclusiones y premisas generales.

2.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

2.9.1. *Técnicas.*

Las técnicas a utilizarse son: encuestas y entrevistas mediante estas técnica nos permitirá recolectar la mayor información en beneficio de la ejecución de este proyecto para ello se tomó dos unidades estadísticas: docentes y estudiantes de los ciclos superiores, cuyas opiniones personales interesa a los postulantes, aplicado un formulario de preguntas de acuerdo al “Diseño de sistema de apantallamiento contra descargas atmosféricas en subestaciones con el desarrollo de una herramienta computacional”, esto permite conocer si la población encuestada

presenta interés en participar en el trabajo investigativo con el propósito de cambiar la metodología actual mediante software especiales.

2.9.2. Instrumentos.

El instrumento a utilizar será un formulario de preguntas que son diseñadas por parte del investigador siguiendo un lineamiento del tema propuesto para aplicar a la población escogida, la misma que ayuda a recopilar información, tabular y determinar datos específicos y esenciales que se utilizara para conocer si en realidad causa interés en contar con la propuesta presentada.

La encuesta sobre “Diseño de sistema de apantallamiento contra descargas atmosféricas en subestaciones con el desarrollo de una herramienta computacional” se basó en una encuesta cara a cara o de profundidad, inmiscuye 10 preguntas cerradas, dividiéndose en tres secciones:

- **Sección 1:** Conocimiento y aplicación del dimensionamiento de sistemas de apantallamiento.
- **Sección 2:** Acceso a las Tecnologías de la Información y el uso de herramientas computacionales para el diseño de sistemas de apantallamiento.
- **Sección 3:** Necesidad de software especializados para diseño de sistemas de apantallamiento.

2.10. POBLACIÓN.

La población para el trabajo de investigación corresponde a la selección representativa de dos unidades estadísticas, se empleó un método de muestreo probabilístico a través de un procedimiento aleatorio, considerando la población que han recibido la materia de Diseño de Alto Voltaje esto con el fin de recabar información mucho más confiable y segura, tomando en cuenta al personal de

docentes, estudiantes de los ciclos superiores y alumnos egresados de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Tabla 2.1 POBLACIÓN ENCUESTADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DETALLE	CANTIDAD
Docentes	5
Estudiantes de los ciclos superiores (sexto, séptimo y octavo)	90
Total	95 (personas)

Fuente:<http://www.utc.edu.ec/sitio/index.aspx?pagID=L15&Ln=ES&ban=utc&contenidoID=1064>

Realizado por: Grupo de investigadores.

2.11. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ITEMS
El desarrollo de una herramienta computación en Visual Basic que permita el diseño del apantallamiento facilitara al docente en su proceso de enseñanza-aprendizaje.	Variable Independiente El desarrollo de una herramienta computación en Visual Basic	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento sobre el diseño del apantallamiento. 	Pregunta 1 Pregunta 2 Pregunta 3 Pregunta 4
		<ul style="list-style-type: none"> Visualización gráfica del apantallamiento. Exportación de datos del apantallamiento. 	Pregunta 1 Pregunta 2 Pregunta 3
	Variable dependiente diseño del apantallamiento facilitara al docente en su proceso de enseñanza-aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> Necesidad de incrementar un software. 	Pregunta 5 Pregunta 6
		<ul style="list-style-type: none"> Importancia de un software en el proceso de enseñanza-aprendizaje. 	Pregunta 4 Pregunta 5 Pregunta 6 Pregunta 7 Pregunta 8

Realizado por: Grupo de investigadores.

2.12. GRÁFICOS, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

2.12.1. Entrevista dirigida a Ingenieros Docentes de la unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA).

1.- ¿Piensa que los siguientes datos son importantes para el diseño de sistemas de apantallamiento?

- Voltaje Nominal
- Nivel Básico de Aislamiento
- Nivel Isoceraunico
- Radio del conductor
- Altura de barras
- Impedancia característica

Interpretación

Un sistema de apantallamiento tiene premisa fundamental proteger los equipos eléctricos que se encuentra a la interperie contra las descargas atmosféricas garantizando la confiabilidad del SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA, el Ing. Vicente Quispe (Docente de la Unidad Académica CIYA) considera que los datos son de gran importancia ya que son los parámetro necesarios que se utiliza para el diseño.

2.- ¿Piensa usted que es importante la interfaz gráfica de VISUAL BASIC y AutoCAD para su visualización?

Interpretación

El Ing. Vicente Quispe (Docente de la Unidad Académica CIYA) establece que el disponer y utilizar una herramienta, con interfaz gráfica, seria gran oportunidad para la propuesta planteada de desarrollo del software ya que nos permitiría observar de forma gráfica la distribución de mástiles como cables de guarda, las alturas de protección y la área de protección del sistema de apantallamiento.

3.- ¿En qué vista de AutoCAD usted sugiere la visualización de sistema de apantallamiento?

Interpretación

El Ing. Vicente Quispe (Docente de la Unidad Académica CIYA) cuando se habla de sistema de apantallamiento sugiere que sea en tres dimensiones ya que nos daría una mejor síntesis de cómo el sistema va a proteger.

4.- ¿Cree que sería importante la exportación de los resultados de sistema de apantallamiento sea en los formatos?

- Word
- Excel
- Pdf

Interpretación

De acuerdo a la tecnología y la manera de la base de datos q se utiliza en estos días el Ing. Vicente Quispe (Docente de la Unidad Académica CIYA) considera que es importante la exportación de los datos sea en los tres formatos, ya que cada una tiene sus aplicaciones y son de fácil acceso.

5.- ¿Es necesario incrementar un software para el diseño de un sistema de apantallamiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje?

Interpretación

Con el avance de nuevas tecnología en diferentes áreas, el Ing. Vicente Quispe (Docente de la Unidad Académica CIYA) considera que es necesaria la elaboración de una herramienta computacional en el diseño de sistema de apantallamiento, ya que esto nos permitirá plasmar los diseños en papel y en forma gráfica y en ciertos casos simular el apantallamiento.

6.- ¿Considera que el desarrollo de un software en el diseño de sistema de apantallamiento facilitara desarrollar de mejor manera su proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje?

Interpretación

El Ing. Vicente Quispe (Docente de la Unidad Académica CIYA) estableció que el desarrollo de un software así sea sencillo es muy importante ya que permitirá comprobar y resolver problemas al diseñar sistemas de apantallamiento permitiendo desarrollar de mejor manera su proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje.

1.- ¿Piensa que los siguientes datos son importantes para el diseño de sistemas de apantallamiento?

- Voltaje Nominal
- Nivel Básico de Aislamiento
- Nivel Isoceraunico
- Radio del conductor
- Altura de barras
- Impedancia característica

Interpretación

El Ing. Marcelo Barrera (Docente de la Unidad Académica CIYA) establece que los datos generalmente son más utilizados, para poder diseñar un sistema de apantallamiento o blindaje adecuado a la instalación o equipo a protegerse.

2.- ¿Piensa usted que es importante la interfaz gráfica de VISUAL BASIC y AutoCAD para su visualización?

- 2D
- 3D

Interpretación

El Ing. Marcelo Barrera (Docente de la Unidad Académica CIYA) manifiesta que es de vital importancia contar con una herramienta, que permita la visualización grafica ya que nos permitirá observar como el sistema va proteger dentro del área de la subestación.

3.- ¿En qué vista de AutoCAD usted sugiere la visualización de sistema de apantallamiento?

Interpretación

El Ing. Marcelo Barrera (Docente de la Unidad Académica CIYA) sugiere que la visualización de sistema de apantallamiento sea en 3D ya que nos permitirá observar con claridad la ubicación de los mástiles como los cables de guarda con su respectiva área protegida para una comprensión.

4.- ¿Cree que sería importante la exportación de los resultados de sistema de apantallamiento sea en los formatos?

- Word
- Excel
- Pdf

Interpretación

El Ing. Marcelo Barrera (Docente de la Unidad Académica CIYA) manifiesta que la exportación de los datos sea en los tres formatos ya que son los más utilizados y se tiene mayor accesibilidad.

5.- ¿Es necesario incrementar un software para el diseño de un sistema de apantallamiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje?

Interpretación

El Ing. Marcelo Barrera (Docente de la Unidad Académica CIYA) manifiesta que es necesario incrementar una herramienta computacional ya que en la actualidad es muy significativo contar con material didáctico que ayude al fortalecimiento y adelanto de la enseñanza-aprendizaje en el área de Diseño de Alto Voltaje.

6.- ¿Considera que el desarrollo de un software en el diseño de sistema de apantallamiento facilitara desarrollar de mejor manera su proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje?

Interpretación

El Ing. Marcelo Barrera (Docente de la Unidad Académica CIYA) estableció que el desarrollo de un software le permitirá desarrollara de una mejor manera su proceso de enseñanza-aprendizaje ayudando a que los estudiantes tenga un mejor entendimiento y seguridad en el diseño de un sistema de apantallamiento.



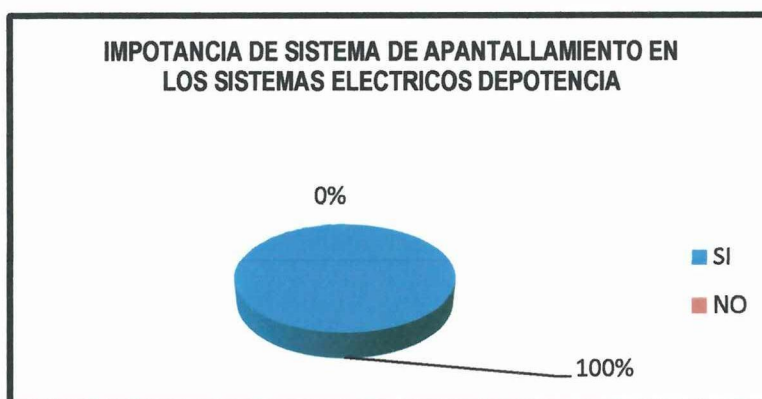
2.12.2. Encuesta aplicada a los docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la U.T.C.

1.- ¿Piensa usted que los sistemas de apantallamiento para S/E son parte importante de los sistemas eléctricos de potencia?

TABLA N° 2.2 PREGUNTA #1, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	5	100%
NO	0	0%
TOTAL	5	100%

FIGURA N° 2.2 OPCIONES DE %, PREGUNTA #1



Fuente: Técnica de Encuesta, Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

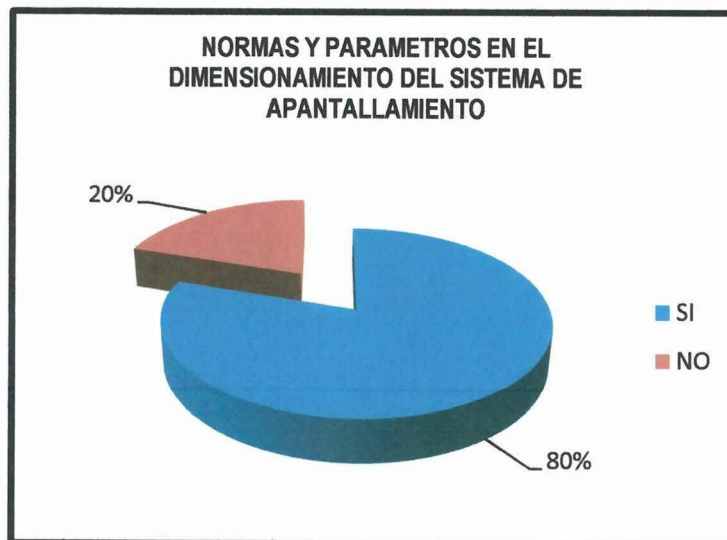
El diseño de sistemas de apantallamiento tiene premisa fundamental proteger los equipos eléctricos que se encuentra a la interperie contra las descargas atmosféricas garantizando la confiabilidad del SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA, desde una perspectiva profesional de los docentes el 100% consideran que un sistemas de apantallamiento tiene gran importancia ya que ayuda a mantener mayor seguridad, reduciendo el número y tiempo de interrupciones de servicio que se presentan por daños a componentes del mismo.

2.- ¿Conoce Ud. Los parámetros y normas que se toman en cuenta para dimensiones de sistemas de apantallamiento?

TABLA N° 2.3 PREGUNTA #2, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	4	80%
NO	1	20%
TOTAL	5	100%

FIGURA N°. 2.3 OPCIONES DE %, PREGUNTA #2



Fuente: Técnica de Encuesta, Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

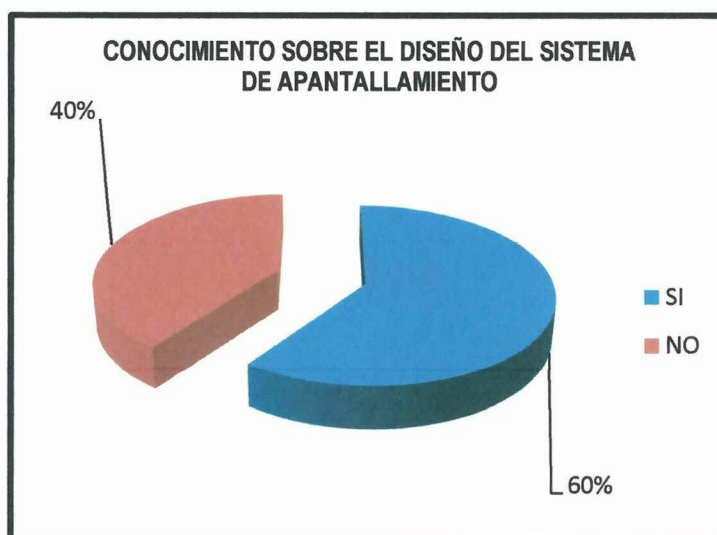
Hoy en día existen diferentes medios para difundir información sobre diferentes temas como es el internet, libros, revistas, etc. La utilización de estos medios ayudan a fortalecer los conocimientos, pero para conocer los docente inmerso en el campo eléctrico, el 80% establecen que poseen conocimientos acerca de los parámetros y normas que se deben tener en cuenta en el diseño de sistemas de apantallamiento, posteriormente el 20% se refiere que no posee conocimientos de la tematica planteada en el instrumento técnico.

3.- ¿Tiene conocimiento sobre el diseño de sistemas de apantallamiento para S/E?

TABLA N° 2.4 PREGUNTA #3, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	3	60%
NO	2	40%
TOTAL	4	100%

FIGURA N° 2.4 OPCIONES DE %, PREGUNTA #3



Fuente: Técnica de Encuesta, Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

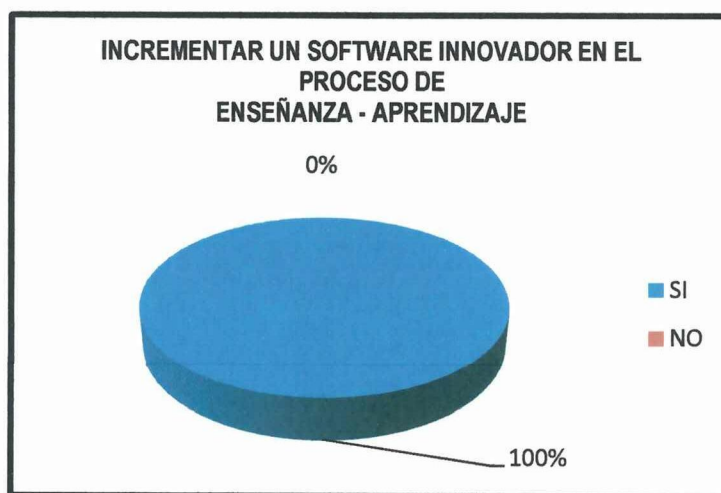
El diseño de sistemas de apantallamiento nos permite conocer y disponer de gran información referente a normas y procedimientos a seguir, fue esta la razón que nos llevó a plantear la presente pregunta en la que se obtuvo que el 60% de los docentes conocen o tiene experiencia en el diseño de sistemas de apantallamiento, mientras que el 40% no dispone de estos conocimientos, por lo que es importante tener o disponer de esta información básica.

4.- ¿Es necesario incrementar un software innovador para el diseño de un sistema de apantallamiento en el proceso de enseñanza, aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje?

TABLA N° 2.5 PREGUNTA #4, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	5	100%
NO	0	0%
TOTAL	5	100%

FIGURA N° 2.5 OPCIONES DE % ,PREGUNTA #4



Fuente: Técnica de Encuesta, Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

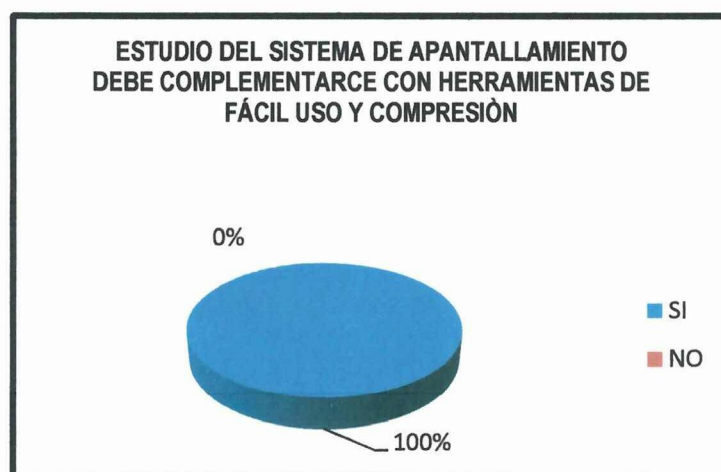
Hoy en día es muy significativo contar con software no solamente para aquellos que quieren adquirir experiencia en temas académicos, sino para todas aquellas personas que están inmersos en el campo eléctrico, que permita mejorar su imagen profesional, demostrando por encima de todo, el conocimiento y la aceptación de las nuevas tecnologías por ende los docentes encuestados en un 100% están de acuerdo con el incremento de una herramienta que ayude al fortalecimiento y adelanto de la enseñanza en beneficio de todos los estudiantes que hacen la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

5.- ¿Piensa Ud. que el estudio de sistema de apantallamiento para S/E debe complementar con herramientas actualizadas de fácil uso y comprensión?

TABLA N° 2.6 PREGUNTA #5, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	5	100%
NO	0	0%
TOTAL	5	100%

FIGURA N° 2.6 OPCIONES DE %, PREGUNTA #5



Fuente: Técnica de Encuesta, Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

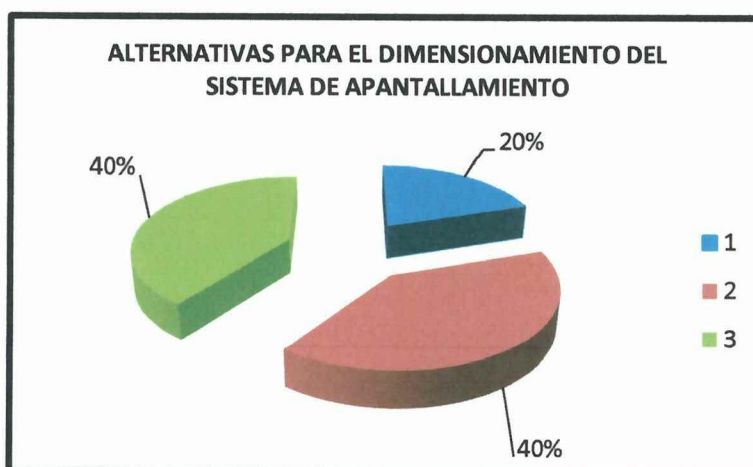
Hoy en día un sin número de investigaciones, desarrollos científico, de software y otras se lleva a cabo para el área de aprendizaje como complemento a la cátedra impartida en las aulas, cabe señalar que el 100% de los docentes se interesa por el desarrollo y perfeccionamiento académico.

6.- Según su criterio, de las siguientes alternativas. ¿Cuál facilitará el dimensionamiento de sistema de apantallamiento para S/E?

TABLA N° 2.7 PREGUNTA #6, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJES
a.- Implementación de un software	11	39%
b.- Actividades de campo	2	7%
c.- Las dos opciones anteriores	15	54%
TOTAL	28	100%

FIGURA N° 2.7 OPCIONES DE %, PREGUNTA #6



Fuente: Técnica de Encuesta, Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

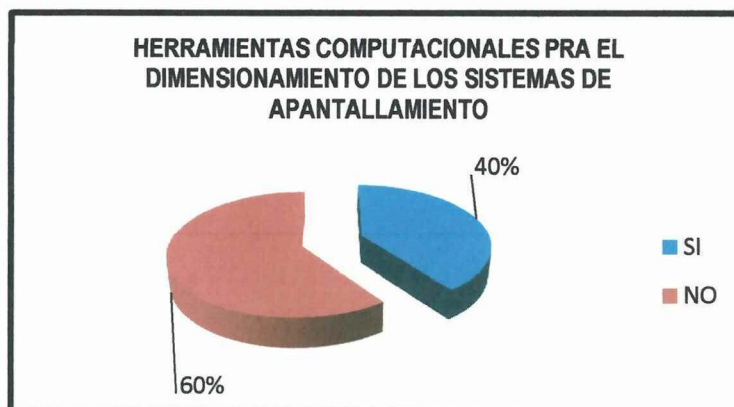
En lo referente a las alternativas que facilitarían el dimensionamiento de sistemas de apantallamiento el 20% de los docentes manifiestan que las actividades de campo ayuda en el dimensionamiento, no obstante el 40% aprueba la implementación de un software, por otro lado el 40% de la población expresa que las actividades de campo y la implementación del software permitiera un mejor entendimiento y tener seguridad en el diseño de sistema de apantallamiento.

7.- ¿Conoce Ud. Herramientas computacionales para el dimensionamiento de los sistemas de apantallamiento para S/E?

TABLA N° 2.8 PREGUNTA #7, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	2	40%
NO	3	60%
TOTAL	5	100%

FIGURA N° 2.8 OPCIONES DE %, PREGUNTA #7



Fuente: Técnica de Encuesta, Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

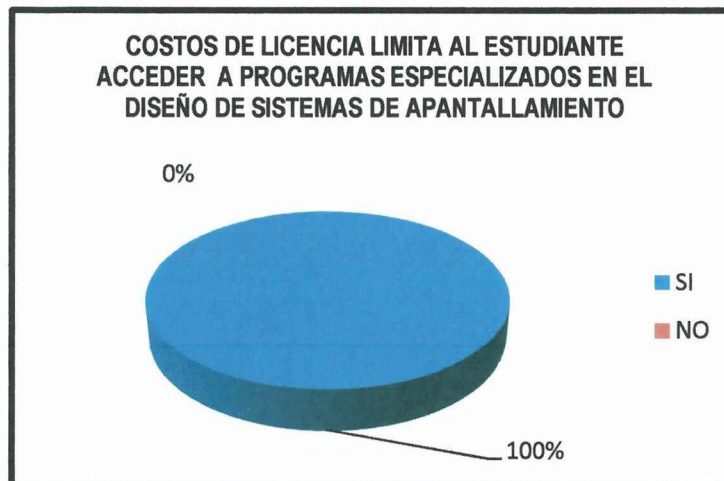
En la actualidad se desarrollan herramientas computacionales en diferentes áreas, también son manipuladas por las personas, ya sea para realizar diseños o para resolver problemas necesarios en el campo que pertenecen, pero en el ámbito de Sistemas Eléctricos de Potencia son pocos los que existen en especial al nivel educativo, el 40% de los docentes manifiestan que si conocen o saben de herramientas computacionales que ayudan en el diseño de sistemas de apantallamiento por otro lado el 60% dijeron que no conocen o saben de herramientas computacionales que ayudan en el diseño de sistemas de apantallamiento, por lo que es necesario realizar una investigación de este importante tema.

8.- ¿Piensa Ud. que los altos costos de las licencias de programas computacionales especializados en diseño de sistemas de apantallamiento para S/E limita su acceso a nivel estudiantil?

TABLA N° 2.9 PREGUNTA #8, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	5	100%
NO	0	0%
TOTAL	5	100%

FIGURA N° 2.9 OPCIONES DE %, PREGUNTA #8



Fuente: Técnica de Encuesta, Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

Los diseño de sistemas de apantallamiento dependen de muchos factores, es por eso que para diseñar de una manera rápida y segura se han desarrollado software avanzados, en un 100% los docentes expresaron que el costo de las licencias han impedido el acceso a los estudiantes como uso a nivel educativo, por lo que el presente proyecto busca brindar una herramienta de fácil comprensión y libre acceso que sirva como ayuda didáctica para los estudiantes de Ingeniería Eléctrica.

9.- ¿Cree Ud. que es necesario la elaboración de un software para el dimensionamiento de sistemas de apantallamiento para S/E que sirva como un complemento a la información recibida en las aulas?

TABLA N° 2.10 PREGUNTA #9, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	5	100%
NO	0	0%
TOTAL	5	100%

FIGURA N° 2.10 OPCIONES DE %, PREGUNTA #9



Fuente: Técnica de Encuesta, Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

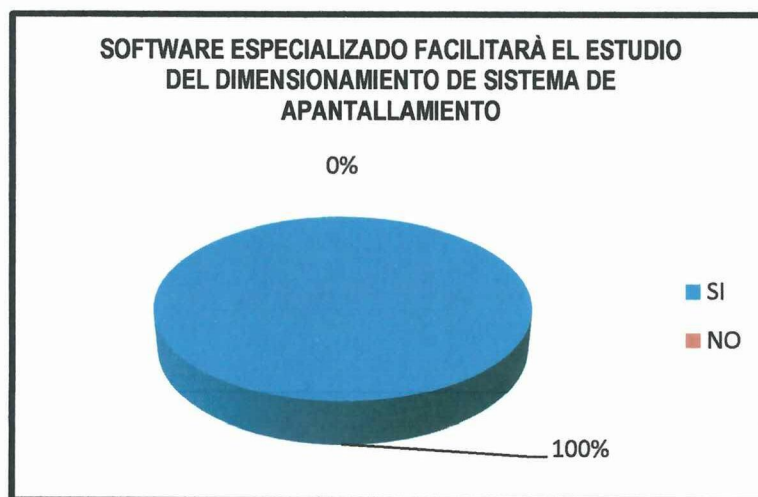
Con el avance de la informática en diferentes áreas es necesaria la elaboración de una herramienta computacional que permita el diseño de sistemas de apantallamiento que sirva como un complemento a la información recibida en las aulas, es por esto en un 100% de los docentes recomiendan y aprueban la realización de este proyecto ya considerando que esto les ayudaría a desarrollar de mejor manera su proceso de enseñanza-aprendizaje.

10.- ¿Un software especializado le facilitará el estudio del dimensionamiento de sistemas de apantallamiento para S/E?

TABLA N° 2.11 PREGUNTA #10, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	5	100%
NO	0	0%
TOTAL	5	100%

FIGURA N° 2.11 OPCIONES DE %, PREGUNTA #10



Fuente: Técnica de Encuesta, Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.
Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

El desarrollo de un software permitirá resolver problemas al diseñar sistemas de apantallamiento que no son solo difíciles de resolver, sino también costosos; los docentes consideran en un 100% la creación de un software el cual les permitirá impartir de mejor manera, esto tan importante que es el proteger el SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA de fallas que ocurren en la misma. Además con esta herramienta computacional, busca asegurar el diseño de sistemas de apantallamiento con la cual se alcanzaría un mayor índice de confiabilidad.

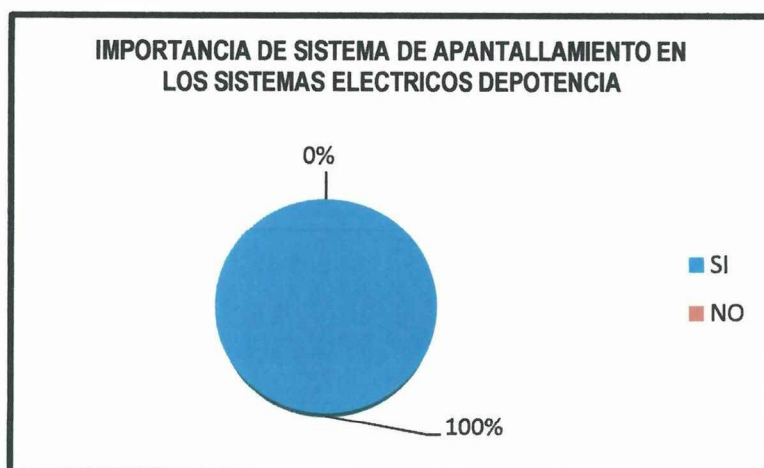
2.12.3. Encuesta aplicada a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la U.T.C.

1.- ¿Piensa usted que los sistemas de apantallamiento para S/E son parte importante de los sistemas eléctricos de potencia?

TABLA N° 2.12 PREGUNTA #1, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	90	100%
NO	0	0%
TOTAL	90	100%

FIGURA N° 2.12 OPCIONES DE %, PREGUNTA #1



Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

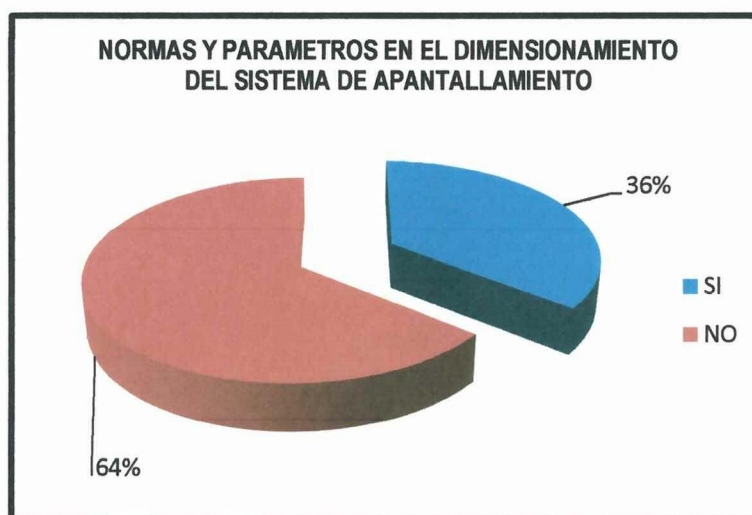
Una perspectiva de los estudiantes el 100% piensa que un sistema de apantallamiento tiene gran importancia, ya que su objetivo fundamental es proteger los equipos eléctricos que se encuentra a la interperie contra descargas atmosféricas, impidiendo en gran medida el paso de los campos eléctricos hasta la unidad que se desea proteger.

2.- ¿Conoce Ud. Los parámetros y normas que se toman en cuenta para dimensiones de sistemas de apantallamiento?

TABLA N° 2.13 PREGUNTA #2, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	32	36%
NO	58	64%
TOTAL	90	100%

FIGURA N° 2.13 OPCIONES DE %, PREGUNTA #2



Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

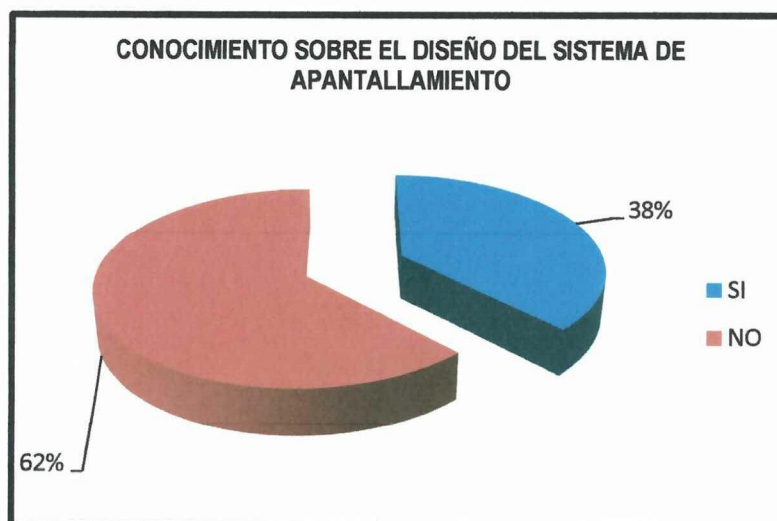
Las normas IEEE generalmente incluyen formulaciones para realizar los cálculos necesarios sobre aspectos prácticos, para realizar un diseño de sistema de apantallamiento nosotros como estudiantes debemos conocer y disponer de gran información referente a normas y procedimientos, el 36% de los estudiantes manifiestan que poseen conocimientos acerca de los parámetros y normas que se deben tener en cuenta en el diseño de sistemas de apantallamiento, mientras que el 64% se refiere que no posee conocimientos en el diseño de sistema de apantallamiento.

3.- ¿Tiene conocimiento sobre el diseño de sistemas de apantallamiento para S/E?

TABLA N° 2.14 PREGUNTA #3, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	34	38%
NO	56	62%
TOTAL	90	100%

FIGURA N° 2.14 OPCIONES DE %, PREGUNTA #3



Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

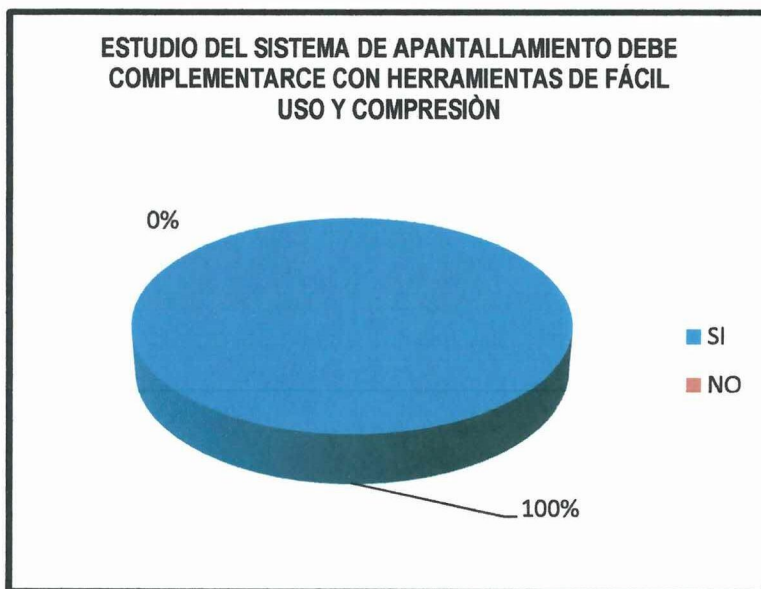
Para realizar un diseño de sistemas de apantallamiento nosotros como estudiantes debemos conocer y disponer de gran información referente a normas y procedimientos a seguir, el 36% de los estudiantes manifiestan que conocen o tienen experiencia en el diseño de sistemas de apantallamiento, mientras que el 64% no dispone de estos conocimientos, por lo que es necesario tener o disponer de información básica.

4.- ¿Es necesario incrementar un software innovador para el diseño de un sistema de apantallamiento en el proceso de enseñanza, aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje?

TABLA N° 2.15 PREGUNTA #4, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	86	96%
NO	4	4%
TOTAL	90	100%

FIGURA N° 2.15 OPCIONES DE %, PREGUNTA #4



Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

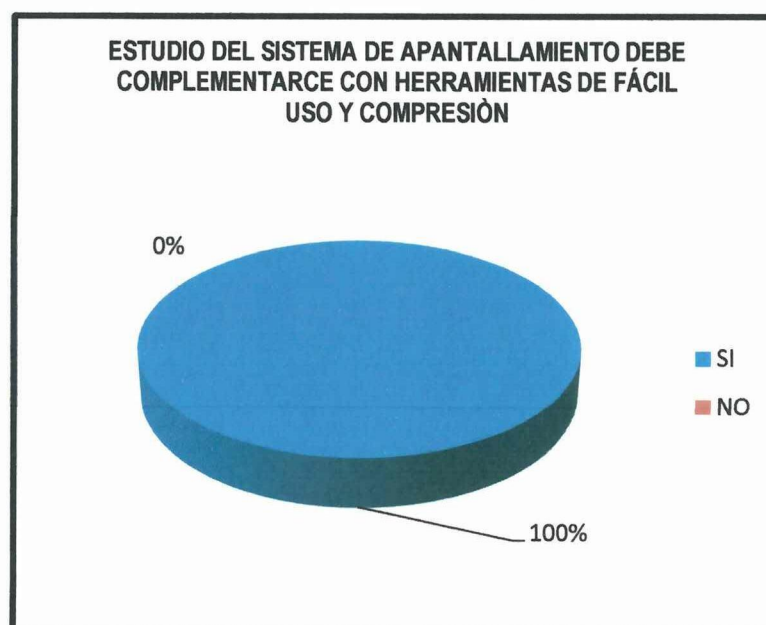
Disponer de material didáctico innovador en este tema de enseñanza-aprendizaje en el diseño sistemas de apantallamiento, el 2% de los estudiantes no considera el incremento del material didáctico, por otro lado el 96% de los estudiantes están de acuerdo con el incremento de material didáctico para el beneficio de todos los que hacen la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

5.- ¿Piensa Ud. que el estudio de sistema de apantallamiento para S/E debe complementar con herramientas actualizadas de fácil uso y comprensión?

TABLA N° 2.16 PREGUNTA #5, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	90	100%
NO	0	0%
TOTAL	90	100%

FIGURA N° 2.16 OPCIONES DE %, PREGUNTA #5



Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.
Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

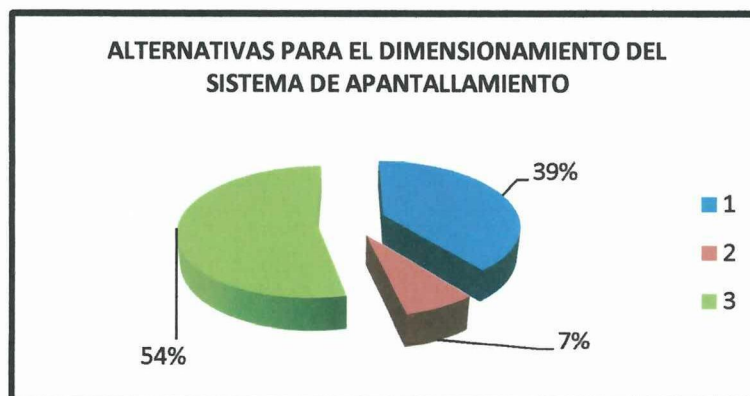
En la actualidad un sin número de investigaciones, desarrollo científico, desarrollo de herramientas computacionales para el aprendizaje como complemento a la cátedra impartida en las aulas se están desarrollando; el 100% de los estudiantes busca el desarrollo y mejoramiento académico, mediante herramientas actualizadas de fácil comprensión y uso en lo referente a realizar estudio de sistemas de apantallamiento que le servirá para un aprendizaje teórico-práctico.

6.- Según su criterio, de las siguientes alternativas. ¿Cuál facilitará el dimensionamiento de sistema de apantallamiento para S/E?

TABLA N° 2.17 PREGUNTA #6, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJES
a.- Implementación de un software	35	39%
b.- Actividades de campo	6	7%
c.- Las dos opciones anteriores	49	54%
TOTAL	90	100%

FIGURA N° 2.17 OPCIONES DE %, PREGUNTA #6



Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

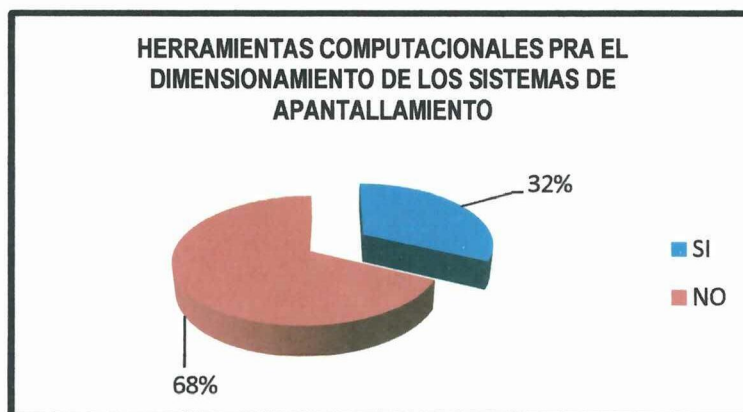
En lo referente a las alternativas que facilitarían el dimensionamiento de sistema de apantallamiento: el 39% de los estudiantes aprueban la implementación de un software, por el conocimiento en este ámbito es muy reducido, el 7% de los estudiantes manifiestan que las actividades de campo ayudan en el dimensionamiento y diseño, mientras que el 54% de los estudiantes expresa que las actividades de campo y la implementación del software permitiera una mejor comprensión en lo teórico y la práctica, la misma permitiera tener seguridad en el diseño del Sistema Eléctrico de Potencia.

7.- ¿Conoce Ud. Herramientas computacionales para el dimensionamiento de los sistemas de apantallamiento para S/E?

TABLA N° 2.18 PREGUNTA #7, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	29	32%
NO	61	68%
TOTAL	90	100%

FIGURA N° 2.18 OPCIONES DE %, PREGUNTA #7



Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

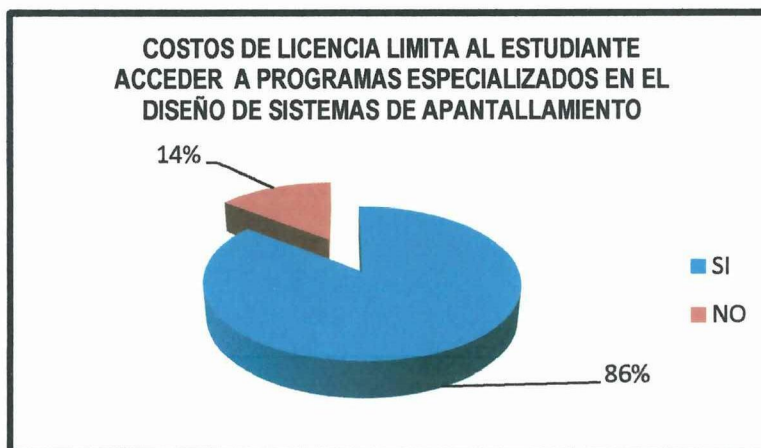
Un correcto diseño del sistema de apantallamiento es fundamental para asegurar la protección de los equipos. Para esto el desarrollo de las herramientas computacionales que resuelvan problemas o realice diseños, en el ámbito de Sistemas Eléctricos de Potencia son pocos los que existen en especial el educativo, el 32% de los estudiantes manifiestan que si conocen o saben de herramientas computacionales que ayudan al diseño de sistemas apantallamiento mientras que el 68% dijeron que no conocen, por lo que es necesario realizar una investigación y así llegar a conocer más de estas herramientas que ayudan a los estudiantes a una mejor preparación académica y profesional.

8.- ¿Piensa Ud. que los altos costos de las licencias de programas computacionales especializados en diseño de sistemas de apantallamiento para S/E limita su acceso a nivel estudiantil?

TABLA N° 2.19 PREGUNTA #8, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	77	86%
NO	13	14%
TOTAL	90	100%

FIGURA N° 2.19 OPCIONES DE %, PREGUNTA #8



Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

El diseño y el dimensionamiento de sistema de apantallamiento de una manera rápida y segura se debe a software avanzados en esta área, el 86% de los estudiantes expresaron que el costo de las licencias han impedido su acceso a nivel educativo, creando vacíos referente a lo recibido en las aulas ya que este tema debe ser tratado en conjunto tanto teórico como práctico, mientras que el 14% manifestaron que no es un inconveniente los costos para acceder a este tipo de programas.

9.- ¿Cree Ud. que es necesario la elaboración de un software para el dimensionamiento de sistemas de apantallamiento para S/E que sirva como un complemento a la información recibida en las aulas?

TABLA N° 2.20 PREGUNTA #9, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	86	96%
NO	4	4%
TOTAL	90	100%

FIGURA N° 2.20 OPCIONES DE %, PREGUNTA #9



Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

Hoy en día con el avance de la tecnologías y con el crecimiento de la industria, desarrollar y mantener un software de una manera fácil, rápida y menos costosa para el diseño de sistemas de apantallamiento se hace necesario, es por esto que los estudiantes en un 96% aprueban la realización de este proyecto ya que un sistema de apantallamiento protege los equipos eléctricos, considerando que esto les ayudaría como un complemento a la información recibida de parte de los docentes, mientras que el 4% de los estudiantes encuestados expresan que no son necesarias estas herramientas.

10.- ¿Un software especializado le facilitará el estudio del dimensionamiento de sistemas de apantallamiento para S/E?

TABLA N° 2.21 PREGUNTA #10, VALORACIÓN DE OPCIONES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	90	100%
NO	0	0%
TOTAL	90	100%

FIGURA N° 2.21 OPCIONES DE %, PREGUNTA #10



Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Interpretación y Análisis

El presente proyecto busca diseñar un software el cual permitirá resolver problemas en el diseño de sistemas de apantallamiento, el 100% de los estudiantes manifestaron que la creación de una herramienta les permitirá de mejor manera el estudio ya que es importante proteger el sistema eléctrico de potencia de fallas que ocurren en la misma. Además con esta herramienta computacional, se busca asegurar el diseño de los sistemas de apantallamiento con lo que se alcanzaría un mayor índice de confiabilidad.

2.13. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

2.13.1. *Modelo lógico.*

El desarrollo de una herramienta computacional en Visual Basic que permita el diseño del apantallamiento, facilitará al docente en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

ho= El desarrollo de una herramienta computacional en Visual Basic que permita el diseño del apantallamiento **NO** facilitará al docente en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

ha= El desarrollo de una herramienta computacional en Visual Basic que permita el diseño del apantallamiento **SI** facilitará al docente en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.13.2. *Modelo matemático*

Hipótesis nula ho= Respuestas observadas = Respuestas Esperadas

Hipótesis alternativa ha= Respuestas observadas \neq Respuestas Esperadas.

La probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es falsa es de 5%, es decir, el nivel de confianza es del 95%.

2.13.3. *Estadística de prueba*

Para la verificación de la hipótesis se toma la fórmula del Chi-cuadrado. Se utilizó la encuesta como técnica para la investigación del proyecto, escogiendo seis preguntas más relevantes para la comprobación como se muestra en la tabla 2.22.

TABLA N° 2.22 DATOS DE LA ENCUESTA OBSERVADA

Ítems	N° Preguntas	Si (f_o)	No (f_o)	Total
1	2	32	58	90
2	3	34	56	90
3	4	86	4	90
4	5	90	0	90
5	9	86	4	90
6	10	90	0	90
TOTAL		418	122	540

Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Aplicamos la fórmula de la frecuencia esperada:

$$f_e = \frac{t_f * t_c}{t_g} \quad (\text{Eq - 9})$$

f_e : Frecuencia esperada

t_f : Total filas

t_c : Total columnas

t_g : Total general

De las 6 preguntas se obtuvo la frecuencia esperada y se detalla en la tabla 2.23

TABLA N°2.23 RESULTADOS DE FRECUENCIA ESPERADA

Ítems	N° preguntas	Si (f_e)	NO (f_e)	Total
1	2	69,67	20,33	90
2	3	69,67	20,33	90
3	4	69,67	20,33	90
4	5	69,67	20,33	90
5	9	69,67	20,33	90
6	10	69,67	20,33	90

Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

Aplicamos la fórmula del chi cuadrado:



$$XC = \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad (\text{Eq} - 10)$$

XC: Valor a calcularse de chi cuadrado.

f_o : Frecuencia observada.

f_e : Frecuencia esperada.

2.13.4. Resolución de chi-cuadrado

TABLA N° 2.24 CALCULO DE CHI-CUADRADO

PREGUNTAS		f_o	f_e	$(f_o - f_e)$	$(f_o - f_e)^2$	$XC = \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
Pregunta 2	Si	32	69,67	-37,67	1419,0289	20,37
Pregunta 2	No	58	20,63	37,37	1396,5169	67,69
Pregunta 3	Si	34	69,67	-35,67	1272,3489	18,26
Pregunta 3	No	56	20,63	35,37	1251,0369	60,64
Pregunta 4	Si	86	69,67	16,33	266,6689	3,83
Pregunta 4	No	4	20,63	-16,63	276,5569	13,41
Pregunta 5	Si	90	69,67	20,33	413,3089	5,93
Pregunta 5	No	0	20,63	-20,63	425,5969	20,63
Pregunta 9	Si	86	69,67	16,33	266,6689	3,83
Pregunta 9	No	4	20,63	-16,63	276,5569	13,41
Pregunta 10	Si	90	69,67	20,33	413,3089	5,93
Pregunta 10	No	0	20,63	-20,63	425,5969	20,63
TOTAL						254,56

Fuente: Técnica de Encuesta, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Elaborado por: Postulantes.

2.13.5. Regla de decisión.

Si $X2c > X2t$ rechazo H_0 y acepto H_1

Grados de libertad

Aplicamos la fórmula para el cálculo del grado de Libertad:

$$gl = (nr - 1) * (nc - 1) \quad (\text{Eq} - 11)$$

Dónde:

gl = Grado de Libertad

nr = Número de filas

nc = Número de columnas

$$gl = (6 - 1) * (2 - 1)$$

$$gl = 5$$

Con un nivel de significación de 5% y 5 grado de libertad $X^2_p = 11,070$. Dada por la tabla 37 se indica si la hipótesis H_0 o H_1 se acepta.

TABLA N° 2.25 DISTRIBUCION DEL CHI-CUADRADO

ν	$X^2_{0,005}$	$X^2_{0,01}$	$X^2_{0,025}$	$X^2_{0,05}$	$X^2_{0,95}$	$X^2_{0,975}$	$X^2_{0,99}$	$X^2_{0,995}$
1	0,00003935	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,647	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	35,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,878	14,573	16,151	40,113	43,195	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,994

Fuente: Catherine M. Thomsonp, Table of porcentaje of the distribution, vol.32

2.13.6. Decisión.

El valor de $X^2_c = 254,56 > X^2_p = 11,070$ y de conformidad a lo establecido en la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa es decir: El desarrollo de una herramienta computacional en Visual Basic que permita el diseño del apantallamiento **SI** facilitará al docente en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

De tal forma la hipótesis planteada es viable, ya que ha permitido ser guía de trabajo investigativo, llegando a ser comprobada satisfactoriamente por medio del método de chi-cuadrado y las validaciones de los docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE APANTALLAMIENTO EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS “D.S.A//S/E”.

3.1. PRESENTACIÓN.

Toda instalación en una subestación eléctrica posee Sistemas Eléctrico de Potencia (S.E.P), existe el llamado “Apantallamiento” que busca brindar una captura o captación de la descarga atmosférica y transportarla a “Tierra” que es un camino de baja impedancia por el cual se descargue las variaciones de los parámetros eléctricos nominales del sistema. El óptimo diseño del sistema de apantallamiento, tiene como premisa fundamental garantizar la confiabilidad o robustecer el sistema de aislamiento para esto debe permitir la captación descarga atmosférica de altos voltajes peligrosos para transportarla rápidamente y llevarla “Tierra” para los componentes físicos del sistema pero sobre todo salvaguardando la integridad de los seres humanos bajo condiciones de funcionamiento normal y condiciones de falla.

Hoy en día la demanda de energía a nivel mundial crece constantemente por las nuevas tecnologías que hacen que la electricidad sea el motor elemental que

mueve al mundo. Hoy en día el Ecuador actualmente está abriendo nuevos campos dentro de estudio de la electricidad ya que se busca brindar mejores niveles de confiabilidad en los Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP), y que mejor combinar los avances tecnológicos con los conocimientos técnicos en lo referente al dimensionamiento del sistema de Apantallamiento para crear una herramienta que permita su diseño óptimo tomando en cuenta todos los factores que se involucran dentro del mismo.

La regulación del sector eléctrico para los sistemas eléctricos, consideran importantes los aspectos relacionados con la calidad y confiabilidad del servicio, razón por la cual una de las principales preocupaciones dentro de la Ingeniería Eléctrica ha sido el buscar condiciones favorables y la toma de decisiones correctas para la distribución de energía, reduciendo el número y tiempo de interrupciones de servicio que se presentan por daños a componentes del Sistema Eléctrico de Potencia que se producen por malos apantallamientos, aterramientos del sistema, mejorando la confiabilidad del mismo. Es así que la confiabilidad y seguridad en el diseño de los sistemas eléctricos están ligadas estrechamente a los diseños de apantallamientos y las mallas de puesta a tierra que son fundamentales.

3.2. OBJETIVOS.

3.2.1. *Objetivo General.*

- Desarrollar una herramienta computacional que permita el diseño del sistema de apantallamiento en subestaciones ante las descargas atmosféricas.

3.3. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.

El Ecuador, tiene alto índice de descargas atmosféricas, además que cuenta con 4 regiones y por tanto el comportamiento de las descargas atmosféricas no son las mismas ni siquiera en la misma región por lo que es necesario el desarrollo de una herramienta computacional que permita cambiar las diferentes variables enterasen

especial el nivel isoceraunico ya que así se realizara el diseño del sistema de apantallamiento más efectivo.

La instalación de un sistema de apantallamiento permite la protección de personas y bienes contra, descargas atmosféricas. Por lo tanto, la ejecución correcta de la misma brinda importantes beneficios al evitar pérdidas de vidas, daños materiales e interferencias con otras instalaciones.

Como se puede invertir mucho dinero en un sistema de apantallamiento, es necesario asegurar el correcto diseño del mismo. En la actualidad, existen diversas herramientas computacionales que permiten el diseño y análisis de los sistemas de apantallamientos, sin embargo los altos costos de las licencias de dichos programas hacen que su acceso sea limitado, por lo que el presente proyecto busca brindar una herramienta de fácil comprensión y libre acceso que sirva a nivel educativo como una ayuda didáctica para los estudiantes de Ingeniería Eléctrica y como un soporte para los profesionales que se involucren con el área.

Con el desarrollo de este proyecto, se tendrá la oportunidad de explicar claramente los conceptos que intervienen en lo que se refiere a sistemas de apantallamientos y la necesidad de que los conocimientos sean traspasados a los diseñadores e instaladores de dichos elementos, para lograr una mayor comprensión del tema en estudio. Esta herramienta computacional, busca asegurar el diseño del sistema de apantallamiento más confiable con lo que se alcanzaría un mayor índice de confiabilidad de los Sistemas Eléctricos de Potencia y menor riesgo a la integridad de las personas.

3.4. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL DISEÑO DEL APANTALLAMIENTO EN SUBESTACIONES.

3.4.1. Importancia del software.

El software es el elemento lógico fundamental para la actividad del computador y diversas aplicaciones del mismo. Está formado por un conjunto de instrucciones

bien especificadas, la configuración de datos que se necesitan para hacer que estos programas operen de manera correcta.

Es importante considerar ciertas características para el diseño de un software.²³

- El software es un elemento lógico y no físico.
- El software se desarrolla o se construye; no se fabrica.
- El software no se desgasta.
- El software cambia y evoluciona continuamente.
- El software es un analista de procesos rápidos.

Lo que se busca con la ejecución del presente proyecto es diseñar un software de aplicación que permita realizar el dimensionamiento del diseño del sistema de apantallamiento en subestaciones; es decir un software de aplicación encaminado a la Ingeniería Eléctrica.

Un software de aplicación es un programa realizado por los usuarios y para los usuarios que realizan una función específica y en nuestro caso se encargará de resolver problemas rápidos como el dimensionamiento del diseño del sistema de apantallamiento en subestaciones, mediante la ejecución de algoritmos matemáticos complejos.

En la mayoría de sistemas informáticos el software es el elemento que más presupuesto requiere, debido a los diversos métodos de diseño y lenguajes de programación a ser utilizados. Una mala estimación del presupuesto del software puede causar pérdidas económicas, incluso un fracaso en el proyecto planteado.

La estimación del costo del software no es una ciencia exacta, porque depende del tipo de software que se vaya a desarrollar. No se debe subestimar el costo del proyecto y para la estimación del presupuesto, se deben considerar todos los

²³LARMAN Graig, "Manual del programador", Colombia, 2001, p 66

costos que se generan durante vida del mismo, incluyendo los mejoramientos esperados y los costos de mantenimiento.

Al realizar un programa computacional, se deben escoger las herramientas (lenguajes de programación, librerías, editores de texto, instaladores) adecuados que permitan desarrollar el programa según los requerimientos establecidos en el proyecto.

3.5.CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DEL SOFTWARE.

El software es el elemento lógico fundamental para la actividad del computador. Está formado por un conjunto de instrucciones bien especificadas, la configuración de datos que se necesitan para hacer que estos programas operen de manera correcta.

3.5.1. *Etapas de la construcción de software.*

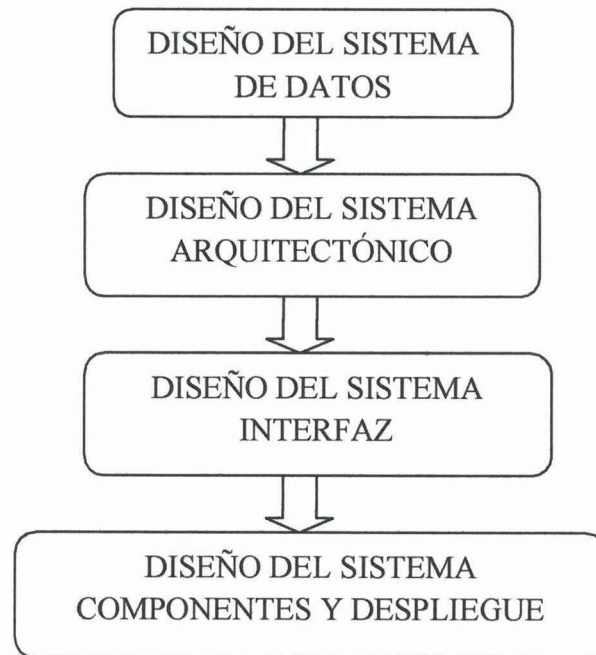
Las fases que intervienen en el proceso de diseño de software son representaciones con diferentes niveles de abstracción de las especificaciones de los requerimientos. Las fases de diseño se mejoran porque en la realización de cada uno de ellos se descubren errores y omisiones del sistema.²⁴

Los investigadores, proponen desarrollar el Software siguiendo una secuencia, es decir que para culminar con el diseño hay que seguir una serie de pasos de manera ordenada con el fin de obtener resultados acertados como la información de salida para su diseño. La figura 3.1 presenta las fases a seguir para la construcción del software.

²⁴ CAIZA, Víctor, "Diseño e implementación del Software", Quito, 2008.



FIGURA N° 3.1 ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DEL SOFTWARE



Fuente:” Diseño e implementación del Software.”

Recopilado por: Grupo de Investigadores.

a) Diseño del Sistema Datos.

Para el diseño del sistema datos se hace mediante un análisis y un diseño de la estructuras de datos que permita representar la información que fluye a través del sistema a la vista de la información que debe ser manejada y de la funcionalidad del sistema. Estas estructuras de datos deberán ser definidas explícitamente y de forma completa en sus aspectos conceptual, lógico y físico en cada una de las partes que componen la documentación del sistema software que se solicita.

Se considera los siguientes principios para el diseño de datos.

- Desarrollar y revisar las representaciones del flujo y contenido de datos, identificando los objetos de datos, considerar alternativas y evaluar el impacto de los datos que modelan el diseño del software.

- Identificar la estructura de datos y operaciones que se realizarán en ellas.
- El diseño de datos debe ser descendente, desde referencias generales especificándose en detalle.
- Hay que pensar en que el lenguaje de programación soporte la estructura de datos elegida.

b) Diseño sistema Arquitectónico.

El diseño arquitectónico de un programa o sistema de cómputo comprende el establecimiento de un marco de trabajo estructural básico para un sistema. Apunta a la estructura general del software y el modo en que la estructura ofrece una integridad conceptual al sistema.

De modo simple, se puede considerar que está compuesta por la estructura jerárquica de los componentes (módulos), la manera en la que dichos componentes interactúan y la estructura de datos que es utilizada por dichos componentes.

El tipo de diseño arquitectónico a utilizar depende de la estructura del sistema a desarrollar, en ocasiones se deben utilizar diversas arquitecturas según como se divida el sistema.

c) Diseño del sistema Interfaz.

Para el diseño de la interfaz se establece un conjunto de mecanismos que permite establecer una comunicación hacia dentro, fuera del sistema y usuario. Por lo cual existen tres elementos importantes del diseño de interfaz.

- La interfaz con el usuario: Permite establecer un medio de comunicación entre el usuario y una computadora. La interfaz de usuario incorpora elementos estéticos, ergonómicos y técnicos.

- Interfaces externas: Es el medio de comunicación entre sistemas externos a la aplicación. En este tipo de interfaces se debe considerar el uso de revisión de errores y la implementación de seguridades.
- Interfaces internas: Permite la comunicaron y colaboración entre componentes de diseño.

d) Diseño del Sistema componentes.

Para el diseño de componentes se define las estructuras de datos, interfaces y los algoritmos para cada fase del programa. Cada componente proporcionar la información suficiente para la generación del código fuente, su representación puede ser mediante diagramas de flujo, formatos de texto o tabulares. La figura 3.7 representa los diagramas de flujos del programa.

e) Diseño del Sistema despliegue.

Para el diseño del despliegue indica la configuración y funcionalidad de los subsistemas dentro del entorno computacional.

3.6.CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DEL SOFTWARE “D.S.A//S/E”.

3.6.1. *Requerimientos informáticos.*

3.6.1.1. *VISUAL BASIC.*

Visual Basic es uno de los tantos lenguajes de programación que podemos encontrar hoy en día. Es un lenguaje de programación que se ha diseñado para facilitar el desarrollo de aplicaciones en un entorno grafico (GUI-GRAPHICAL USER INTERFACE) Como Windows 98, Windows XP, Windows 7 o superior.

Proyectista de entorno de datos: Es donde se construye la parte que permite generar, de manera automática, conectividad entre controles y datos mediante la acción de arrastrar y colocar sobre formularios o informes.

Auxiliar para formularios: Sirve para generar de manera automática formularios que administran registros de tablas o consultas pertenecientes a una base de datos, hoja de cálculo u objeto (ADO-ACTIVE DATA OBJECT).

Ventanas de aplicaciones HTML: Se combinan instrucciones de Visual Basic con código HTML para controlar los eventos que se realizan con frecuencia.

Los objetos de Visual Basic tienen propiedades, métodos y eventos. Las propiedades son los datos que describen un objeto. Los eventos son hechos que pueden ocurrir sobre un objeto. Un método agrupa el código que se ejecuta en respuesta a un evento.

Dentro de la programación se utilizan los objetos, las variables previamente definidas, las funciones desarrolladas por el programador o propias de este lenguaje para la circulación correcta y sencilla de información entre varias aplicaciones y entre el propio programa – usuario.

3.6.1.2. INTERFAZ.

La interfaz es también parte del programa que permite el flujo de información entre un usuario y la aplicación, o entre la aplicación y otros programas la interfaz puede ser del tipo (graphic user interface o interfaz gráfica de usuario). Esa parte del programa está constituida por un conjunto de comandos y métodos que permiten estas intercomunicaciones por tal motivo se describe brevemente el interfaz que utiliza la programación en VISUAL BASIC.

Por lo tanto la interfaz que se utilizara en este trabajo entre el usuario y el programa será a través del hardware común que posee una computadora personal (mouse, teclado, monitor, impresora) donde por medio de imágenes y objetos

pictóricos (Iconos, ventanas...) además de texto mostrados en la pantalla del monitor, el usuario podrá interactuar con el programa, ingresando datos e información necesaria, manipulando los botones y visualizando los resultados.

Para el ingreso de datos se clasificara en seis grupos cada uno en una respectiva ventana general:

- Datos generales la subestación eléctrica.
- Datos del conductor de línea de transmisión entrante.
- Datos de elementos más altos de la subestación eléctrica.
- Datos de parámetros inquebrantables del rayo.
- Datos de impedancia característica del conductor de la línea entrante.
- Patios de transformación de la subestación eléctrica.

Para la visualización de resultados se lo hará en forma grafica por medio de ventanas y barras para cada una de los patios de transformación y elementos de protección contra los rayos que componen la subestación eléctrica en estudio o por medio de resultados numéricos que se podrán almacenar o imprimir en un archivo con extensión PDF EXCEL

Para el manejo del programa D.S.A//S.E se creara un archivo de ayuda para que el usuario pueda despejar sus dudas y utilizar este programa de la mejor manera.

3.6.1.3. DECLARACIÓN DE VARIABLES.

Es fundamental identificar las variables que el usuario ingresara para los respectivos cálculos que realizara el programa, así como también las variables donde se almacenaran los resultados calculados para la visualización del usuario, las mismas que serán declaradas de manera global o pública para que se pueda tener acceso desde cualquier parte del programa.

a) Variables de Entrada.

Las variables que se presenta en esta tabla (6.1) el usuario ira ingresando de acuerdo como el programa lo requiera a través de sus ventanas. Para el análisis en sí de todos los patios, mástiles, cables de guarda, periodo de protección, altura efectiva de los elementos protectores y distancias de seguridad que conforman la subestación eléctrica el programa necesita los datos de cada una de los patios de transformación y la subestación en estudio por lo que se lo pude hacer en forma manual.

A Continuación se declara las variables de entrada con su respectivo nombre, la variable que corresponde en el código o fuente, tipo de variable y valor límite que el usuario podrá ingresar.

Tabla N° 3.1 VARIABLES DE ENTRADA

NOMBRE	VARIABLE	TIPO	LIMITE
Datos Generales de la Subestación Eléctrica en Estudio.			
Área de la Subestación Eléctrica.	AT_{SE}	*Arreglo tipo doublé	Real
Voltaje Nominal Del Sistema Entrante.	$KV- RMS$	Double	>0
Nivel Básico De Aislamiento Del Sistema.	$BIL - KV$	Double	>0
Nivel isoceraunico de la región o sitio de la s/e.	T	Double	>0
# Patios De Transformación S/E.	$\#P_T$	Entero	>0
Datos del Conductor de Línea Transmisión Entrante.			
Tipo de conductor.	T_C	*Arreglo tipo	Real
Calibre del conductor.	$AWGMCM$	Double	>0
# Hilos del conductor.	$\# HC$	Entero	>0
Radio del conductor.	$R.C$	Double	>0 y <2
Radio corona.	R_C	Double	>0 y

			<0.51
Altura promedio de las fases de la línea T.	<i>Altitud. F</i>	Double	>0
Impedancia característica de los conductores de fase de la línea de transmisión.			
Impedancia característica con efecto corona.	Z_{OC}	Double	>0
Impedancia característica sin efecto corona.	Z_{OS}	Double	>0
Elementos o equipos más altos de la subestación eléctrica.			
Tipos de configuración de barras.	T_C barras	*Arreglo tipo	Real
Separación mínima de la barra la distancia metálica del mástil.	Y	Double	>0 , <2
Parámetros constantes del rayo a tierra.			
Coefficiente para responder a diferentes impactos del rayo con mástiles.	K	Entero	1.2
Coefficiente para responder a diferentes impactos del rayo con cables de guarda.	K	Entero	1
Porcentaje de exposición a rayos.	%	Double	0,01, 0.015, 0,1015
Patios De Transformación.			
# Patios de Transformación	$\#P_T$	Entero	>0
Área del Patio	A_P	*Arreglo tipo	Real
Forma de gráfica.	F_G	*Arreglo tipo	Real
# Cables de guarda.	$\#C_G$	Entero	>0
Periodo de protección para diseño del apantallamiento S/E.	Y	*Arreglo tipo	Real
Altura efectiva próxima de los cables de guarda.	H_{CG}	*Arreglo tipo	Real

Selección del largo o ancho del patio para mástiles.	$L O W$	*Arreglo tipo	Real
Altura efectiva próxima de mástiles.	H_M	*Arreglo tipo	Real

Fuente: NORMA IEEE 998- 1997

Realizado por: Grupo de Investigadores.

*Variables definidas como un arreglo real según el tipo de S/E y las tres fases de elección.

b) Variables de Salida.

Para que el usuario pueda visualizar los resultados correspondientes de cada torre se creara una variable tipo ficha que contenga en forma de registros los resultados de cada torre como se indica en la siguiente tabla.

Tabla N° 3.2 VARIABLES DE SALIDA

NOMBRE	VARIABLE	TIPO
Patios De Transformación.		
Periodo de protección corregido para diseño del apantallamiento S/E	Y_D	Infinite $\infty \dots$
Área protegida por cada cable de guarda	A_{A_1}	Infinite $\infty \dots$
Área total protegida por los cables de guarda:	A_{TFC}	Infinite $\infty \dots$
Periodo de protección para cada cable de guarda	V_{A_1}	Infinite $\infty \dots$
Distancia protegida para cables de guarda:	D_{FC}	Infinite $\infty \dots$
Periodo de protección cables de guarda T	A_{TFC}	Infinite $\infty \dots$
Periodo de protección para cada área del mástil	Y_M	Infinite $\infty \dots$
#Mástiles a instalarse	$\#M$	Infinite $\infty \dots$
Distancia protegida para mástiles:	D_{FM}	Infinite $\infty \dots$
Distancia protegida para cables de guarda	D_{FC}	Infinite $\infty \dots$
Mástiles.		

Distancia de atracción de la esfera.	S	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Altura del mástil (calculada).	H	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Altura de la barra.	A	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Distancia horizontal del origen de esfera (OOS) para ir en barra.	$W \& C$	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Separación máxima del mástil a la barra para protección.	T	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Fase mínima al acero en el espacio.	Y	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Distancia horizontal entre OOS y línea dibujada entre dos mástiles.	Z	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Mitad de la separación entre dos mástiles.	L	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Separación máxima entre dos mástiles.	X	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
<i>Cables De Guarda.</i>		
Distancia de atracción de la esfera	S	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Altura del alambre (calculada).	H	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Altura de la barras.	A	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Mitad de la separación entre dos alambres.	L	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Separación máxima entre dos alambres.	X	*Arreglo tipo Infinite ∞ ...
Diferencia de elevación entre el alambre y barra.	D	*Arreglo tipo

		Infinite $\propto \dots$
Diferencia de elevación entre el alambre y OOS.	E	*Arreglo tipo Infinite $\propto \dots$
Distancia horizontal entre OOS y alambre.	R	*Arreglo tipo Infinite $\propto \dots$
Distancia horizontal entre OOS y barra.	T	*Arreglo tipo Infinite $\propto \dots$
Distancia horizontal entre el alambre de escudo y barra.	C	*Arreglo tipo Infinite $\propto \dots$
Parámetros del periodo de protección del apantallamiento S/E.		
Intensidad de corriente admisible del rayo con efecto corona en la impedancia característica.	I_{sC}	*Arreglo tipo Infinite $\propto \dots$
Intensidad de corriente admisible del rayo sin efecto corona en la impedancia característica.	I_{sS}	*Arreglo tipo Infinite $\propto \dots$
Distancia de atracción con corriente de efecto corona	S_C	*Arreglo tipo Infinite $\propto \dots$
Distancia de atracción sin corriente de efecto corona.	S_S	*Arreglo tipo Infinite $\propto \dots$
Corriente de retorno del rayo con distancia de atracción con corriente de efecto corona.	I_{RC}	*Arreglo tipo Infinite $\propto \dots$
Corriente de retorno del rayo con distancia de atracción sin corriente de efecto corona.	I_{RC}	*Arreglo tipo Infinite $\propto \dots$
Área total de la S/E:	AT_S	Infinite $\propto \dots$
# Mástiles.	# $N.M$	Infinite $\propto \dots$
# Cables de Guarda.	# $N.C$	Infinite $\propto \dots$
Densidad de rayo a tierra.	GFD	Infinite $\propto \dots$
Periodo de protección de la S/E en conjunto para diferentes años de protección por patio.	$P_{P S/E}$	Infinite $\propto \dots$
# Descargas en la S/E.	# ns	Infinite $\propto \dots$
Periodo de protección de la s/E en conjunto por	$P_{P S/E}$	Infinite $\propto \dots$

porcentaje de exposición al rayo.		
Reporte mástiles.	<i>Repor.M</i>	Infinite ∞...
Reporte cables de guarda.	<i>Repor.C</i>	Infinite ∞...
Grafica de auto cad.	<i>Graf.</i>	Infinite ∞...

Fuente: NORMAS IEEE 998- 1997, PAUL AYORA

Realizado por: Grupo de Investigadores.

*Variables para cada fase definida como un arreglo de Infinito valor.

Los resultados o variables de salida obtenidos se podan almacenar e imprimir en un archivo con extensión. Txt.

Además de las variables de entrada y salida en el desarrollo del programa se necesitaran otras variables (auxiliares) que se irán declarando en las subrutinas y/o formas de manera local como se podrá ver en el código de fuente.

3.6.2. Requerimientos del software.

Este software se basará en la norma IEEE 998- 1997, El objetivo del programa a desarrollar es obtener los valores de altura de cables de guarda, mástiles y probabilidad de falla o periodo de protección de la subestación eléctrica para diversas configuraciones de mallado. También mostrar los resultados en la pantalla del computador mediante una interfaz gráfica.

Los requerimientos que debe tener el programa son:

- Las características: tipo de subestación; su área proteger; el voltaje entrante o saliente más alto; según eso la altura de la barra a proteger y sus elementos son definidas en un documento.

- Los datos de entrada son: Análisis de impedancia característica con efecto y sin efecto corona; la corriente de descarga o atracción, corriente de retorno; el radio de la esfera o la distancia de atracción.
- Análisis por patio corresponde al dimensionamiento del área del patio; al número de cables de guarda a implementar, el número de mástiles a instalar; su periodo de protección por cable y por cada área del mástil; la distancia protegida por los cables y los mástiles y por último la altura previa efectiva del mástil o cable de guarda al instalar del pórtico de la barra Parámetros de Diseño y Diseño Preliminar.
- El análisis matemático no debe consumir demasiado tiempo de procesamiento.
- Mostrará un reporte de los resultados de corriente de descarga y retorno; la altura de los elementos protectores según el nivel de voltaje más alto con su respectiva distancia de atracción; el periodo de protección o probabilidad de falla de que un rayo penetre la subestación; el área total protegida, número de descarga, densidad de rayo a tierra, S/E; (se lo realizará en un documento de texto).
- Gráfica del diseño final del apantallamiento, desplegada en AutoCAD con otra sub ventana la cual nos permitirá rediseñar la gráfica mas no los datos obtenidos preliminares porque razón por la ubicación de los pórticos en diferentes sitios.

Para la interfaz gráfica con el usuario los requerimientos son:

- Al ser un programa que presenta gráficos, estos deberán ser presentados procurando obtener su mayor visibilidad y la capacidad de navegación sobre los mismos.

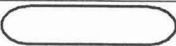
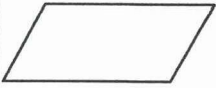

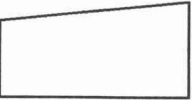
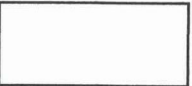
- La interfaz gráfica debe ser intuitiva y de fácil utilización, procurando que la mayor parte de información requerida para su utilización esté en la vista principal.
- La visualización y manejo de los gráficos será simple y de forma directa, evitando tocar aspectos fuera del dimensionamiento del apantallamiento.
- La interfaz gráfica del rediseño será muy simple el uso del rediseño con lo que podremos eliminar o volver a integrar al sistema.

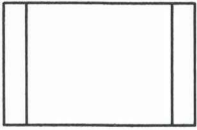


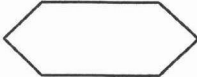

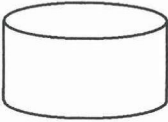

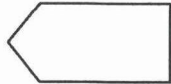
3.6.3. Diagramas de flujo.

Los diagramas de flujo son representaciones graficas del flujo lógico de datos y procedimientos que conforman la formulación del programa a desarrollarse.

Para la comprensión de estos diagramas de flujo se describe los símbolos a utilizarse con su significado.

Tabla N° 3.3 ELEMENTOS PARA GENERACIÓN DE DIAGRAMAS DE FLUJOS

Elemento	Concepto	Grafico
Terminal	Indica el comienzo o final de una rutina.	
Entrada o Salida	Operación de entrada / salida, como lectura o escritura de datos o resultados	
Decisión	Verificar, realizar uno u otro proceso.	
Entrada desde Teclado	Indica que hay que realizar una entrada de datos desde el teclado.	
Proceso	Indica una operación lógica o matemática.	

Procedimiento	Este símbolo sustituye a todo un subprograma o subrutina cuyo desarrollo detallamos para el final.	
Salida a una Impresora	Presentación de resultados en una impresora.	
Conector	Punto de referencia que indica donde debe continuar el diagrama de flujo. se utiliza para indicar un cambio en el flujo normal de datos (transferencia o bifurcación)	
Bucle	Se usa para repetir un proceso.	
Conector fuera de Pagina	Se usa para conectar un flujo demasiado extenso que se realiza en más de una página.	
Disco Magnético	Se usa para extraer o guardar datos en el disco por medio de un archivo.	
Flecha	Indica el sentido como fluye la información y procedimiento.	
Mensajes	Indica información adicional al programador.	

Fuente:” Diseño e implementación del Software.”

Recopilado por: Grupo de Investigadores.

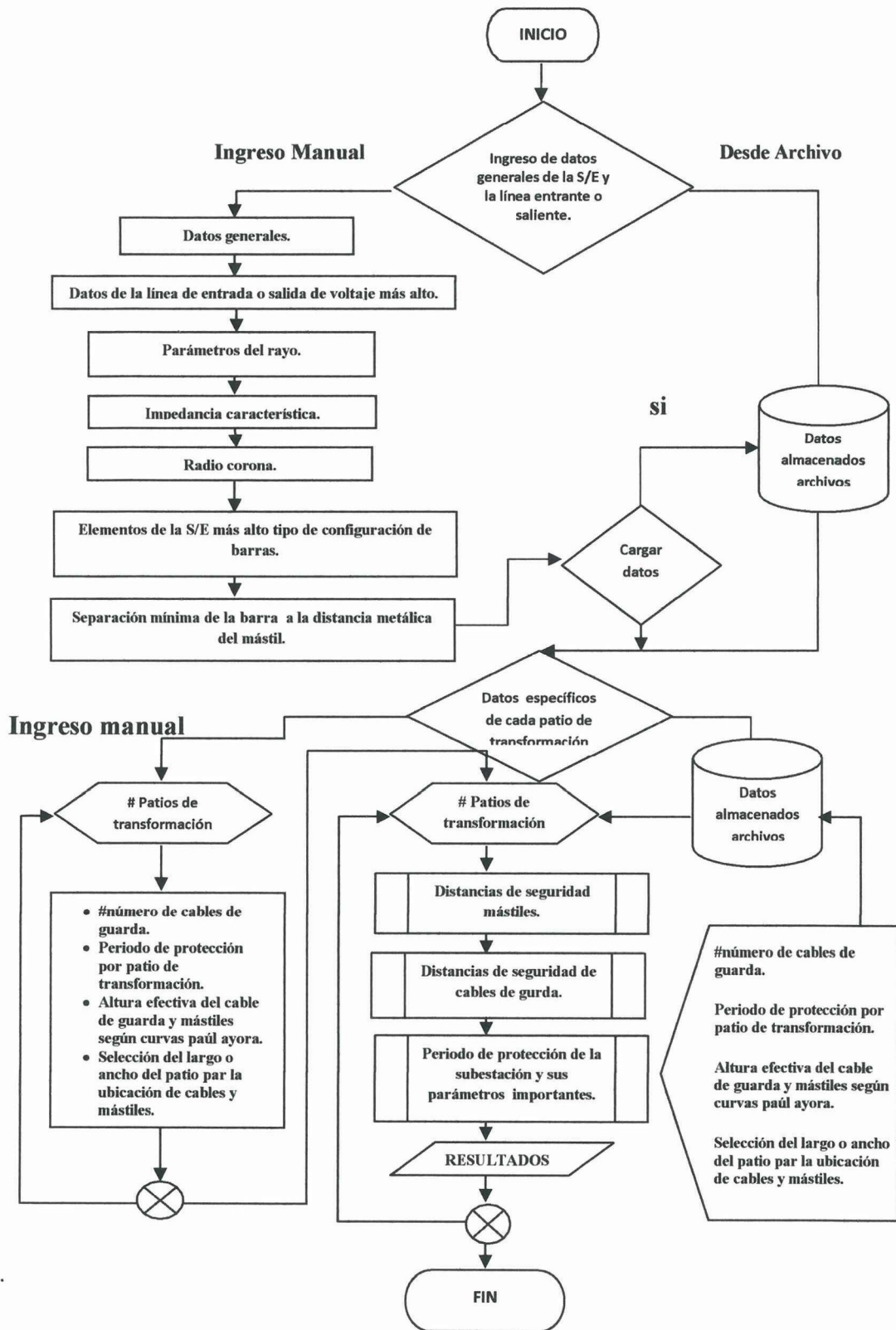
A continuación se presenta los diagramas de flujo más importantes en el desarrollo del programa D.S. A. //S/E.

- Diagrama general de flujo del programa.
- Diagrama de flujo (Periodo de Protección por Patio de Transformación).
- Diagrama de flujo (Distancias de Seguridad para Mástiles y Cables de Guarda).

- Diagrama de flujo (Periodo de Protección del Apantallamiento de la Subestación eléctrica).

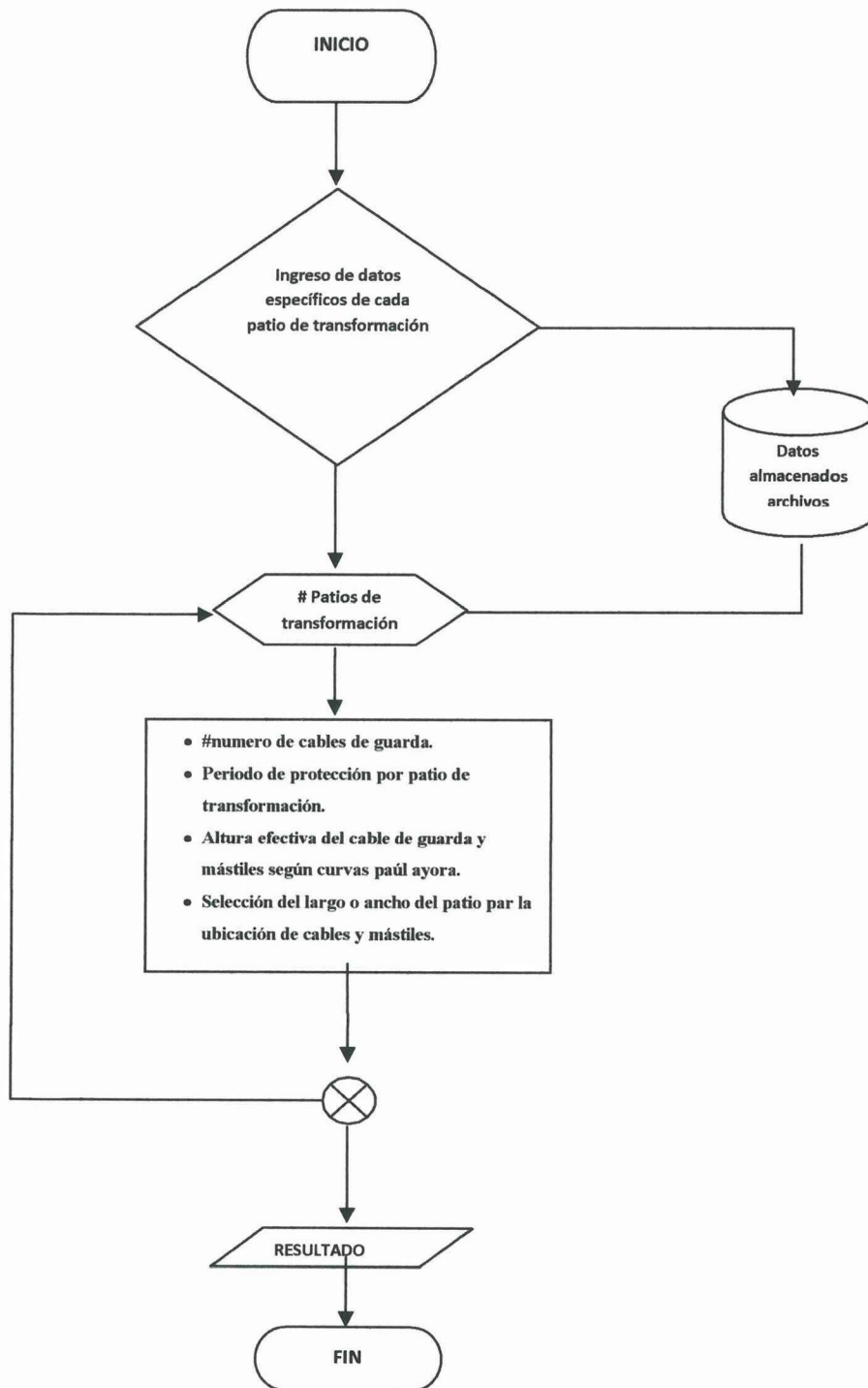
A más de los diagramas de flujo citados, también existen otros que ayudan al desarrollo y funcionamiento de la herramienta computacional pero no son tan relevantes por lo que no se les incluye en estos diagramas.

3.6.3.1. DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO DEL PROGRAMA



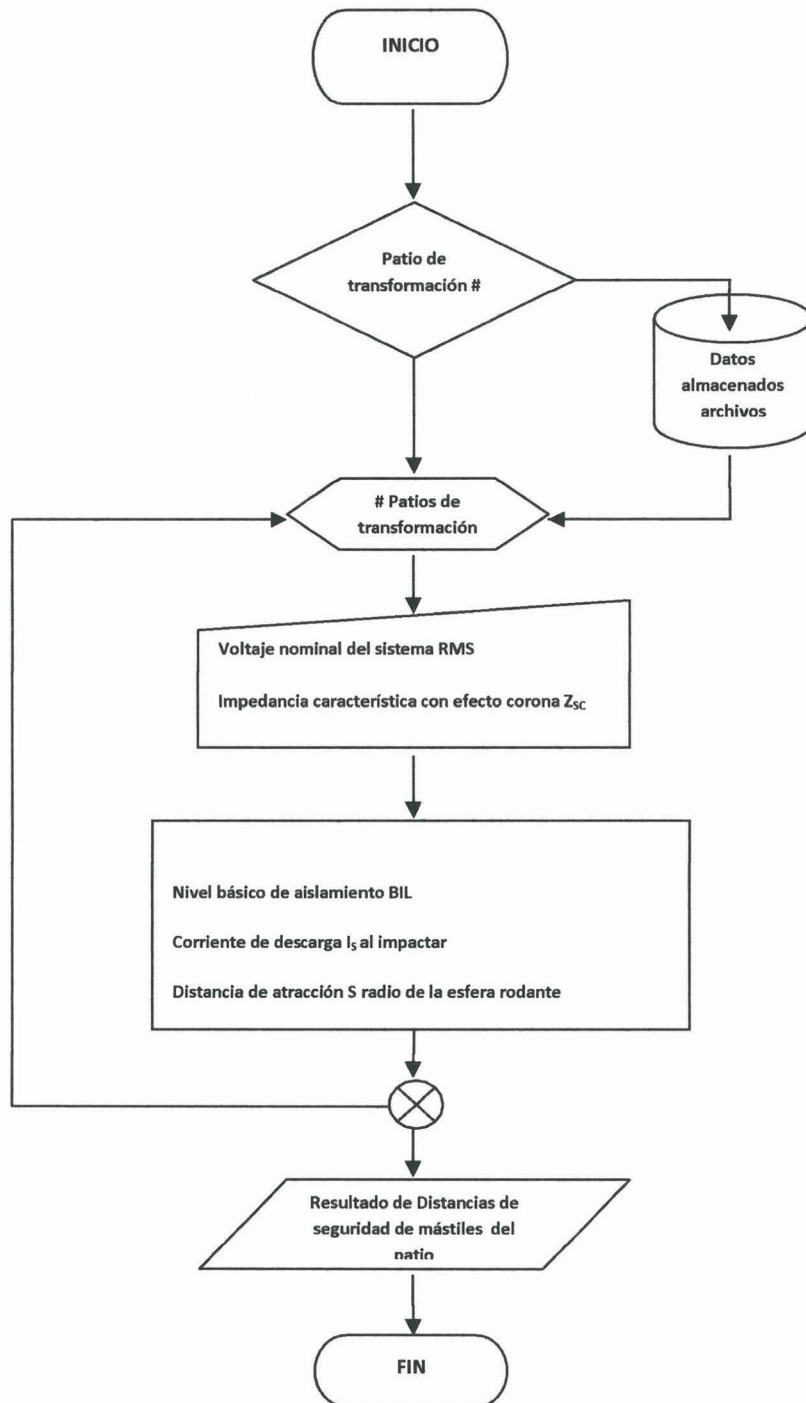
Realizado por: Grupo de Investigadores

3.6.3.2. DIAGRAMA DE FLUJO (PERIODO DE PROTECCIÓN POR PATIO DE TRANSFORMACIÓN)



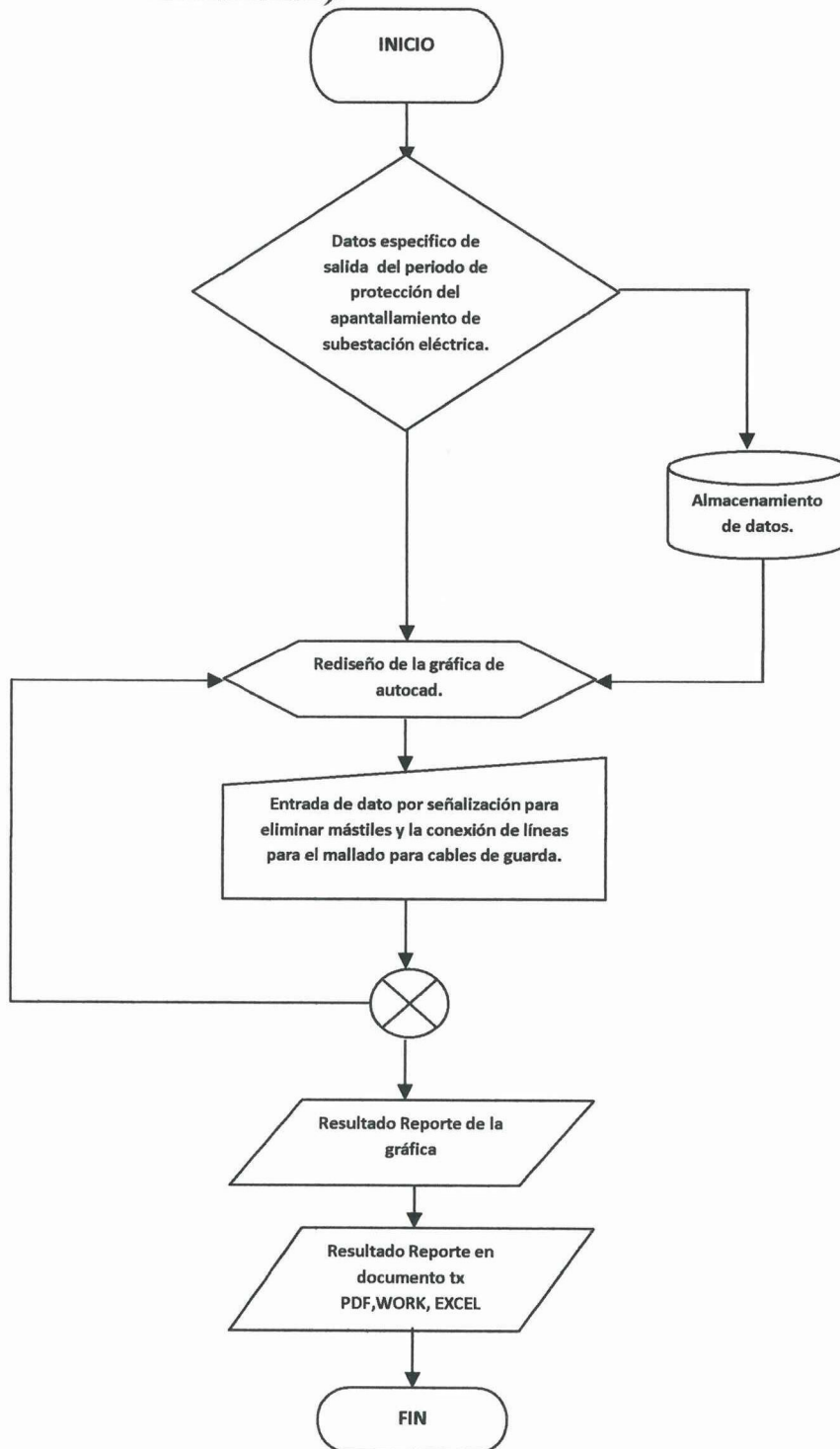
Realizado por: Grupo de Investigadores.

3.6.3.3. DIAGRAMA DE FLUJO (DISTANCIAS DE SEGURIDAD PARA MÁSTILES Y CABLES DE GUARDA.



Realizado por: Grupo de Investigadores.

3.6.3.4. DIAGRAMA DE FLUJO (PERIODO DE PROTECCIÓN DEL APANTALLAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA).



Realizado por: Grupo de Investigadores.

3.6.4. Herramientas para el desarrollo del sistema del software.

En esta sección se describen algunas iniciativas, marcos de referencia, y aplicaciones que surgen como consecuencia de los cambios percibidos dentro de la Administración del Proyecto del Software y que además complementan y dan soporte a las actividades que abarca. Dentro de estas herramientas se encuentran algunas iniciativas en disciplinas como la administración de la calidad y la administración del conocimiento.

3.6.4.1. DESARROLLO DEL SISTEMA PARA INTERFAZ.

La interfaz del software “D.S.A// S/E”, Está completamente construido en Visual Basic 2010. Dicho interfaz busca ser lo más simple y comprensible; desplegando de manera ordenada cada una de las entradas y salidas de datos.












La interfaz describe un grupo de comportamientos relacionados que pueden pertenecer a cualquier clase o estructura. La interfaz puede estar compuestas de métodos, propiedades, eventos, indizadores o cualquier combinación de estos cuatro tipos de miembros.

Una interfaz tiene las siguientes propiedades:



- Una interfaz es similar a una clase base abstracta. Cualquier tipo no abstracto que hereda la interfaz debe implementar todos sus miembros.
- No se pueden crear instancias directamente de una interfaz.
- Las interfaces pueden contener eventos, métodos, indizadores y propiedades.
- Las interfaces no contienen implementaciones de métodos.
- Las clases y estructuras se pueden heredar de más de una interfaz.
- Una interfaz se puede heredar de varias interfaces.

En la Tabla 3.4 se detallan las herramientas u objetos de Visual Basic utilizados para la construcción de la interfaz.

Tabla N° 3.4 HERRAMIENTAS DEL SOFTWARE AL DESARROLLAR

Nombre	Icono	Descripción
Button	 Button	Desencadena un evento cuando un usuario hace clic sobre él.
checkBox	 CheckBox	Permite al usuario seleccionar o quitar la opción asociada.
checkedListBox	 CheckedListBox	Muestra una lista de elementos con una casilla a la izquierda de cada elemento.
ComboBox	 ComboBox	Muestra un cuadro de texto editable con una lista desplegable de los valores permitidos.
Label	 Label	Proporciona información en un tiempo de ejecución o texto descriptivo para un control.
LinkLabel	 LinkLabel	Muestra un control de etiqueta que admite funcionalidad de hipervínculo, formato y seguimiento.
ListBox	 ListBox	Muestra una lista de la cual el usuario puede elegir elementos.
NumericUpDown	 NumericUpDown	Muestra un único valor numérico que solo el usuario puede aumentar o reducir haciendo clic en los botones de arriba y abajo del control.
PictureBox	 PictureBox	Muestra una imagen.
ProgressBar	 ProgressBar	Muestra una barra que se va completando para mostrar al usuario el progreso de una operación.
RadioButton	 RadioButton	Permite al usuario seleccionar una única opción de entre una lista de opciones cuando están emparejadas con otros RadioButtons.

RichTextBox	 RichTextBox	Proporciona una entrada de texto y características de edición avanzada, como el formato de párrafo y caracteres.
TextBox	 TextBox	Permite al usuario especificar texto, así como funciones de edición de varias líneas y máscaras de caracteres para contraseña.
ToolTip	 toolTip1	Muestra información cuando el usuario mueve el puntero sobre un control asociado.
TreeView	 TreeView	Muestra al usuario una colección jerárquica de elementos con etiqueta, que opcionalmente puede contener una imagen.
GroupBox	 GroupBox	Muestra un marco alrededor de un grupo de controles con un título opcional.
Panel	 Panel	Permite agrupar colecciones de controles.
TabControl	 TabControl	Controla y muestra al usuario una colección relacionada de fichas que puede contener controles y componentes.
ContextMenuStrip	 ContextMenuStrip	Muestra un menú contextual cuando el usuario hace clic sobre el botón secundario del mouse con el control asociado.
MenuStrip	 MenuStrip	Muestra los comandos y las opciones de la aplicación agrupados por funcionalidad.
BindingSource	 bindingSource1	Encapsula un origen de datos de un formulario y proporciona funciones de navegación, filtrado, ordenación y actualización.
PrintDialog	 PrintDialog	Muestra un cuadro de diálogo que permite al usuario seleccionar una impresora y elegir otras opciones de impresión, como el número de copias y la orientación de página.
		Muestra un cuadro de diálogo que muestra

PrintPreviewDialog		al usuario la vista previa de cómo será el documento asociado cuando se imprima.
SaveFileDialog		Muestra un cuadro de dialogo donde se pide al usuario que seleccione una ubicación para guardar un archivo.

Fuente: Ingeniería del Software.

Realizado por: Grupo de investigadores.


3.6.4.2. **DESARROLLO DEL SISTEMA DE REPORTE.**

El reporte tiene como finalidad resumir datos específicos para el diseño. Aquel reporte está organizado en tres grandes partes: la primera parte ofrece una visión general de la herramienta, la segunda parte se enfoca en resultados más específicos para el diseño del apantallamiento que genera en PDF, EXCEL, WORD y la tercera parte se enfoca en el desarrollo de grafica y la grafica de rediseño.

Para lo cual el paquete de Microsoft Office, permite crear vínculos directos con Visual Basic 2010 a través de MACROS. Un macro en aplicaciones de ordenador o computadora, un conjunto de pulsaciones de teclas, acciones o instrucciones grabadas y ejecutadas mediante una simple pulsación de tecla o una instrucción.

En la Tabla 3.5 se detallan la herramienta con sus propiedades y el objeto de Visual Basic utilizado para la construcción de la interfaz del reporte.

Tabla N° 3.5 HERRAMIENTAS PARA DESARROLLO DE REPORTE

Nombre	Icono	Propiedades	Descripción
ReportViewer			Muestra un informe.
		LocalReport	Propiedades de procesamiento

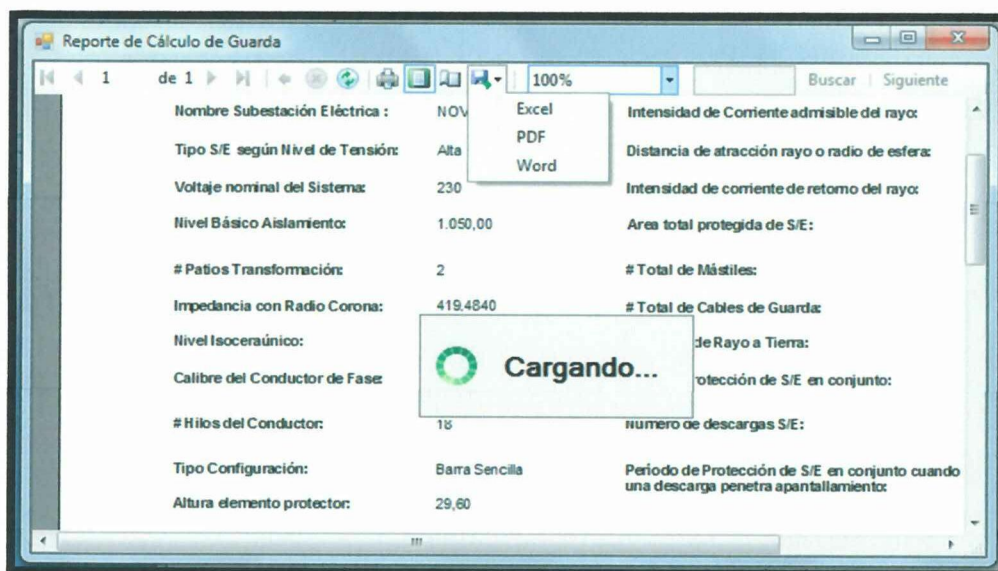
		t	local.
		PromptAreaCollapsed	Determina si el área de mensajes esta visible o contraída
		ZoomPercentage	Determina el porcentaje de zoom aplicado al informe cuando ZoomMode está establecido como porcentaje

Fuente: Ingeniería del Software.

Realizado por: Grupo de investigadores.

ReportViewer proporciona un entorno de diseño integrado para que pueda generar definiciones de informe de cliente (.rdlc) utilizando datos de cualquier objeto de datos ADO.NET. El reportViewer tiene asociado el reporte de reporting service "Report1.rdlc", trae la opción de exportar el informe a formato EXCEL, PDF o WORD.

FIGURA N° 3.2 REPORTE



Fuente: D.S.A//S/E

Realizado por: Grupo de investigadores.

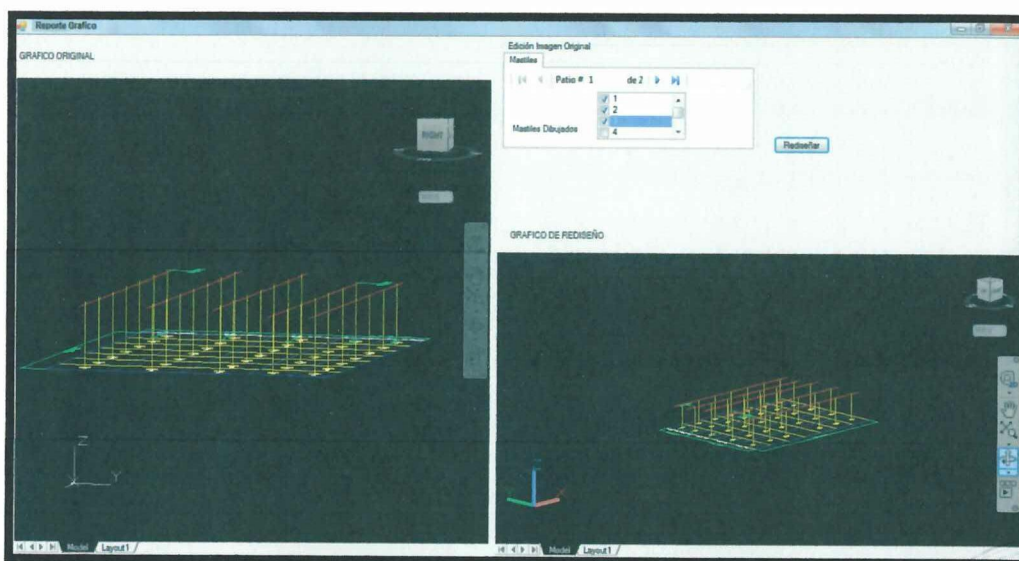
3.6.4.3. **DESARROLLO DEL SISTEMA PARA GENERAR GRÁFICOS.**

Para el manejo de gráficos con Reporting service, generalizando básicamente se aconseja seguir:

La Creación de consulta en SQL Server con el fin de que retorne los datos que se requieren mostrar en la gráfica del reporte. Agregar un nuevo procedimiento almacenado a la base de datos sobre la cual se trabajara para extraer los datos que se mostraran en el reporte. Para adicionar un nuevo procedimiento almacenado en el ambiente SQL Manager se debe expandir los objetos de la base de datos y expandir opción Programación.

Autodesk AutoCAD, es un programa de diseño asistido por computadora y el usuario para dibujo en dos y tres dimensiones. La ventaja de utilizar AutoCAD para generar la gráfica final del apantallamiento, es que también puede generar gráficos mediante comandos y en base a coordenadas (X, Y, Z); dándonos la posibilidad de generar gráficos en 2D y 3D dimensiones dependiendo de los requerimientos.

FIGURA N°3.3 REPORTE GENERADO EN AUTOCAD



Fuente: D.S.A//S/E.

Realizado por: Grupo de investigadores.

Aunque existe la posibilidad de generar macros para enlazar Visual Basic y AutoCAD, es mejor programar directamente sobre Visual y enviar los resultados finales a AutoCAD mediante líneas de código que permitirá generar la gráfica.

Esto abre un nuevo documento en AutoCAD, y la forma más adecuada para generar el gráfico final es crear un vector de n posiciones generando puntos mediante coordenadas y en lanzando dichos puntos con líneas formando la malla final.

CONCLUSIONES

- Los apantallamientos son parte muy importantes en los Sistemas Eléctricos de Potencia ya que su objetivo principal es proteger los equipos eléctricos de: generación, líneas de transmisión, subestaciones, redes de distribución, ante las descargas atmosféricas ya que estas puede llegar a ser muy desastrosas con aquellos podemos salvaguardar la integridad física de las personas que operan y mantienen los diferentes sistemas eléctricos, ante posibles descargas o sobre voltajes peligrosos.
- El diseño de un sistema de apantallamiento no posee un modelo general a seguir ya que este depende íntegramente de la aplicación que se le va a dar; por lo cual, el presente proyecto se basa en las necesidades y requerimientos propios de la investigación destinada a la educación como un soporte a la enseñanza y reforzamiento de conocimientos; esto quiere decir, que el software diseñado (D.S.A//S/E) no puede ser utilizado para cualquier cálculo de un sistema de apantallamiento por profesionales en ejercicio libre.
- El empleo del entorno de programación de Visual BASIC de uso amplio en los ambientes técnicos y universitarios, junto con el editor gráfico integrado en sus últimas versiones, ha llevado al desarrollo una herramienta de cálculo con una interfaz gráfica para el apantallamiento de subestaciones eléctricas con interesantes posibilidades de aplicación en la docencia.
- El software (D.S.A//S/E) ayudará al docente una manera didáctica desarrollar su proceso de enseñanza-aprendizaje ya que el programa es de fácil manipulación y uso, también le permitirá observar gráficamente mediante la cual podrá realizar cambios en su diseño de sistema de apantallamiento.

RECOMENDACIONES

- En el diseño del apantallamiento se debe considerar la región por su nivel isoceraunico o el número de descargas que existe, en subestaciones el nivel de tensión más alto, la impedancia característica de línea, la altura de barra más alta, la corriente de descarga, su nivel de aislamiento y la altura de los elementos protectores esto cálculos evitará la salida de la subestación, pérdidas económicas y daños de equipos de potencia de alto costo.
- Previo a la simulación del apantallamiento, es recomendable tomar el nivel de tensión más alto saliente o entrante de la subestación ya que esto permitirá tener una sola altura tanto de mástiles como cables de guarda para su mallado y la protección de sus equipos en toda el área teniendo una efectividad confiable.
- Par la simulación con patios se debe ingresar los años para la simulación por patio, su área del patio, el número de cables de guarda a instalar y elegir la altura que va desde la barra más alta al mástil o hilo de guarda y esto se repetirá para cada uno “ es recomendable realizar todo”.
- En la interfaz gráfica final de AutoCAD se obtiene dos ventanas gráficas, una es la principal por la obtención de datos ingresados anteriormente software y no se puede (modificar) y la otra es para el rediseño para (modificar, ubicar su sitio de elementos protectores y mallado de cables de guarda). Por lo que es recomendable saber la ubicación de los sistemas eléctricos de potencia de la subestación y ubicar correctamente estos elementos protectores para garantizar su protección.
- En la entrega de reporte de resultados para la impresión nos da dos opciones de entrega de resultados en documentos como; Word PDF, Excel

es recomendable utilizar uno que nos permita editar ya que el software tiene una subventana de modificación de la gráfica para su rediseño.

- El programa se basa íntegramente en la NORMA IEEE 998-1996, “Guía para la descarga del rayo directo y blindaje de subestaciones”, método esfera rodante por esto al realizar los cálculos hay que considerar la norma mencionada para evitar cálculos irreales o equivocados que terminan por generar errores en el dimensionamiento final del apantallamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AYORA, Paul: Apuntes, sistema de apantallamiento contra descargas atmosféricas de Alto Voltaje, capítulo II, E.P.N Quito, 1978, pág. 1-10.
- TASIPANTA Carlos, Estudio e implementación de sistema de protección contra descargas atmosféricas y puestas a tierra, ESPE Latacunga, 2002, pág. 14-33.
- GUTIERREZ, Abraham: Curso de Técnicas de Investigación, Edición Tercera, Editorial serie Didáctica A.G, Quito- Ecuador, 1992, pág. 46
- ANDRADE, Vinicio; BENÍTEZ, Luis; PEÑAHERRERA, Cristian; VEGA, Ángel; VINUESA, diego, Sistemas de puesta a tierra y apantallamiento de edificios, Quito – Ecuador Noviembre – 2008, pág. 36-37.
- NATALY, Correa: Apuntes, diseño del apantallamiento contra descargas atmosféricas en líneas de transmisión con ayuda computacional, E.P.N Quito, septiembre del 2011, Pág. 59.
- RAÚL, Pando: Aspectos Básicos de las Descargas Atmosféricas, Universidad Nacional de Tucumán, noviembre de 2005.Pag. 8
- JEREMY, Santizo: Elaboración de manual de procedimientos para mantenimiento en subestaciones, equipos de alta tensión, esquemas de protecciones y dispositivos de comunicación del inde-etc, Universidad de San Carlos de Guatemala, Octubre de 2009, Pag.21-23 y 27- 29.
- HIDALGO, Josué: Guía básica de diseño de subestaciones eléctricas con énfasis en el arreglo de barras colectoras de interruptor y medio, Universidad de Costa Rica, 2008.
- ARCILA, José: Riesgos para las personas asociados con la intervención de sistemas eléctricos, Ingeniería Especializada S.A Pag.24-25.
- CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CALDAS SA ESP: Manual de operación subestación Victoria 115/33/13.2kv, Colombia, Pag.2-3
- MOLINA M, apantallamientos de subestaciones, evaluación mediante métodos digitales E.P.N Quito 1979.

- Seminario de investigadores en ingeniería de alto voltaje universidad nacional de Medellín marzo 1993 Colombia.
- TASIPANTA Carlos, Estudio e implementación de sistema de protección contra descargas atmosféricas y puestas a tierra, ESPE Latacunga.
- ZEA, Leiva: Nociones de Metodología de Investigación Científica, quinta edición, Quito, 2001.
- HIDALGO, Josué: Guía básica de diseño de subestaciones eléctricas con énfasis en el arreglo de barras colectoras de interruptor y medio, Universidad de Costa Rica, 2008.

Bibliografía Virtual.

- <http://es.scribd.com/doc/15840804/Glosario-Tecnico-de-Electricidad>
- <http://www.mitecnologico.com/Main/SubestacionElectricaPartesPrincipales>
- <http://es.scribd.com/doc/50609298/5/dimensionamiento-de-la-subestacion>
- <http://es.scribd.com/doc/58673522/apantallamiento-o-blindaje-de>
- <http://www.neoteo.com/darpa-y-el-control-del-clima-rayos>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Rayo>
- <http://www.ieb.com.coRIESGOS>
- <http://es.scribd.com/doc/58673522/APANTALLAMIENTO-O-BLINDAJE-DE-SUBESTACIONES-ELECTRICAS>
- <http://www.monografias.com/trabajos10/visual/visual.shtml>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk_AutoCAD#Caracter.C3.ADsticas
- <http://www.cue.com.uy/images/articles/descargas-electricas.pdf>

ANEXO 1

MANUAL DEL USUARIO

**MANUAL PARA EL USUARIO DEL PROGRAMA D.S.A.S/E
PARA FACILITAR EL DISEÑO DEL SISTEMA DE APANTALLAMIENTO
MÉTODO ESFERA RODANTE**

El objetivo principal de esta herramienta o software es realizar el dimensionamiento de la altura de los elementos protectores y el periodo de protección de la subestación eléctrica para diferentes niveles de tensión en base al nivel más alto de la subestación eléctrica.

Teniendo esto muy en cuenta esto: la descripción de los requisitos mínimos que debe tener el equipo computacional es el siguiente:

TABLA (A.1) REQUERIMIENTOS HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA.

CARACTERÍSTICAS	REQUERIMIENTOS
CPU	Procesador Pentium 4 o superior
MEMORIA	2GB De RAM o superior
DISCO	40 GB o superior
SISTEMA OPERATIVO	Windows 7° superior
SOFTWARE	Visual
RESOLUCIONES PANTALLA	1024X650 pixeles o superior

Realizado por: Grupo de Investigadores.

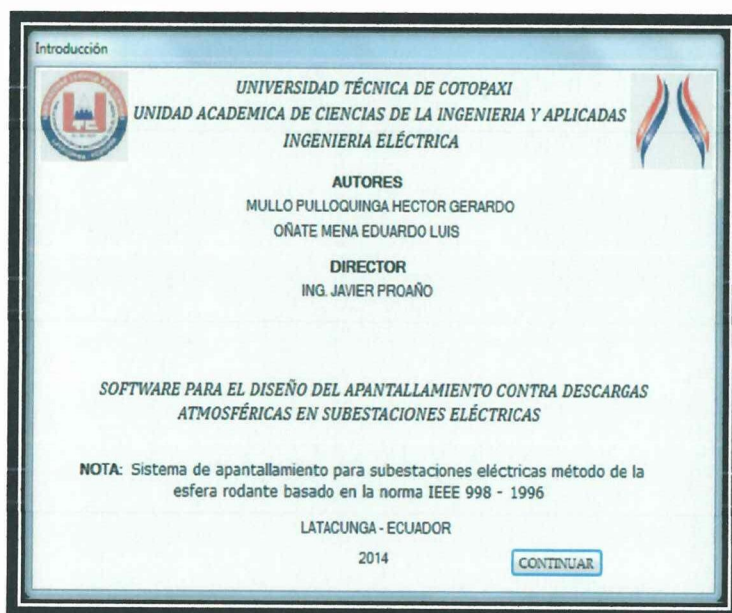
Instalación:

El programa contiene una carpeta llamada apantallamiento dentro de la cual se encuentran el instalador setup para su instalación le das click y esperas unos 30 a 60 segundos hasta que se cargue luego te pedirá la ubicación de la instalación en lo que tu podrás elegir la ubicación de la instalación esta se tardar no más que 2 minutos.

INICIO

Como ya se instaló para comenzar a usar la herramienta se debe iniciar como todo un programa dando doble clic en el icono del software a continuación aparecerá esta ventana de presentación que contiene la información del nombre del proyecto, el director, los estudiantes que lo ejecutaron el proyecto, como se muestra a continuación en la figura.

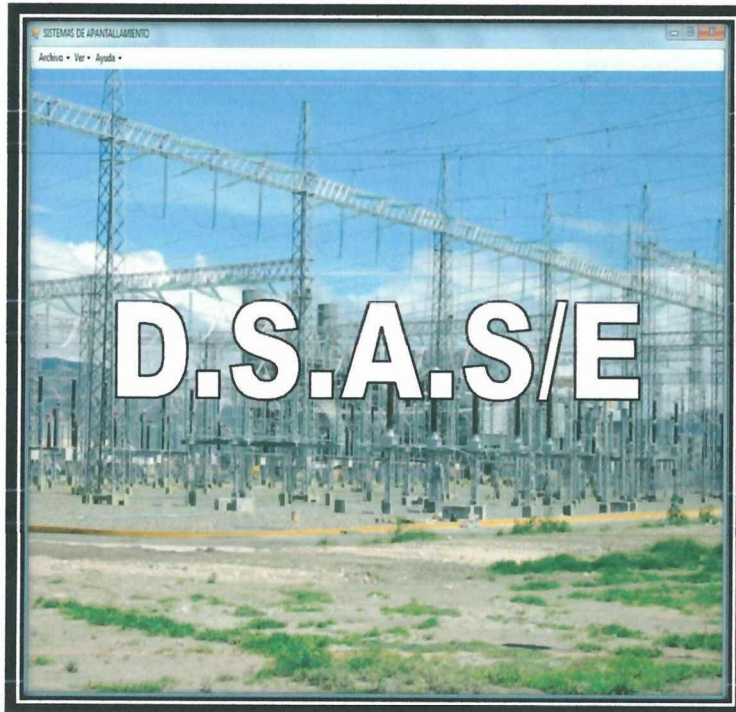
FIGURA (A1). VENTANA 1



Realizado por: Grupo de Investigadores.

A continuación se oprime el botón **CONTINUAR** ubicado en la parte inferior central de la ventana para dar paso a la ventana principal de la herramienta (**V2**) en el cual se muestra el nombre de la herramienta o software, una fotografía de la subestación eléctrica a modo de intemperie para lo cual está hecha como se muestra en la figura.

FIGURA (A2). VENTANA 2



Realizado por: Grupo de Investigadores.

En la (V2) donde tenemos tres iconos **ARCHIVO**, **VER**, **AYUDA**: en el cual en el primer icono podemos seleccionar si deseamos carga un proyecto realizado o comenzar un proyecto nuevo como podemos observar en la gráfica (A.3) en cualquiera de los dos casos el software solicita el ingreso de un nombre al proyecto.

Se recomienda usar como nombre del proyecto la subestación en estudio y su de origen por ejemplo: “SUBESTACIÓN LASSO” con el fin de que el nombre sea lo más corto ` posible y no tenga dificultad para su búsqueda.

En el segundo icono tenemos las herramientas que son las ventanas aledañas al sistema que se puede elegir cualquiera de ellas y se puede ir directamente a ella y por ultimo tenemos el tercer icono que muestra el manual del programa un detalle de



cómo podemos llenar e interpretar los datos obtenidos y la simulación de un ejercicio.

FIGURA (A3). VENTANA 3



Realizado por: Grupo de Investigadores.

OPCIÓN 1: CREAR UN PROYECTO NUEVO.

En el caso de optar por **CREAR NUEVO PROYECTO** se oprime el botón **ARCHIVO** en el cual podemos elegir para la elaboración de un nuevo proyecto posteriormente se ingresa el nombre del proyecto, se guarda donde se desee y se crea con su nombre escrito del proyecto.

Para la interfaz a continuación se inicia el despliega la ventana (V4) para el ingreso de datos con todos sus parámetro.

OPCIÓN 2: ABRIR PROYECTO GUARDADO.

Si se opta por la opción de abrir un proyecto guardado lo cual es posible cuando el sistema de apantallamiento del proyecto ha sido anteriormente ingresado y evaluado.

En este caso se oprime el botón abrir el proyecto a continuación la herramienta cargara automáticamente los siguiente archivos obtenidos anteriormente.

FIGURA (A4). VENTANA 4

The screenshot shows a software window titled 'SISTEMA DE APANTALLAMIENTO'. The main area is for data entry, with sections for substation data, conductor data, and transformer data. A table under 'Datos de Transformación' has the following structure:

Fase	Posición	Largo	Ancho	Año
1	Horizontal	0	0	0
2	Horizontal	0	0	0

Realizado por: Grupo de Investigadores.

INGRESO DE DATOS PARA EL APANTALLAMIENTO

DATOS DE LA SUBESTACIÓN EN ESTUDIO:

A. **Nombre:** Se debe ingresar el nombre de la subestación eléctrica en estudio para el reporte que genera.

B. Área de la subestación eléctrica en estudio: Para el área de la subestación eléctrica se debe considerar el ingreso del largo y el ancho en metros de aquella.

C. Tipo de subestación según el nivel de tensión: En esta opción es para elegir EXTRA ALTA, ALTA, MEDIA y para que salga en el reporte.

D. Voltaje nominal del sistema de la subestación eléctrica: En esta opción se ingresa el nivel voltaje dependiendo del tipo subestación eléctrica si es extra alta, alta y medio voltaje en la se obtiene una sola altura para los elementos protectores y su periodo de protección para todo la subestación en conjunto.

Posteriormente para otros requisitos como son saber las alturas para cada patio y su nivel de protección y si elegimos hacer por patio tenemos que ingresar cada nivel de tensión desde el inicio todo y repetir los patios.

E. Nivel básico de aislamiento: En esta opción se genera automáticamente según el nivel de voltaje que hayas elegido.

Esto es el nivel de protección del voltaje de referencia que soportara la cadena de aisladores ante una descarga atmosférica o cortocircuito en la línea entrante o saliente.

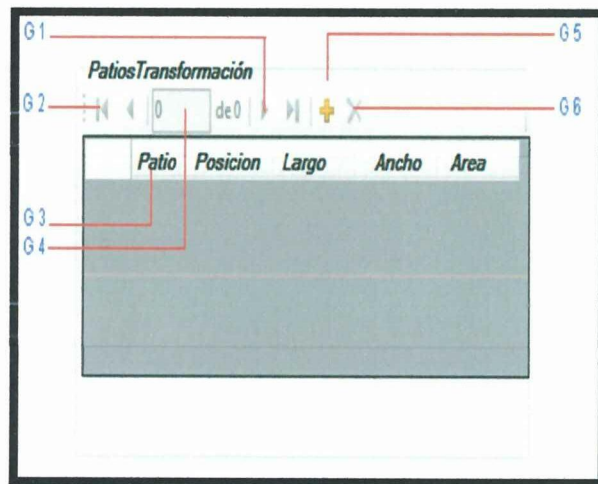
F. Nivel isoceraunico: Se llama con este nombre la cantidad de tormentas eléctricas o truenos que se escuchan en un año por unidad de superficie y unidad de tiempo que mide la probabilidad que tiene un punto del terreno de ser alcanzado por una descarga atmosférica.

Para este caso se tiene que ingresar el nivel isoceraunico de la provincia en que se encuentre la subestación en estudio.

G. Número de patios de la subestación eléctrica: Aquí se ingresa el número de los patios proyectados para la construcción de la subestación en estudio así como su posición de la grafica y su largo y ancho.

En esta sección se realizará para cada patio para su dimensionamiento de la altura de los elementos protectores como su periodo de protección para cada patio en estudio. Esto será opcional si lo desea ya que se puede hacer una solo tomando un solo nivel de tensión más alto saliente o entrante.

FIGURA (A5). VENTANA 5



Realizado por: Grupo de Investigadores.

G 1. Este es para avanzar a otros y modificar.

G 2. Este es para retroceder del patio que te encuentres al inicio del patio 1.

G 3. Este te indica los patios existente estos se dan enumerados.

G 4. Este te indica en el patio que te encuentras.

G 5. Con este puedes ir creando los patios que desees.

G 6. Con este puede eliminar los patios que no se deseen pero este sigue una secuencia así como se ingresa desde el uno hasta el tres de igual tienes que eliminar del tres al uno de este depende la grafica final.

DATOS DEL CONDUCTOR DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN ENTRANTE O SALIENTE MÁS ALTO

- H. Tipo de conductor:** Esta opción se debe elegir el tipo de conductor ya se ASCR o ASC con que está instalada la línea entrante o la nueva saliente.
- I. Calibre del conductor:** Esta opción se debe elegir el calibre de conductor de acuerdo a su nivel de tensión de la línea entrante o saliente más alta.
- J. Números de hilos del conductor:** Esta opción genera automáticamente ya que responde a la interfaz con el calibre del conductor pero también posee otra opción que se elige el número de hilos que posee el conductor de la línea.
- K. Radio del conductor:** Generación automático del análisis matemático.
- L. Radio corona:** Generación automático del análisis matemático.
- M. Altura promedio de fases de la línea más alto:** Ingreso manual del dato, según el “voltaje en transmisión o subtransmisión”, que corresponde a la “altura de la torre” y las “fases de la línea”.

IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA DE LOS CONDUCTORES DE FASE DE LÍNEA ENTRANTE O SALIENTE MÁS ALTA:

Se denomina impedancia característica de una línea de transmisión a la relación existente entre la diferencia de potencial aplicada y la corriente absorbida por la línea en el caso hipotético de que esta tenga una longitud infinita, o cuando aún siendo finita no existen reflexiones.

La impedancia característica de una línea de transmisión depende de los denominados parámetros primarios de ella misma que son: resistencia, capacitancia, inductancia y conductancia .

EFEECTO CORONA.

El efecto corona tiene mayor influencia sobre la capacitancia de los conductores, afectando en forma menor su inductancia.

N. *Impedancia característica con radio corona:* Generación automático del análisis matemático. Esta impedancia característica se considera el efecto corona de las líneas de transmisión.

O. *Impedancia característica sin radio corona:* Generación automático del análisis matemático. Esta impedancia característica no considera el efecto corona de las líneas de transmisión.

EQUIPO MÁS ALTO DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

Todo subestación eléctrica tiene uno de los tantos elementos que posee más alto y este es la altura de la barra o de las barras.

Es el elemento a proteger ya que se encuentra más alto de los otros elementos y se encuentra energizado por lo que está expuesto a la caída de un rayo provocando la salida de la subestación y dañando otros.

P. *Separación mínima de la barra con distancia metálica del mástil:* ingreso manual de la distancia para la separación de la parte de metálica del mástil con la barra.

Q. *Altura de barras:* Se ingresa manual la altura de las barra para la secuencia.

PARÁMETROS DEL RAYO

R. *Mástiles:* Es una constante o coeficiente que tiene en cuenta para responder a las diferentes distancias de descarga atmosféricas que es 1.2.

S. *Cables de guarda:* Es una constante o coeficiente que tiene en cuenta para responder a las diferentes distancias de descargas atmosféricas que es 1.

T. *Porcentaje de exposición a rayos:* pe, porcentaje de rayos que se espera no sea efectivamente apantallamiento será seleccionado para el diseño.

Este proporcionó datos estadísticos Para construir las figuras que relacionan las dimensiones de la subestación con un nivel de exposición o porcentaje de rayos no apantallados efectivamente Pe. Los resultados originados del estudio inicial se continúan utilizando.

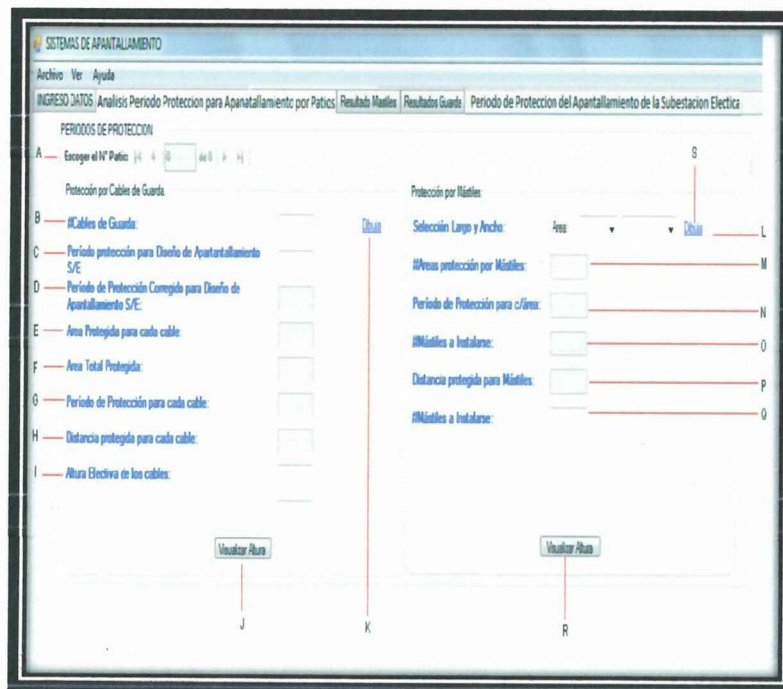
Originalmente las curvas fueron desarrolladas para niveles de exposición Pe d 0.1, 1.5, 10.15 %.

ANÁLISIS DE PROTECCIÓN PARA EL APANTALLAMIENTO POR PATIO

Cuando la interfaz de la figura se selecciona el botón análisis del periodo protección sistema de apantallamiento por patio se mostrar esta interfaz. Esta interfaz realiza procesos matemáticos automáticos siempre y cuando ingresando unos cinco datos adicionales para su ejecución tomando en cuenta la importancia de la instalación a proteger.

Interfaz gráfica: Análisis de protección de sistema de apantallamiento por patio.

FIGURA (A6). VENTANA 6



Realizado por: Grupo de Investigadores.

Cuando la interfaz de la figura se selecciona el botón resultado de cables de guarda se mostrar esta interfaz. Esta interfaz permite observar los resultados obtenidos en el diseño del sistema de apantallamiento con cables de guarda.

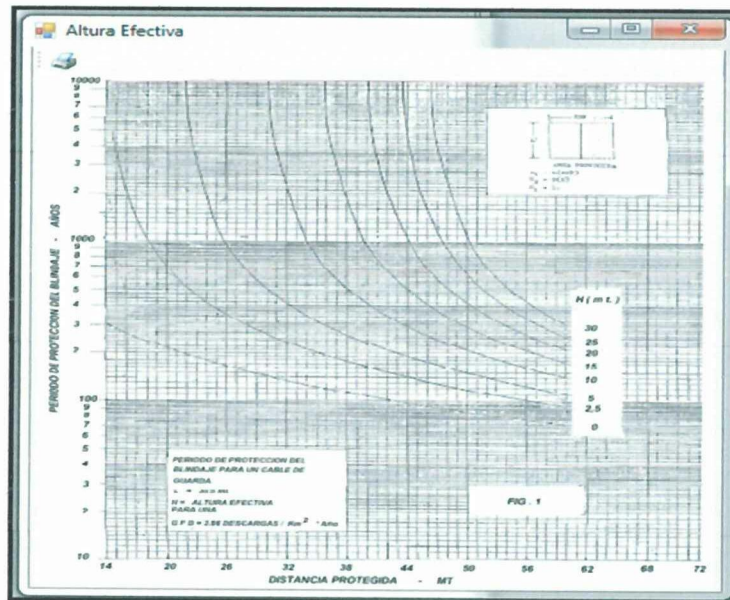
Características de esta interfaz son:

Cables de guarda.

- A. Barra de selección de patios según el número de ingresos.-** Se utiliza para escoger el patio y poder ingresar datos.
- B. Número de cables.-** Se ingresa el número de cables guarda para la simulación del diseño para el patio.

- C. *Periodo de protección para el diseño de sistema de apantallamiento en S/E.***- Se asume el tiempo de protección (años) para simulación del diseño para el patio.
- D. *Periodo de protección corregido para el diseño de sistema de apantallamiento en S/E.***- Se genera automáticamente y se muestra los resultados en (años).
- E. *Área protegida para cada cable de guarda.***- Se genera automáticamente y se muestra los resultados en (m).
- F. *Área total protegida.***- Se genera automáticamente se muestra los resultados en (m).
- G. *Periodo de protección para cada cable de guarda.***- Se genera automáticamente y se muestra los resultados en (años).
- H. *Distancia de protección para cables de guarda.***- Se genera automáticamente y se muestra los resultados en (m).
- I. *Previa altura efectiva de los cables de guarda.***- Con los valores Periodo de protección para cada cable de guarda y distancia de protección para cables de guarda se obtiene la previa altura efectiva empleando las curvas de Riesgo de Falla (m).
- J. *Visualizar altura.***- Nos permite observar las curvas de Riesgo de Falla para cables de guarda y así poder escoger la altura apropiada.

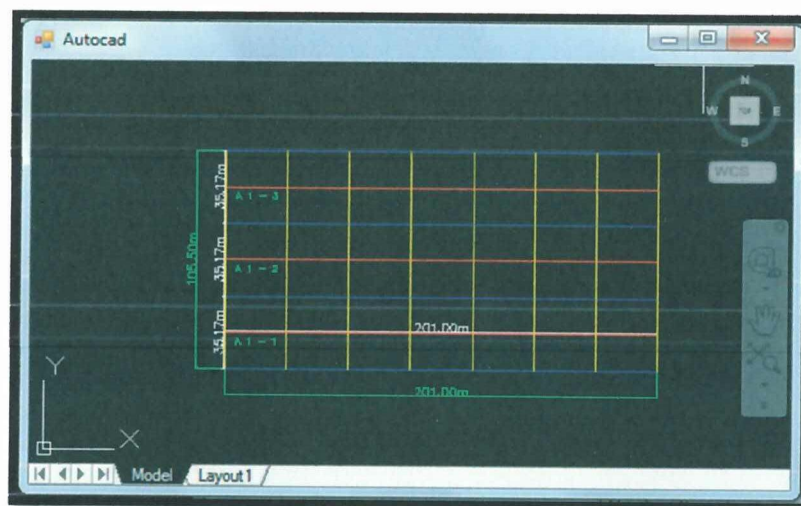
FIGURA (A7). VENTANA 7



Realizado por: Grupo de Investigadores.

K. *Dibuja.*- Es la interfaz que tiene con autodesk que nos permite desplegar la grafica en la cual nos muestra el patio con sus respectivos cables de guarda en AutoCAD para modelar en tres dimensiones.

FIGURA (A8). VENTANA 8



Realizado por: Grupo de Investigadores.



Mástiles.

- L. Selección de largo y ancho.-** En esta selección nos permite escoger el largo o ancho para dividir en pequeñas subarea tomando como referencia el cable de guarda más extenso su límite es 30,48(m) en las cuales se ubican los mástiles en patio de la S/E y muestra resultados en (m).

- M. Número de áreas protección por mástiles.-** Se genera automáticamente mediante el proceso matemático y es el número de áreas que se obtiene al dividir el largo o ancho para la colocación de mástiles.

- N. Periodo de protección para cada área de mástiles.-** Se genera automáticamente mediante el proceso matemático y se muestra los resultaos en (años).

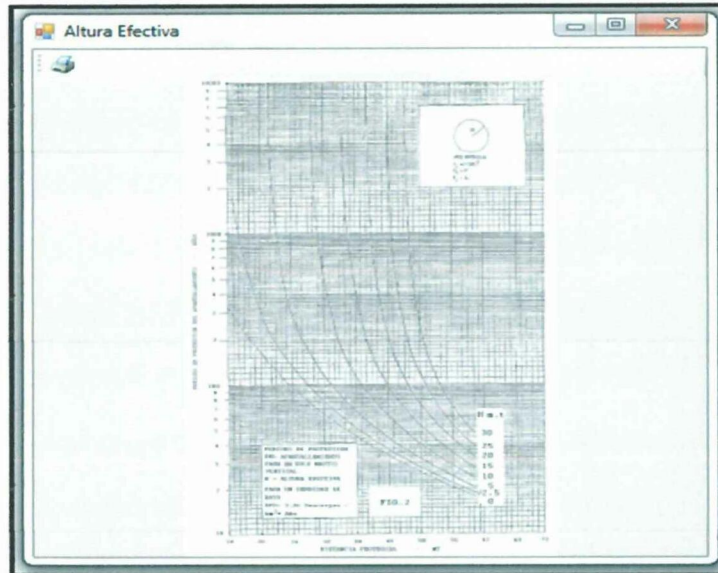
- O. Número de mástiles a instalarse.-** Es el resultado genera automáticamente mediante el proceso matemático de los ítem **l, n, m** que da como el números de mástiles a instalarse para el diseño.

- P. Distancia protegida para cada mástil.-** Generado automáticamente mediante el proceso matemático para lo que se muestra los resultados en (m).

- Q. Previa altura efectiva de los cables de guarda.-** Con los valores Periodo de protección para cada mástil y distancia de protección para cada mástil se obtiene la altura efectiva empleando las curvas de Riesgo de Falla (m).

- R. Visualizar altura.-** Nos permite observar las curvas de Riesgo de Falla para mástiles y así poder escoger la altura apropiada.

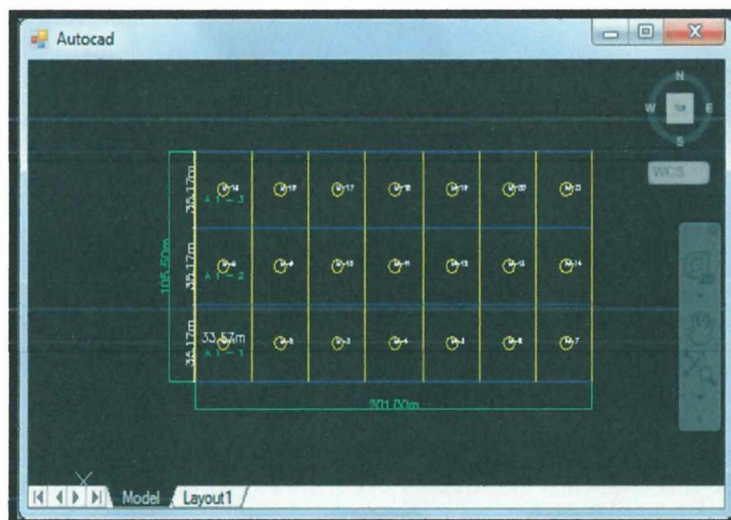
FIGURA (A9). VENTANA 9



Realizado por: Grupo de Investigadores.

S. Dibuja.- Es la interfaz que tiene con autodesk que nos permite desplegar la grafica en la cual nos muestra el patio con sus respectivos mástiles en AutoCAD para modelar en tres dimensiones.

FIGURA (10). VENTANA 10



Realizado por: Grupo de Investigadores.

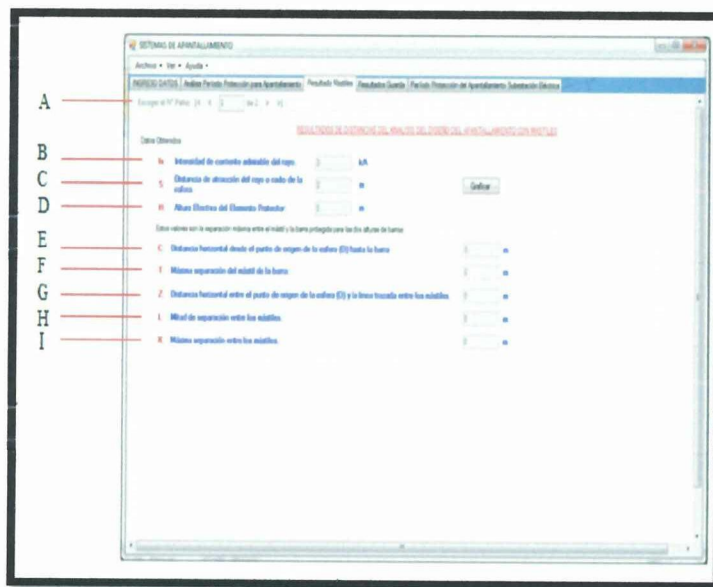
RESULTADOS DE MÁSTILES

Esta ventana demuestra los resultados obtenidos para el apantallamiento por medio de mástiles.

La nomenclatura que se encuentra a continuación será utilizada para los cálculos por mástiles cuando se haga referencia a la barra se debe tener en cuenta que otro equipo puede estar ubicado más alto dentro de la subestación eléctrica por lo tanto se debe tener en cuenta sus distancias horizontales y verticales.

Interfaz gráfica: Resultados Mástiles.

FIGURA (A11). VENTANA 11



Realizado por: Grupo de Investigadores.

Cuando la interfaz de la figura se selecciona el botón resultado de mástiles muestra esta interfaz. Esta interfaz permite observar los resultados obtenidos en el diseño del sistema de apantallamiento con mástiles.

Características de la interfaz:

A. Este icono demuestra los resultados del número de patio que te encuentras.

Parámetros del rayo.

B. **Intensidad de corriente admisible del rayo:** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (KA).

C. **Distancia de atracción del rayo o radio de esfera rodante:** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

D. **Altura efectiva del elemento protector este se genera automática:** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

Valores de separación máxima entre el mástil y la barra protegida para dos altura de barras.

E. **Distancia horizontal desde el punto de origen de la esfera (O) hasta la barra:** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

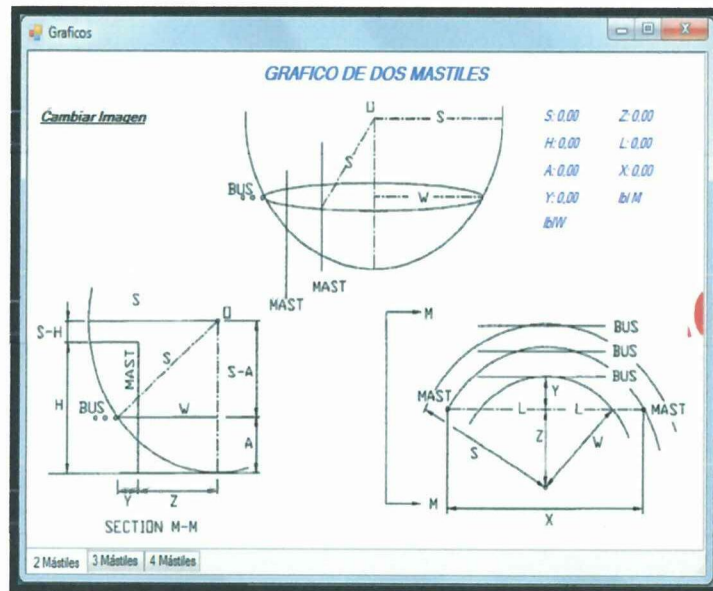
F. **Máxima separación del mástil a la barra:** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

G. **Distancia horizontal entre el punto de origen de la esfera (O) y la línea trazada entre los mástiles:** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

H. **Mitad de la separación entre mástiles:** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

I. **Máxima separación entre mástiles:** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

FIGURA (A12). VENTANA 12



Realizado por: Grupo de Investigadores.

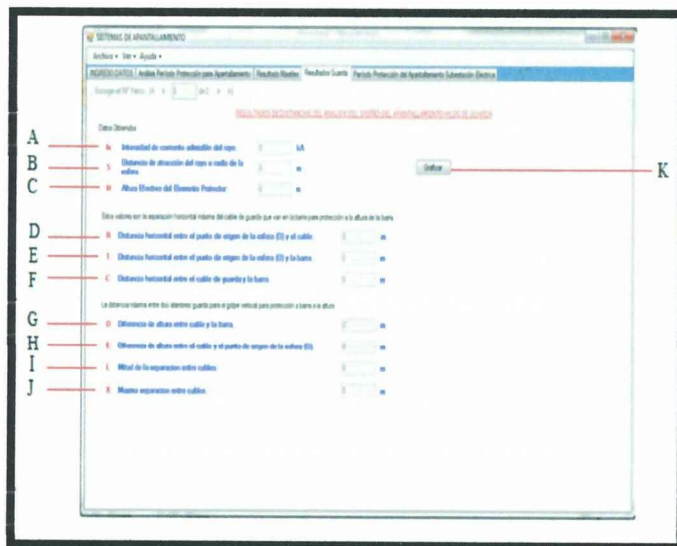
RESULTADOS CABLES DE GUARDA

Generalmente los hilos de guarda y la disposición de los conductores resultan que la mejor solución para proteger líneas aéreas y subestaciones contra sobretensiones atmosféricas sería impedir que éstas entren en los conductores de líneas energizadas aéreas.

Tales cables de protección denominados hilos de guardia o hilos de tierra se colocan en el extremo más alto de los soportes y se conectan mediante la misma estructura del soporte a tierra. Generalmente se utilizan como hilos de guardia cables de acero con secciones de 25 hasta 50 mm².

Interfaz gráfica: Resultados cables de guarda

FIGURA (A13). VENTANA 13



Realizado por: Grupo de Investigadores.

Cuando la interfaz de la figura se selecciona el botón resultado de cables de guarda se mostrar esta interfaz. Esta interfaz permite observar los resultados obtenidos en el diseño del sistema de apantallamiento con cables de guarda.

Características de la interfaz:

Parámetros del rayo.

- A. Intensidad de corriente admisible del rayo.-** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (kA).
- B. Distancia de atracción del rayo o radio de la esfera.-** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).
- C. Altura efectiva del elemento protector.-** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

*Valores de separación horizontal máxima del hilo de guarda que va en la barra
para protección a la altura de la barra*

- D. Distancia horizontal entre el punto de origen de la esfera (0) y el cable.-** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

- E. Distancia horizontal entre el punto de origen de la esfera (0) y la barra.-** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

- F. Distancia horizontal entre el cable de guarda y la barra.-** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

*Distancia máxima entre dos ahilos de guarda la descarga vertical para la
protección de la barra.*

- G. Diferencia de altura entre el cable de guarda y la barra.-** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

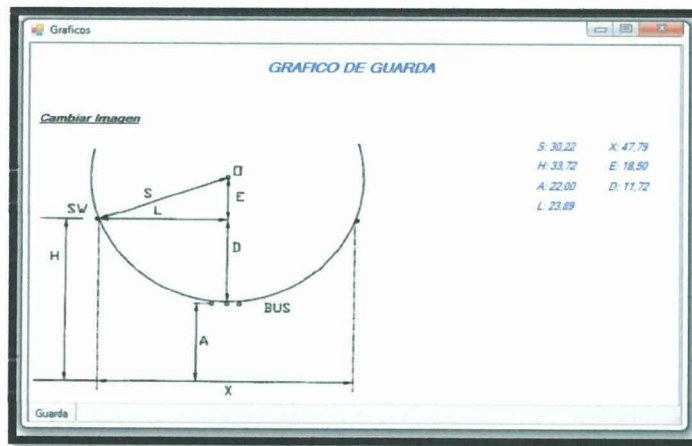
- H. Diferencia de altura entre el cable y el punto de origen de la esfera (0).-** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

- I. Mitad de separación entre dos cables de guarda.-** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

- J. Máxima separación entre dos cables de guarda.-** Se genera mediante deducción matemática automática y se muestra el resultado en (m).

K. Grafica.- Seleccionado el botón grafica nos permitirá observar los resultados obtenidos y la ubicación de ellos.

FIGURA (A14). VENTANA 14

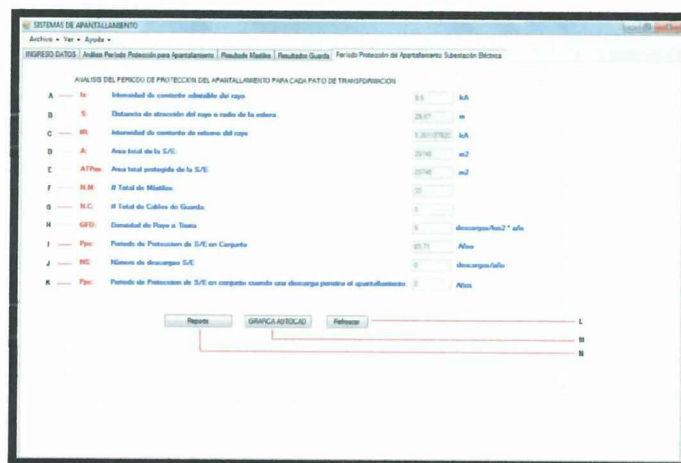


Realizado por: Grupo de Investigadores.

PARAMETROS DEL PERIODO DE PROTECCION DEL APANTALLAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Interfaz gráfica: periodo de protección del apantallamiento de la subestación eléctrica

FIGURA (A15). VENTANA 15



Realizado por: Grupo de Investigadores.



Cuando la interfaz de la figura se selecciona el botón periodo de protección del apantallamiento de la subestación eléctrica se mostrar esta interfaz. Esta interfaz permite observar los resultados obtenidos en el diseño del sistema de apantallamiento para la subestación.

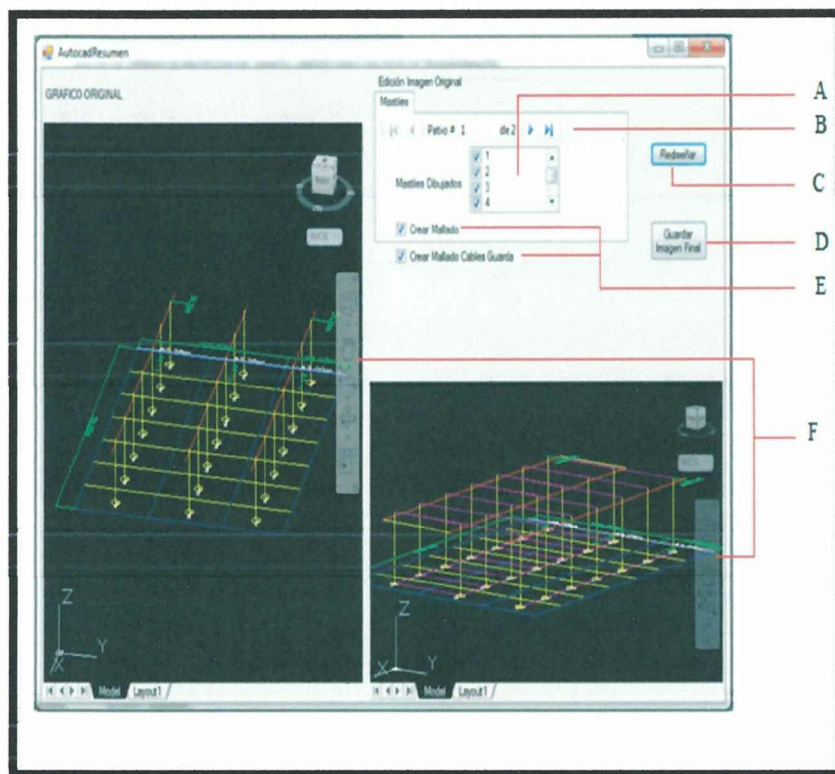
Características de la interfaz:

- A. Intensidad de corriente admisible del rayo:** la corriente crítica flameo, es aquella que ocasiona una sobretensión peligrosa para el aislamiento se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (KA).
- B. Distancia de atracción del rayo o radio de la esfera rodante:** longitud del último paso de la guía de un rayo, bajo la influencia de la tierra o de un Terminal que lo atrae se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (m).
- C. Intensidad de corriente de retorno del rayo:** corriente que circula entre la tierra y la nube, una vez la guía de un rayo establece una ruta ionizada por lo cual la tierra trata de neutralizar la carga de la nube se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (KA).
- D. Área total de la subestación eléctrica:** Se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (m).
- E. Área total protegida de la subestación eléctrica:** Esta área vendrá a ser igual a la del área de la subestación eléctrica la cual aumentado el 0.1% más. Se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (m).
- F. Número total de mástiles:** Este demuestra el número total de mástiles instalos para el número de patios proyectados. Se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (Numero).

- G. Número total de hilos de guarda:** Este demuestra el número total de hilos de guarda instalados para el número de patios proyectados. Se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (Numero).
- H. Densidad de rayo a tierra:** Numero de descargas a por unidad de área y por unidad de tiempo en un sitio determinado. se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (descargas/km²*Año).
- I. Periodo de protección en conjunto de la subestación eléctrica para los patios:** Este riesgo o periodo de falla del apantallamiento se define como el número de años durante los que espera no ocurra una falla del mismo en los patios. Se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (Años).
- J. Numero de descargas en la subestación eléctrica:** Es el número de descargas por año que penetran el apantallamiento. Se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (descargas/Años).
- K. Periodo de protección en conjunto de la subestación eléctrica con porcentaje de explosión cuando una descarga penetre el apantallamiento:** El riesgo o periodo de falla del apantallamiento se define como el número de años durante los que espera no ocurra una falla del mismo en la subestación. Para diseñar apantallamientos en subestaciones de alta y extra alta tensión es la de escoger un riesgo de 100 años/falla. En nuestro medio se puede tomar un riesgo de 200 años/falla; esta práctica resulta confiable sin incidir apreciablemente en la economía. Se genera mediante proceso matemático automático y su resultado es en (Años).
- L. Refrescar:** Este icono o botón sirve para actualizar registros de una base de datos en esta ventana.

M. Grafica de AutoCAD del ensamblado: Este botón nos lleva a otra ventana la cual muestra el diseño de la subestación con otra sub ventana para el rediseño.

FIGURA (A16). VENTANA 16

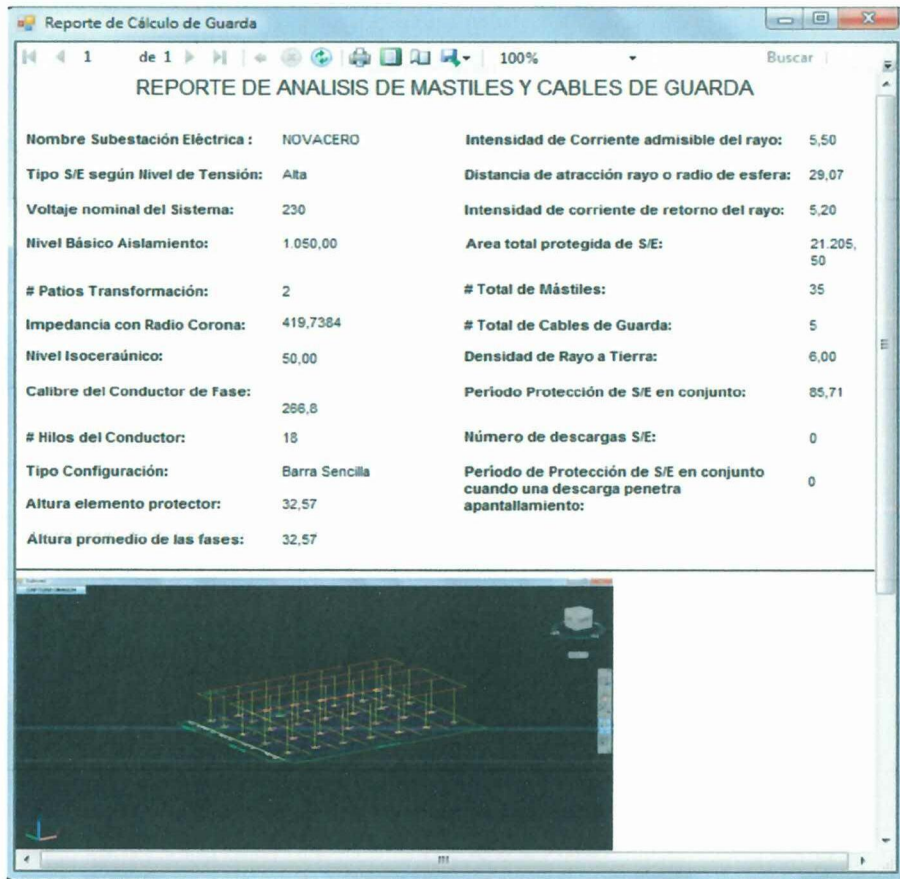


Realizado por: Grupo de Investigadores.

- A. Numero de mástiles instalados del patio seleccionado:
- B. Barra para selección del patio para el rediseño.
- C. Botón o icono para la ventana de rediseño
- D. Botón o icono que nos permite guardar la imagen en AutoCAD.
- E. Barra para crear el mallado de mástiles y cables de guarda.
- F. Barra para el modelaje en las tres dimensiones.

N. Reporte :

FIGURA (A17). VENTANA 17



Realizado por: Grupo de Investigadores.

ANEXO 2

EJERCICIO DE SIMULACION

DATOS PARA LA COMPROBACIÓN DEL SOFTWARE

NOMBRE DE LA S/E: MULALO

ÁREA DE LA S/E:

Largo: 140m,

Ancho: 80 m

TIPO DE SUBESTACIÓN SEGÚN EL NIVEL DE TENSIÓN: Alta

VOLTAJE NOMINAL DEL SISTEMA: 69 KV RMS

NIVEL BÁSICO DE AISLAMIENTO: 350KV

PATIOS DE TRANSFORMACIÓN: 4

NIVEL ISOCERAUNICO: 40

PERIODO DE PROTECCION Y: 200 años

TIPO DE CONDUCTOR: ACSR

CALIBRE DEL CONDUCTOR DE FASE: 266,8

NUMERO DE HILOS: 18

RADIO DEL CONDUCTOR DE FASE: 0,007725

RADIO CORONA: 0,1533

ALTURA PROMEDIO DE FASES: 15 m

ALTURA PROMEDIO DE BARRAS: 18 m

APANTALLAMIENTO CON CABLES DE GUARDA

Determinación del Periodo de Protección del Apantallamiento.

$$Y_D = \frac{T'}{25} Y$$

$$Y_D = \frac{40}{25} 200\text{años} = 320 \text{ años}$$

Área total protegida.

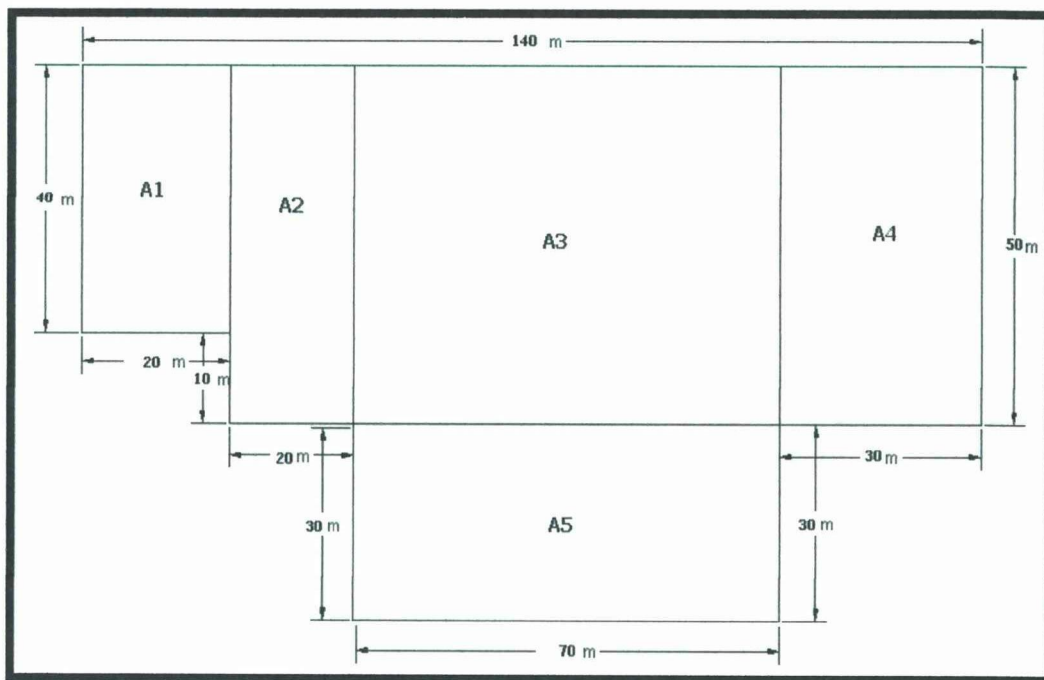
El área total protegida A_T se define aproximándola a un rectángulo de longitud L y ancho W para el caso de nuestro diseño y en base a las dimensiones del plano se tiene:

Largo: 140m

Ancho: 80m

División del área total protegida en sub áreas.

Para realizar la división de las áreas se ha tratado de aprovechar la presencia de las estructuras que se encuentra en el plano de la subestación.



Determinación del periodo de protección del blindaje Y_n para n áreas

$$A_1 = 20\text{m} \times 40\text{m} = 800\text{m}^2$$

$$A_2 = 20\text{m} \times 50\text{m} = 1000\text{m}^2$$

$$A_3 = 70\text{m} \times 80\text{m} = 5600\text{m}^2$$

$$A_4 = 30\text{m} \times 50\text{m} = 1500\text{m}^2$$

$$A_T = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_T = 800\text{m}^2 + 1000\text{m}^2 + 5600\text{m}^2 + 1500\text{m}^2 = 8900\text{m}^2$$

El período de protección para cada sub área es:

$$Y_{nL} = \frac{A_T}{A_L} * Y_D$$

$$Y_{nL} = \frac{8900 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^2}}{800 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^2}} * 320 \text{ Años} = 3560 \text{ años}$$

$$Y_{n2} = \frac{A_T}{A_2} * Y_D$$

$$Y_{n2} = \frac{8900 \text{ m}^2}{1000 \text{ m}^2} * 320 \text{ Años} = 2848 \text{ años}$$

$$Y_{n3} = \frac{A_T}{A_3} * Y_D$$

$$Y_{n3} = \frac{8900 \text{ m}^2}{5600 \text{ m}^2} * 320 \text{ Años} = 1017 \text{ años}$$

$$Y_{n4} = \frac{A_T}{A_4} * Y_D$$

$$Y_{n4} = \frac{8900 \text{ m}^2}{1500 \text{ m}^2} * 320 \text{ Años} = 1899 \text{ años}$$

Determinación de la posible distancia protegida.

$$x_p = \frac{\text{ancho o ancho de cada area} + \text{zona marginal de riesgo de 10 m}}{\text{sub areas}}$$

$$x_{p1} = \frac{20 + 10}{2} = 15\text{m}$$

$$x_{p2} = \frac{20 + 10}{2} = 15\text{m}$$

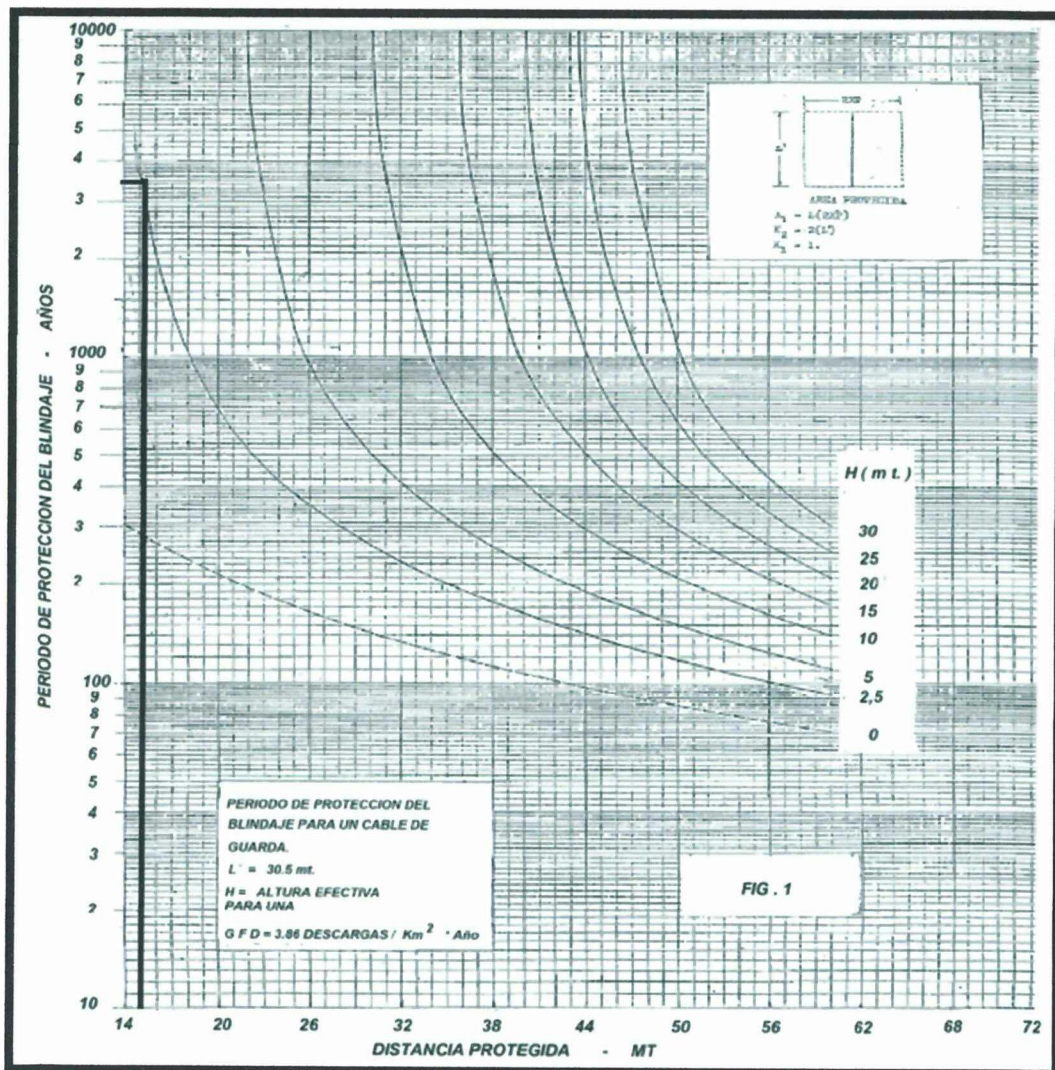
$$x_{p3} = \frac{80 + 10}{4} = 23\text{m}$$

$$x_{p4} = \frac{30 + 10}{2} = 20\text{m}$$

Determinación de la altura efectiva.

Con los valores de x_p y Y_n obtenemos la altura efectiva con la ayuda de las curvas anexadas.

CURVAS DE CABLES DE GUARDA



Alturas de cables de guarda

Nº Áreas	Alturas
1	3
2	3
3	3
4	3

Radio corona del conductor es:

$$R_c = \frac{V}{E_0}$$

R_c: Radio por efecto corona del conductor.

E₀: Gradiente de potencial 1500 kV/m.

V: Voltaje del sistema Kv.

$$R_c = \frac{69KV}{1500 KV/m}$$

$$R_c = 0,046000m$$

IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA CON EFECTO CORONA

$$Z_s = 60 \times \sqrt{\ln\left(\frac{2 \times h}{R_c}\right) \times \ln\left(\frac{2 \times h}{r}\right)}$$

Donde:

Z_s: Impedancia característica Ω.

h: Altura promedio del conductor bajo estudio (m).

R_c: Radio por efecto corona del conductor.

r: Radio del conductor de fase(m).

IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA SIN EFECTO CORONA

$$Z_s = 60 * \ln\left(\frac{2 * h_{AV}}{r}\right)$$

Z_s: Impedancia característica

r: Radio del conductor de fase.

h: Altura promedio del conductor bajo estudio (m).

2: Constante de la formula.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$Z_s = 60 \times \sqrt{\ln\left(\frac{2 \times h}{r}\right) * \ln\left(\frac{2 \times h}{R_c}\right)}$	$Z_s = 60 * \ln\left(\frac{2 * h_{AV}}{r}\right)$
$Z_s = 60 \times \sqrt{\ln\left(\frac{2 \times 15}{0,007725}\right) \times \ln\left(\frac{2 \times 15}{0,046000}\right)}$	$Z_s = 60 * \ln\left(\frac{2 * 15}{0,007725}\right)$
$Z_s = 439,093\Omega$	$Z_s = 495,86\Omega$

CORRIENTE DE DESCARGA DEL RAYO A LA S/E

$$I_s = 2.2 * \frac{BIL}{ZS}$$

I_s: Corriente de descarga del rayo.

BIL: Nivel basico de aislamiento para un nivel de votaje KV.

Z_s: Impedancia caracteristica de la linea entrante a la S/E Ω.

2.2: Contaste de la formula.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$I_s = 2.2 * \frac{BIL}{ZS}$	$I_s = 2.2 * \frac{BIL}{ZS}$
$I_s = 2.2 * \frac{350kV}{439,093\Omega}$	$I_s = 2.2 * \frac{350kV}{495,86\Omega}$
$I_s = 1,76kA$	$I_s = 1,56 kA$

k: Coeficiente que corresponde para impactos en mástiles y cables de guarda es según la norma IEEE-998-1996.



k = 1 Cables de guarda.

k = 1,2 Mastiles.

DISTANCIA DE ATRACCIÓN

$$S = 8 * k * I_s^{0.65}$$

S: distancia de atraccion.

8: Contante de la formula.

k: Coeficiente para cables de guarda.

I_s :Intensidad de corriente admisible del rayo.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$S = 8 * k * I_s^{0.65}$	$S = 8 * k * I_s^{0.65}$
$S = 8 * 1 * 1,76^{0,65}kA$	$S = 8 * 1 * 1,56^{0,65}kA$
$S = 11,55 kA$	$S = 10,68 kA$

H = Altura de barras + Altura efectiva de los CABLES DE GUARDA

$$H = 18 + 3 m$$

$$H = 21m$$

R: Distancia horizontal entre el punto de origen de la esfera (O) y el cable.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$R = \sqrt{S^2 - (S - H)^2}$	$R = \sqrt{S^2 - (S - H)^2}$
$R = \sqrt{11,55^2 - (11,55 - 21)^2}$	$R = \sqrt{10,68^2 - (10,68 - 21)^2}$
$R = 6,64\text{m}$	$R = 2,74\text{m}$

T: Distancia horizontal entre el punto de origen de la esfera (O) y la barra.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$T = \sqrt{S^2 - (S - \text{altura de barras})^2}$	$T = \sqrt{S^2 - (S - \text{altura de barras})^2}$
$T = \sqrt{11,55^2 - (11,55 - 18)^2}$	$T = \sqrt{10,68^2 - (10,68 - 18)^2}$
$T = 9,58 \text{ m}$	$T = 7,77\text{m}$

C: Distancia horizontal entre el cable de guarda y la barra.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$C = T - R$	$C = T - R$
$C = 9,58 - 6,64$	$C = 7,77 - 2,74$
$C = 2,94\text{m}$	$C = 5,03\text{m}$

D: Diferencia de altura entre cable y la barra.

$D = \text{Altura total} - \text{Altura de barras}$

$$D = 21 - 18$$

$$D = 3\text{m}$$

E: Diferencia de altura entre el cable y el punto de origen de la esfera (O).

Con efecto corona	Sin efecto corona
$E = S - D$	$E = S - D$
$E = 11,55 - 3$	$E = 10,68 - 3$
$E = 8,55\text{m}$	$E = 7,68\text{m}$

L: Mitad de la separación entre cables.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$L = \sqrt{S^2 - E^2}$	$L = \sqrt{S^2 - E^2}$
$L = \sqrt{11,55^2 - 8,55^2}$	$L = \sqrt{10,68^2 - 7,68^2}$
$L = 8\text{ m}$	$L = 7\text{m}$

X: Máxima separación entre cables.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$X = 2 * L$	$X = 2 * L$
$X = 2 * 8$	$X = 2 * 7$
$X = 16 \text{ m}$	$X = 14 \text{ m}$

APANTALLAMIENTO CON MÁSTILES

El periodo de protección para cada sub área es:

$Y_1 = Y_n$ de los cables de guarda * sub áreas

$$Y_{n1} = 3560 * 1 = 3560 \text{ años}$$

$$Y_{n2} = 2848 * 2 = 5696 \text{ años}$$

$$Y_{n3} = 1017 * 3 = 3051 \text{ años}$$

$$Y_{n4} = 1899 * 2 = 3798 \text{ años}$$

Determinación de la posible distancia protegida:

$$X_{PM1} = \sqrt{\frac{A1}{\pi}} = \sqrt{\frac{800}{\pi}} = 16\text{m}$$

$$X_{PM2} = \sqrt{\frac{A2}{\pi}} = \sqrt{\frac{1000}{\pi}} = 18\text{m}$$

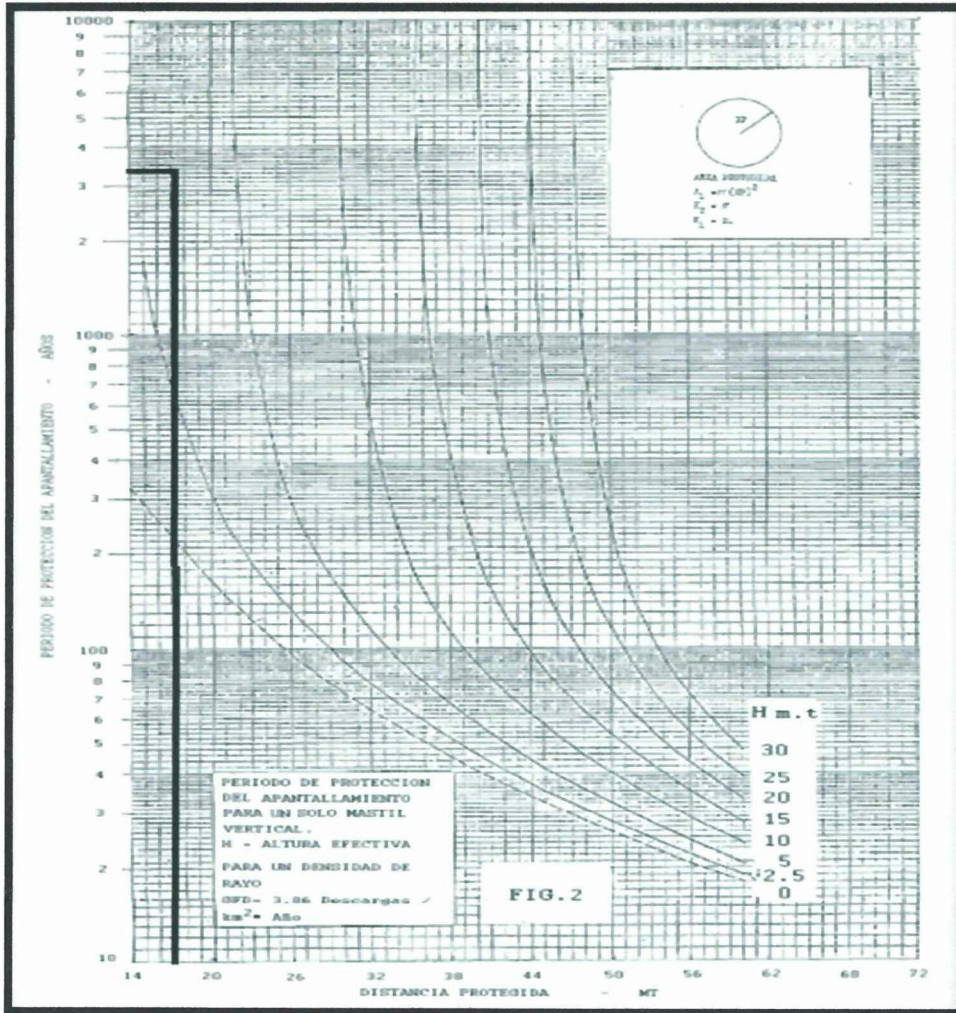
$$x_{PM3} = \sqrt{\frac{A3}{\pi}} = \sqrt{\frac{5600}{\pi}} = 42\text{m}$$

$$x_{PM4} = \sqrt{\frac{A4}{\pi}} = \sqrt{\frac{1500}{\pi}} = 22\text{m}$$

Determinación de la altura efectiva.

Con los valores de x_P y Y_n obtenemos la altura efectiva con la ayuda de las curvas anexadas.

CURVAS DE MASTILES



Alturas de Mástiles

Nº Áreas	Alturas
1	4
2	4
3	4
4	4

IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA CON EFECTO CORONA.

$$Z_s = 60 \times \sqrt{\ln\left(\frac{2 \times h}{R_c}\right) \times \ln\left(\frac{2 \times h}{r}\right)}$$

Donde:

Z_s : Impedancia característica Ω .

h : Altura promedio del conductor bajo estudio (m).

R_c : Radio por efecto corona del conductor.

r : Radio del conductor de fase(m).

IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA SIN EFECTO CORONA.

$$Z_s = 60 * \ln\left(\frac{2 * h_{AV}}{r}\right)$$

Z_s : Impedancia característica.

r : Radio del conductor de fase.

h : Altura promedio del conductor bajo estudio (m).

2 : Constante de la fórmula.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$Z_s = 60 \times \sqrt{\ln\left(\frac{2 \times h}{r}\right) * \ln\left(\frac{2 \times h}{R_c}\right)}$	$Z_s = 60 * \ln\left(\frac{2 * h_{AV}}{r}\right)$
$Z_s = 60 \times \sqrt{\ln\left(\frac{2 \times 15}{0,007725}\right) \times \ln\left(\frac{2 \times 15}{0,046000}\right)}$	$Z_s = 60 * \ln\left(\frac{2 * 15}{0,007725}\right)$
$Z_s = 439,093\Omega$	$Z_s = 495,86\Omega$

CORRIENTE DE DESCARGA DEL RAYO A LA S/E

$$I_s = 2.2 * \frac{BIL}{ZS}$$

I_s: Corriente de descarga del rayo.

BIL: Nivel Basico de aislamiento para un nivel de votaje n KV.

Z_s: Impedancia caracteristica de la linea entrante a la S/E, Ω.

2.2: Contaste de la formula.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$I_s = 2.2 * \frac{BIL}{ZS}$	$I_s = 2.2 * \frac{BIL}{ZS}$
$I_s = 2.2 * \frac{350kV}{439,093\Omega}$	$I_s = 2.2 * \frac{350kV}{495,86\Omega}$
$I_s = 1,76kA$	$I_s = 1,56 kA$

k: Coeficiente que corresponde para impactos en mástiles y cables de guarda es según la norma IEEE-998-1996.

k = 1 Cables de guarda

k = 1,2 Mastiles

DISTANCIA DE ATRACCIÓN

$$S = 8 * k * I_s^{0.65}$$

S: distancia de atracción.

8: Contante de la fórmula.

k: Coeficiente para mastiles.

I_s :Intensidad de corriente admisible del rayo.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$S = 8 * k * I_s^{0.65}$	$S = 8 * k * I_s^{0.65}$
$S = 8 * 1,2 * 1,76kA$	$S = 8 * 1,2 * 1,56kA$
$S = 13,86m$	$S = 12,82m$

C: Distancia horizontal desde el punto de origen de la esfera (O) hasta la barra.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$C = \sqrt{S^2 - (S - H \text{ altura de barra})^2}$	$C = \sqrt{S^2 - (S - H \text{ altura de barra})^2}$
$C = \sqrt{(13,86)^2 - (13,86 - 18m)^2}$	$C = \sqrt{(12,82)^2 - (12,82 - 18m)^2}$
$C = 13,22m$	$C = 11,73m$

T: Máxima separación de mástil a la barra.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$T = S - C$	$T = S - C$
$T = 13,86 - 13,22m$	$T = 12,82 - 11,73m$
$T = 0,64 m$	$T = 1,09 m$

Z: Distancia horizontal entre el punto de origen de la esfera (O) y la línea trazada entre los dos mástiles.

Y: Separación mínima entre la fase y la estructura metálica del mástil.

$$Y = 1.80m .$$

Con efecto corona	Sin efecto corona
$Z = C - Y \text{ (m)}$	$Z = C - Y \text{ (m)}$
$Z = 13,22 - 1.80m$	$Z = 11,73 - 1.80m$
$Z_1 = 11,42 \text{ m}$	$Z_1 = 9,93 \text{ m}$

L: Mitad de separación entre dos mástiles.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$L = \sqrt{S^2 - Z^2} \text{ (m)}$	$L = \sqrt{S^2 - Z^2} \text{ (m)}$
$L = \sqrt{(13,86)^2 - (11,42m)^2}$	$L = \sqrt{(12,82)^2 - (9,93m)^2}$
$L = 7,85m$	$L = 8,10m$

X: Máxima separación entre los dos mástiles.

Con efecto corona	Sin efecto corona
$X = 2 * L \text{ (m)}$	$X = 2 * L \text{ (m)}$
$X = 2 * 7,85 \text{ m}$	$X = 2 * 8,10 \text{ m}$
$X_1 = 16\text{m}$	$X_1 = 16\text{m}$

H = Altura de barras + Altura efectiva de los MASTILES

$$H = 18 + 4 \text{ m}$$

$$H = 22\text{m}$$

CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE FALLA DEL APANTALLAMIENTO

Densidad de rayo a tierra:

$$\text{GFD} = 0,12 * T \text{ nivel isoceraunico} \frac{\text{descargas}}{\text{Km}^2} * \text{años}$$

$$\text{GFD} = 0,12 * 40$$

$$\text{GFD} = 4,8 \frac{\text{descargas}}{\text{Km}^2} * \text{años}$$

Nº descargas en la S/E:

$$ns = \text{GFD} * \frac{A}{1000^2} \text{ descargas /años}$$

$$ns = 4,8 * \frac{8900}{1000^2}$$

$$ns = 0,04272 \text{ descargas /años}$$

$$ns = 0,04272 * \text{PORCENTAJE DE EXPOSICION}$$

$$ns = 0,04272 * 0,015$$

$$ns = 0,0006 \text{ descarga /años}$$

Periodo de Protección de la S/E En Conjunto:

$$P_{P S/E} = \frac{1}{ns}$$

$$P_{P S/E} = \frac{1}{0,0006}$$

$$; P_{P S/E} = 1666,66 \text{ años}$$



ANEXO 3

ENTREVISTAS Y ENCUESTAS DE VALIDACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

*Entrevista dirigida a Ingenieros Docentes de la unidad Académica de Ciencias
de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA) de la carrera Ing. Eléctrica.*

La entrevista será realizada a los Docentes de la unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA) de la carrera Ing. Eléctrica de las materias de SEP y alto voltaje, ya que ellos se encuentran en permanente enseñanza a los estudiantes de la carrera y tomando decisiones con la finalidad de remediar dificultades.

OBJETIVO:

Conocer los requerimientos que debe tener la herramienta computacional para que permita mejorar el estudio, la comprobación de resultados mediante el proceso de la enseñanza de los estudiantes de UTC.

CUESTIONARIO

1.- ¿Piensa que los siguientes datos son importantes para el diseño de sistemas de apantallamiento?

- Voltaje Nominal
- Nivel Básico de Aislamiento
- Nivel Isoceraunico
- Radio del conductor
- Altura de barras
- Impedancia característica

2.- ¿Piensa usted que es importante la interfaz gráfica de VISUAL BASIC y AutoCAD para su visualización?

3.- ¿En qué vista de AutoCAD usted sugiere la visualización de sistema de apantallamiento?

4.- ¿Cree que sería importante la exportación de los resultados de sistema de apantallamiento sea en los formatos?

- Word
- Excel
- Pdf

5.- ¿Es necesario incrementar un software para el diseño de un sistema de apantallamiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje?

6.- ¿Considera que el desarrollo de un software en el diseño de sistema de apantallamiento facilitara desarrollar de mejor manera su proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje?

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS.

Encuesta aplicada a los docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la U.T.C.

La encuesta será realizada a los docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la U.T.C., con la intención de crear un software didáctico y fácil de usar para mejorar la comprobación de datos en el proceso de la enseñanza.

OBJETIVO:

Conocer la aceptación de la creación del software didáctico, libre acceso y de fácil uso para mejorar la comprobación resultados en estudios y proceso de enseñanza en la UTC.

INSTRUCTIVO:

Coloque una X en el paréntesis de la respuesta que Ud. Considere correcta.

CUESTIONARIO

1.- ¿Piensa usted que los sistemas de apantallamiento para S/E son parte importante de los sistemas eléctricos de potencia?

- SI ()
- NO ()

2.- ¿Conoce Ud. Los parámetros y normas que se toman en cuenta para dimensiones de sistemas de apantallamiento?

- SI ()
- NO ()

3.- ¿Tiene conocimiento sobre el diseño de sistemas de apantallamiento para S/E?

- SI ()
- NO ()

4.- ¿Es necesario incrementar un software innovador para el diseño de un sistema de apantallamiento en el proceso de enseñanza, aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje?

- SI ()
- NO ()

5.- ¿Piensa Ud. que el estudio de sistema de apantallamiento para S/E debe complementar con herramientas actualizadas de fácil uso y comprensión?

- SI ()
- NO ()

6.- Según su criterio, de las siguientes alternativas. ¿Cuál facilitará el dimensionamiento de sistema de apantallamiento para S/E?

- a.- Implementación de un software ()
- b.- Actividades de campo ()
- c.- Las dos opciones anteriores ()

8.- ¿Piensa Ud. que los altos costos de las licencias de programas computacionales especializados en diseño de sistemas de apantallamiento para S/E limita su acceso a nivel estudiantil?

- SI ()
- NO ()

9.- ¿Cree Ud. que es necesario la elaboración de un software para el dimensionamiento de sistemas de apantallamiento para S/E que sirva como un complemento a la información recibida en las aulas?

- SI ()
- NO ()

10.- ¿Un software especializado le facilitará el estudio del dimensionamiento de sistemas de apantallamiento para S/E?

- SI ()
- NO ()

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS.

Encuesta aplicada a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la U.T.C.

La encuesta será realizada a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la U.T.C., la misma que constituye un acercamiento en el proceso de la enseñanza del estudiante, hacia usted, con la intención de comprobar y sugerir los conocimientos acerca de apantallamiento de subestaciones eléctricas

OBJETIVO:

Comprobar el nivel de conocimientos del apantallamiento de subestaciones S/E y sugerir la creación del software didáctico, libre acceso y de fácil uso para mejorar la comprobación resultados en estudios y proceso de enseñanza en la UTC.

INSTRUCTIVO:

Coloque una X en el paréntesis de la respuesta que Ud. considere correcta.

1.- ¿Piensa usted que los sistemas de apantallamiento para S/E son parte importante de los sistemas eléctricos de potencia?

- SI ()
- NO ()

2.- ¿Conoce Ud. Los parámetros y normas que se toman en cuenta para dimensiones de sistemas de apantallamiento?

- SI ()
- NO ()

3.- ¿Tiene conocimiento sobre el diseño de sistemas de apantallamiento para S/E?

- SI ()
- NO ()

4.- ¿Es necesario incrementar un software innovador para el diseño de un sistema de apantallamiento en el proceso de enseñanza, aprendizaje dentro del área de diseño de alto voltaje?

- SI ()
- NO ()

5.- ¿Piensa Ud. que el estudio de sistema de apantallamiento para S/E debe complementar con herramientas actualizadas de fácil uso y comprensión?

- SI ()
- NO ()

6.- Según su criterio, de las siguientes alternativas. ¿Cuál facilitará el dimensionamiento de sistema de apantallamiento para S/E?

- a.- Implementación de un software ()
- b.- Actividades de campo ()
- c.- Las dos opciones anteriores ()

8.- ¿Piensa Ud. que los altos costos de las licencias de programas computacionales especializados en diseño de sistemas de apantallamiento para S/E limita su acceso a nivel estudiantil?

- SI ()
- NO ()

9.- ¿Cree Ud. que es necesario la elaboración de un software para el dimensionamiento de sistemas de apantallamiento para S/E que sirva como un complemento a la información recibida en las aulas?

- SI ()
- NO ()

10.- ¿Un software especializado le facilitará el estudio del dimensionamiento de sistemas de apantallamiento para S/E?

- SI ()
- NO ()

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN