

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

**ANALISIS DE SISTEMAS ELECTRICOS DE DISTRIBUCION CON
REPRESENTACION GRAFICA**

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO

EDISON OSWALDO FELICITA RODRIGUEZ

DIRECTOR: ING. ANTONIO BAYAS

QUITO, FEBRERO DEL 2001

Certifico que el presente trabajo fue elaborado por el Sr. Edison Oswaldo Felicita Rodríguez, bajo mi dirección.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Antonio Bayas", written in a cursive style with a large, sweeping flourish at the end.

Ing. Antonio Bayas

Director de Tesis.

AGRADECIMIENTO.

A todas y cada una de las personas que directa e indirectamente contribuyeron para que se llegue a finalizar el presente trabajo. Especialmente al Ing. Antonio Bayas por su acertada dirección, al Ing. Santiago Córdoba e Ing. Mario Albuja por su ayuda técnica, a mi Padre y Hermana por su constante apoyo, a mis amigos.

ÍNDICE

	PAGINA
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES	2
1.3. RESUMEN DEL TRABAJO	4
1.4. ALCANCE Y LIMITACIONES	5
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. GENERALIDADES SOBRE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	8
2.1.1 OBJETIVOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO.	9
2.1.2 ANÁLISIS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO	11
2.2. CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS DE SECUENCIA Y FASE	12
2.2.1 TIPOS DE CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN.	13
2.2.2 IMPEDANCIAS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN AÉREOS.	15
2.2.3 SISTEMAS BALANCEADOS EN COMPONENTES SIMÉTRICAS.	15
2.2.4 IMPEDANCIAS DE SECUENCIA.	17
2.2.5 IMPEDANCIAS DE LA FUENTE	17
2.2.6 IMPEDANCIAS DE FALLA	21

2.3. CÁLCULOS DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN PRIMARIOS RADIALES DE DISTRIBUCIÓN.	23
2.3.1 TIPOS DE FALLAS.	23
2.3.2 PROCEDIMIENTO PARA ÉL CÁLCULO DE FALLAS	24
2.4. CÁLCULO DE LOS FLUJOS DE CARGA EN PRIMARIOS RADIALES DE DISTRIBUCIÓN.	26

CAPÍTULO III

3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE APLICACIÓN.	29
3.1. CÁLCULO DE LOS FLUJOS DE CARGA.	29
3.1.1 DATOS DE ENTRADA.	29
3.1.2 DATOS DE SALIDA	30
3.2. CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS DE SECUENCIA.	31
3.2.1 DATOS DE ENTRADA.	31
3.2.2 DATOS DE SALIDA	34
3.3. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.	34
3.3.1 DATOS DE ENTRADA.	35
3.3.2 DATOS DE SALIDA	37

CAPÍTULO IV

4. INTEGRACIÓN DEL PAQUETE EN AUTOCAD.	38
4.1. INTRODUCCIÓN AL AUTOCAD.	38
4.2. MANEJO DE ENTIDADES MEDIANTE AUTOLISP, PROGRAMACIÓN Y CREACIÓN DE NUEVAS FUNCIONES.	42
4.2.1 INTRODUCCIÓN AL AUTOLISP.	42
4.2.2 PROGRAMAS EN AUTOLISP.	48
4.2.3 CUADROS DE DIALOGO.	54
4.2.3.1 MANEJO DE CUADROS DE DIALOGO MEDIANTE AUTOLISP.	56

4.3. CREACIÓN DE MENUS PERSONALIZADOS.	59
CAPÍTULO V	
5. APLICACIONES.	63
5.1. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.	63
5.1.1 ALIMENTADOR NO REAL.	63
5.1.2 ALIMENTADOR REAL.	82
CAPÍTULO VI	
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	89
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXO A	
MANUAL DEL USUARIO	
ANEXO B	
MANUAL DEL PROGRAMADOR	

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 ANTECEDENTES

Un sistema de distribución, a diferencia de los sistemas eléctricos de potencia, se caracteriza por la gran cantidad de datos dispersos involucrados en su operación y por el dinamismo que presenta una red siempre cambiante. El manejo de un sistema de distribución es, por tanto, inherentemente complejo y requiere de procesos organizados para un correcto seguimiento y control. Es entonces cuando las técnicas computacionales, tales como programas de análisis y ayudas gráficas, que permiten la sistematización y rápida visualización de grandes volúmenes de información, se convierten en un recurso poderoso para el ingeniero eléctrico.

Dentro de la operación y planificación de los sistemas de distribución, los estudios de cortocircuitos y de flujos de carga son indispensables para la evaluación del estado actual de la red (identificando los puntos débiles o problemáticos para una acción preventiva o correctiva) y de su capacidad de captar una demanda futura de potencia y energía.

No obstante, los programas que para el efecto se han desarrollado requieren de un tratamiento preliminar de datos bastante tedioso y los resultados que se entregan son por lo general tabulados en extensas listas de difícil interpretación. Sin embargo, dentro de un entorno gráfico amigable operando sobre los elementos que componen el alimentador, los resultados se pueden obtener de una manera sencilla para una rápida toma de decisiones.

El presente trabajo se realizó como parte del convenio existente entre la Facultad de Ingeniería Eléctrica y la Empresa Eléctrica Quito S.A. (Proyecto de Implementación del Laboratorio de Protecciones), y busca integrar diferentes aplicaciones anteriormente desarrolladas mediante el convenio, en un mismo entorno gráfico de fácil utilización, gran versatilidad y dejar abierta la posibilidad de que en un futuro se puedan integrar otras aplicaciones para tener de esta manera un estudio completo de un sistema de distribución eléctrico y sobre todo que esté totalmente ajustado al sistema eléctrico nacional.

1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El desarrollo del presente trabajo incorpora algoritmos computacionales para el cálculo de Flujos de Potencia, Impedancias de Secuencia y Cálculo de Cortocircuitos, algoritmos que han sido desarrollados en trabajos de tesis anteriores como son:

“Flujos de carga, cortocircuitos y protecciones contra sobrecorrientes de alimentadores primarios radiales de distribución”, Manuel Rueda Ruiz, 1977.

“Programa interactivo para el diseño y operación de sistemas radiales aéreos de distribución”, Marco Medina Duran, 1992.

“Coordinación gráfica de protecciones para sistemas eléctricos de potencia”, Vate López, 1994.

Los mismos que son manejados mediante programación en AutoLISP desde el entorno gráfico del AutoCAD.

Además el presente trabajo utiliza datos, programas y los gráficos de alimentadores primarios sobre la base geográfica de Quito, que dispone la Unidad PIA “Proyectos Inventarios y Avalúos” de la Empresa Eléctrica Quito S.A.

Programas que en algunos casos han sido modificados para que se adapten a los requerimientos de los algoritmos utilizados para el cálculo de los parámetros de un alimentador.

Se desarrollaron rutinas en AutoLISP que sirven para extraer datos de los gráficos de un alimentador, procesarlos y ordenarlos para que puedan ser utilizados por los diferentes programas para el cálculo de Flujos de Carga, Impedancias de Secuencia y Corrientes de Cortocircuito. De la misma forma luego de obtener los datos de los mencionados programas se implementaron rutinas para la visualización de resultados.

Por requerimientos propios del AutoCAD, se requiere para la ejecución de los programas, un computador con las siguientes características:

Procesador Pentium 133 MHz o superior

32 Mb de RAM o superior

Monitor VGA o superior

El número de nodos y elementos que puede tener el alimentador a ser estudiado depende básicamente de la capacidad de memoria y velocidad de la máquina en la cual se ejecuten las aplicaciones, además se debe tomar en cuenta las restricciones propias de los algoritmos utilizados.

En el caso muy particular del presente trabajo:

Cálculo de Impedancias de Secuencia y Cortocircuitos:

- El programa tiene un límite de 100 nodos, aunque se puede aumentar el mismo modificando el programa CORTOCIR.C en la parte de dimensionamiento de variables.
- El programa trabaja solo con redes aéreas.

- El programa solo funciona con redes radiales.

Cálculo de Flujos de Carga:

- El programa PRINDIS tiene un límite de 200 nodos y 100 conductores para formar la configuración del alimentador.
- No trabaja con elementos en paralelo, es decir entre dos nodos puede existir solamente un elemento.
- El programa trabaja solo con redes aéreas, aunque puede ser utilizado para redes subterráneas, pero sin considerar la capacitancia de los cables.
- El programa solo funciona con redes radiales.
- Los Reguladores y Transformadores deben tener conexión al neutro.

1.3 RESUMEN DEL TRABAJO.

El presente trabajo reúne en uno solo varias tesis desarrolladas anteriormente, mismas que para su ejecución necesitan de un laborioso manejo de los datos de entrada, y nos entregan resultados en listas de no muy fácil interpretación. Así como programas en AutoLISP desarrollados en la unidad PIA.

Puesto que en AutoCAD se puede definir atributos¹, esto es asignar diferentes variables a un determinado bloque², por ejemplo, se puede tener definido un alimentador con todos sus elementos en forma de bloques que poseen todos los datos suficientes y necesarios para el cálculo que uno requiera.

Mediante programación estas variables son extraídas de cada bloque y ordenadas en un archivo de texto de acuerdo a los requerimientos de datos de entrada de cada rutina, mismos que son leídos y procesados por los programas

¹ A cada entidad (líneas, círculos, arcos, etc. o unión de estos) es posible asociar nombres y valores que pueden ser extraídos mediante procedimientos y rutinas en AutoLISP para ser utilizados en los programas.

² En AutoCAD bloque es la unión de varias entidades para formar una sola.

de cálculo de flujos, impedancias de secuencia y cortocircuitos, luego de lo cual entregan archivos de datos conteniendo los resultados, los cuales son leídos mediante programas o rutinas creadas en AutoLISP, datos que se pueden ser visualizados según lo desee el usuario desde el entorno gráfico o en su defecto los datos mas relevantes se imprimen en el diagrama unifilar del alimentador para ser analizados por el ingeniero planificador.

Para la obtención de parámetros como alturas y distancias entre los conductores se utilizaron las normas de la E.E.Q.S.A. en su Parte B, Estructuras Tipo. En cuanto a otros parámetros como diámetro, resistencia, radio medio geométrico de los conductores se utilizaron tablas de fabricantes nacionales así como tablas de las normas NEC de Estados Unidos.

1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES

En cumplimiento del objetivo planteado, el presente trabajo desarrolla lo siguiente:

- Realiza el análisis de sistemas radiales de distribución partiendo de un entorno gráfico como es el AutoCAD.
- Mediante programación se incorporan atributos esto es datos a los elementos de un alimentador lo que se traduce en un fácil manejo de la información de los componentes de un sistema.
- Las rutinas desarrolladas en AutoLISP permiten un ágil manejo de los programas y de los datos requeridos para un correcto funcionamiento de los mismos, datos que son visualizados en forma general o total y en forma particular.

- En el presente trabajo se incorpora programas para el cálculo de Impedancias de Secuencia, Flujos de carga, Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito, que es el inicio de la implementación de un programa en el que se reúna en uno solo todos los programas necesarios para un análisis completo de un primario de distribución, como son Simulación de Arranque de Motores, Coordinación de Protecciones entre otros.

- En vista que este trabajo se lo desarrolló tomando en cuenta las Normas de la Empresa Eléctrica Quito S.A. y se utilizaron los recursos que dispone la unidad PIA, es un programa de gran utilidad para el estudio y mantenimiento de la red Eléctrica Quito.

- Se puede visualizar el diagrama unifilar del alimentador con algunos datos que son de beneficio para la toma de decisiones de los Ingenieros diseñadores o los Ingenieros que brindan el mantenimiento al sistema, entre los datos más relevantes se pueden observar:
 - Código del conductor: Que posee el tipo de material del conductor, número de fases, calibre de la fase, calibre del neutro, calibre del piloto estos dos solo en caso de existir.

 - Longitud y Fases de cada sección.

 - Numeración de los Nodos.

 - En el nodo inicial que representa la Subestación se coloca el voltaje del alimentador.

 - Elementos conectados a los nodos y su descripción y principales características.

- Perfil de voltaje del alimentador.
- Magnitud de las corrientes de falla trifásica, línea – línea, línea – tierra y línea – neutro.
- Flujos de carga
- Permite la interconexión entre primarios o secciones de primarios para la simulación de transferencia de carga.
- En cuanto a las limitaciones del programa, esta determinado por las restricciones propias de las aplicaciones utilizadas, pero cabe recalcar algunas como son:
 - Falta de una estadística en la que se presente el estado de conexión de los TAPS de los transformadores, por lo que se ha tomado la capacidad nominal de los mismos.
 - Falta de información de la carga, por lo que al momento de la corrida de los programas se pregunta con que porcentaje de carga se trabaja tomando en cuenta la capacidad nominal del transformador de distribución.
 - No se toma en cuenta cargas como la iluminación pública.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 GENERALIDADES SOBRE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

El mejor sistema de distribución es aquel en el cual se pueden balancear efectivamente los costos y suplir segura y adecuadamente de energía eléctrica tanto en el presente como en el futuro a las probables cargas.

La función de un sistema de distribución eléctrica en el punto de instalación o carga es de recibir potencia de uno o más puntos de suministro y distribuirla individual y efectivamente a cada una de las cargas, la importancia que tiene el sistema de distribución hace que siempre sea imperativo que el mejor sistema sea diseñado e instalado.

Para obtener el mejor diseño de un sistema de distribución, el ingeniero diseñador debe tener la suficiente información sobre las cargas actuales, un estudio basado en los índices de crecimiento, sobre todo la experiencia para la estimación de cargas futuras y un conocimiento de los varios tipos de sistemas de distribución que son aplicables en el diseño. Las diferentes construcciones tienen muchos problemas específicos pero los principios básicos son comunes a todos y cada uno de las construcciones eléctricas o sistemas de distribución.

Los principios básicos que se deben tomar en cuenta para el diseño de un sistema de distribución son:

- Funciones de las estructuras, para el presente y futuro.
- Vida y flexibilidad de la estructura.

- Localización de la entrada de servicio y equipo de distribución, localización y características de la carga, localización de las subestaciones.
- Demanda y factor de diversidad de las cargas.
- Fuentes de energía.
- Continuidad y calidad de servicio disponible y requerido.
- Eficiencia de la energía y su manejo.
- Distribución y voltajes de utilización.
- Barras y/o cables de alimentación.
- Equipo de distribución y seccionamiento
- Potencia, paneles de iluminación y centros de control de motores.
- Tipos de estructuras de iluminación.
- Métodos de instalación.

2.1.1 Objetivos Para el Diseño de un Sistema de Distribución Eléctrico.

Cuando se considera el diseño de un sistema de distribución eléctrico para un determinado consumidor y factibilidad, el ingeniero eléctrico debe considerar cual de los siguientes objetivos se deben cumplir o deben tener mas peso en el diseño:

a) SEGURIDAD: El objetivo número uno es el de diseñar un sistema de distribución el cual no presente peligro eléctrico a los usuarios que lo utilizan, y/o utilizar equipo redundante de protección en el sistema eléctrico. Es importante el diseñar un sistema eléctrico el cual es esencialmente seguro para la gente que es responsable del mantenimiento del equipo.

b) MÍNIMA INVERSION INICIAL: El presupuesto del que dispone el usuario para la compra del equipo eléctrico de distribución necesario y su instalación es uno de los factores determinantes en la elección del sistema que se va ha diseñar.

c) MÁXIMA CONTINUIDAD DE SERVICIO: El grado de confiabilidad y continuidad de servicio puede variar de acuerdo al tipo y uso de las cargas o procesos que van a ser servidos por un sistema de distribución eléctrico.

d) MÁXIMA FLEXIBILIDAD Y EXPANDIBILIDAD: En muchas plantas industriales, las cargas eléctricas son constantemente reubicadas o cambiadas lo que requiere un cambio en el sistema de distribución eléctrico. Adicionalmente se debe considerar la posibilidad de expansión de los centros de carga, y/o incrementar los requerimientos de las cargas debido a la adición de carga con respecto a la que tenía en el momento en el que se diseñó el sistema de distribución.

e) MÁXIMA EFICIENCIA ELECTRICA (MÍNIMO COSTO DE OPERACIÓN). La eficiencia eléctrica generalmente puede ser maximizada diseñando sistemas que minimicen las pérdidas en los conductores, transformadores y equipos en general, una apropiada selección del nivel de voltaje. Seleccionar equipo tal como un transformador con bajas pérdidas puede significar una alta inversión inicial y un incremento en los requerimientos básicos, es por eso que se debe establecer un balance entre el cambio producido por las pérdidas en la utilidad de la energía del consumidor versus el costo inicial para el propietario del sistema.

f) MÍNIMO COSTO DE MANTENIMIENTO. Usualmente mientras más simple es el diseño del sistema eléctrico y mientras más simple es el equipo eléctrico utilizado, son menores los costos asociados al mantenimiento y los errores de operación. Puesto que los sistemas y equipo eléctrico se han vuelto más complicados para garantizar alta continuidad o flexibilidad de servicio, los costos de mantenimiento y los errores de los operadores se han incrementado. Los sistemas eléctricos deben ser diseñados con un sistema de potencia alterno para poder sacar de servicio un equipo sin dejar sin energía cargas importantes del sistema. El uso de equipos de protección tipo corte o seccionamiento tales como

breakers y combinación de arrancadores pueden minimizar el costo de mantenimiento y el tiempo de desconexión de las cargas.

g) MÁXIMA CALIDAD DE POTENCIA. Los requerimientos de entrada de potencia de todos los equipos deben ser considerados incluyendo un rango de operación aceptable de los equipos, el sistema de distribución debe ser diseñado para suplir estos requerimientos, como por ejemplo, Cuales son los requerimientos de voltaje, corriente, factor de potencia de los equipos.

Los objetivos antes mencionados están íntimamente relacionados y en algunos casos son contradictorios, Mientras más redundancia se añade al diseño del sistema eléctrico a través de equipamiento de mejor calidad, para maximizar la continuidad de servicio, expandabilidad, flexibilidad del sistema y calidad de potencia, mas elevada es la inversión inicial y los costos de mantenimiento. Es por eso que el diseñador debe balancear cada factor basándose en el tipo de facilidad, el tipo de cargas a ser servidas, la experiencia del dueño del sistema y el criterio técnico.

Es de esperar que el ingeniero nunca tenga información completa sobre la carga que va ha servir cuando esta diseñando el sistema, por lo que debe expandir la información que posee basándose en la experiencia con problemas similares.

Complementando esta información, con un conocimiento de los diferentes tipos de sistemas de distribución eléctrica y equipos, el ingeniero llegará al mejor diseño de una red de distribución eléctrica para un sistema en particular.

2.1.2 Análisis de Sistemas de Distribución Eléctrico.

La mayor consideración para el diseño de un sistema de distribución eléctrico es asegurarse que sé esta cumpliendo con los requerimientos de calidad de servicio a las diferentes cargas. Esto incluye el servir cada carga bajo condiciones

normales y anormales, incluyendo la protección deseada tanto a las cargas como a los aparatos del sistema, por lo tanto las interrupciones de servicio son minimizadas con un buen diseño económico y mecánico.

Bajo condiciones normales de operación, los factores técnicos de importancia son, perfil de voltaje, pérdidas, flujos de potencia, arranque de motores, continuidad de servicio y factibilidad.

La principal consideración bajo condiciones de falla es la protección de los aparatos, aislamiento de fallas y la continuidad de servicio. Durante el planeamiento preliminar del sistema, después de la selección de los aparatos de distribución, los sistemas de distribución deberían ser analizados y evaluados incluyendo los factores económicos y técnicos, además de tener una cuidadosa revisión de cada sistema bajo condiciones normales y anormales.

2.2 CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS DE SECUENCIA Y FASE.

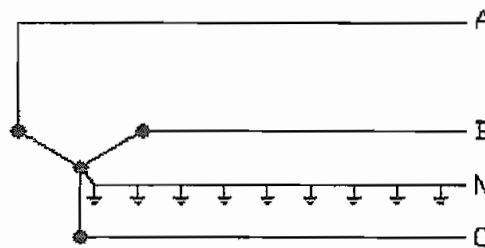
La información de las impedancias es necesaria para guiar un estudio de fallas, incluye las impedancias de secuencia del sistema visto desde cada uno de los puntos de falla a ser analizados y el valor de las impedancias de falla asociados con cada tipo de falla, las impedancias de secuencia de un sistema son independientes del tipo de falla.

Para determinar las impedancias del sistema, en primer lugar se debe identificar los componentes individuales del sistema, es decir, cables subterráneos, líneas aéreas, transformadores, generadores, etc. Luego se determinan las impedancias de secuencia de cada uno de los componentes utilizando manuales, tablas y fórmulas. Por último, los componentes de las impedancias son combinados para encontrar un equivalente de las impedancias de secuencia del sistema, tomando en cuenta conexiones en paralelo o serie y los varios niveles de voltaje entre el punto de estudio y la fuente.

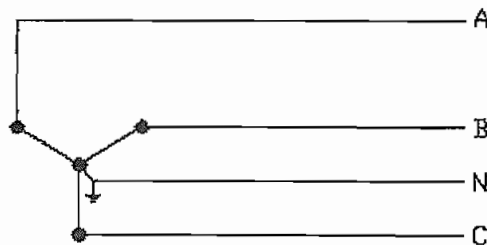
2.2.1 Tipos de Circuitos de Distribución.

La impedancia de un circuito de distribución esta afectado no solo por el material, tamaño y distancia entre conductores sino también por otros factores como la presencia o ausencia del conductor neutro, la naturaleza del sistema de puesta a tierra y la conexión del transformador en la subestación de distribución. Estos factores son los que distinguen un sistema de distribución de otro. A continuación se muestran los diferentes tipos de sistemas de distribución:

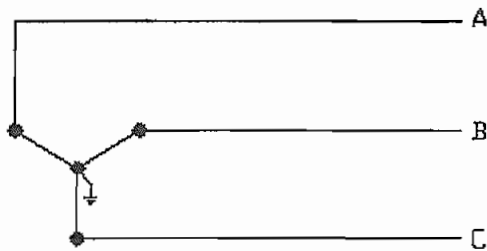
1.- Sistema a cuatro hilos multi-tierra (multigrounded-neutral)



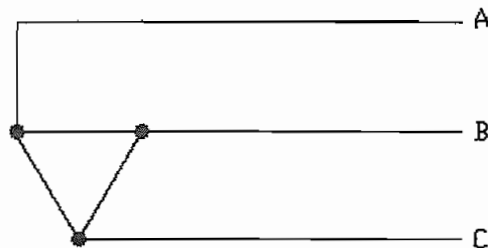
2.- Sistema a cuatro hilos uni-tierra (unigrounded-neutral)



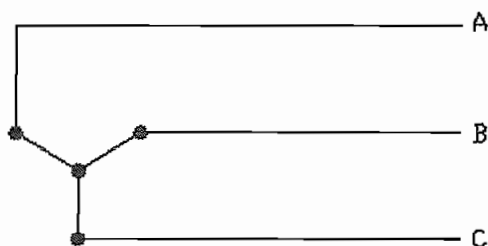
3.- Sistema a tres hilos uni-tierra (unigrounded-neutral)



4.- Sistema a tres hilos servido desde un transformador conectado en delta sin tierra.



5.- Sistema a tres hilos servido desde un transformador conectado en Y sin tierra.



Clasificaciones adicionales de circuitos envuelven varias combinaciones de uno o dos fases y un neutro, como se puede observar en el siguiente capítulo en la sección 2. Pero estos solo existen en la práctica como sistemas de una o dos fases derivados de alguno de los sistemas anteriormente descritos.

Los sistemas de distribución más comunes que componen el Sistema Eléctrico Quito es el multi – tierra (tipo 1 y sus combinaciones) y el uni – tierra (tipo 3 y sus combinaciones)

2.2.2 Impedancias de Sistemas de Distribución Aéreos.

Las impedancias de secuencia de un sistema de distribución aéreo a una frecuencia constante dependen de muchos factores tales como tamaño y material de los conductores, configuración, espaciamiento entre los conductores de fase y neutro y el tipo del sistema de distribución, factores menores son el número de hilos, la altura sobre el suelo, temperatura del conductor y resistividad del suelo. Los problemas para identificar las impedancias de un sistema dado son, primero, determinar un valor para estos factores y segundo encontrar las impedancias utilizando las ecuaciones correspondientes.

El uso de tablas es el método más común de cálculo para este problema, el grado de seguridad depende, por supuesto, en que tan aproximados son los valores dados por las tablas para un sistema en cuestión y los valores de los factores usados en la elaboración de las mencionadas tablas.

En algunos casos se consideran los valores lo suficientemente seguros para el cálculo de fallas, en otros casos cuando el error introducido por las tablas es grande o indeterminado es conveniente el uso de fórmulas.

2.2.3 Sistemas Balanceados en Componentes Simétricas.

Los fasores de sistemas balanceados usados en el análisis de componentes simétricos trifásicos son:

1. Componentes de Secuencia Positiva.- (son denotados por el subíndice 1), son representados por tres fasores de igual magnitud y desfasados 120 grados y tienen la misma secuencia de fase que los fasores originales.
2. Componentes de Secuencia Negativa.- (son denotados por el subíndice 2), son representados por tres fasores de igual magnitud y desfasados 120 grados y tienen secuencia de fase opuesta al de los fasores originales
3. Componentes de Secuencia Cero.- (son denotados por el subíndice 0), son representados por tres fasores de igual magnitud y desfasados 360 o 0 grados.

Los fasores ilustrados en la figura 2.2.3 están designados como voltaje, pero es mejor que sean llamados de corriente, los componentes de secuencia positiva tienen la normal secuencia de fase "abc", los de secuencia negativa tienen la secuencia de fase opuesta "cba" y las impedancias de secuencia cero están en fase y no tienen secuencia de fase.

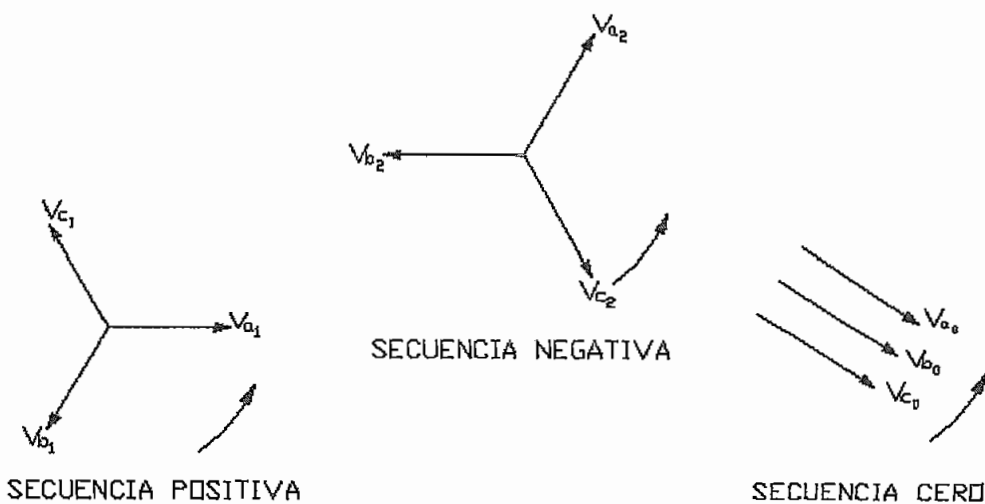


Figura 2.2.3. Fasores de sistemas balanceados.

2.2.4 Impedancias de Secuencia.

En general usar la frase "impedancia de secuencia positiva" no significa la componente de secuencia positiva de un sistema desbalanceado de impedancias Z_a , Z_b , Z_c , calculado mediante la expresión $(Z_a + a Z_b + a^2 Z_c)/3$. En lugar de eso, la frase significa la impedancia de un sistema simétrico trifásico medido cuando esta energizado por un voltaje de la fuente de secuencia positiva. Por ejemplo, si una línea trifásica simétrica es cortocircuitada en el final de la misma y es alimentada con un voltaje trifásico de fuente de secuencia positiva balanceado en el otro extremo, solo la corriente de secuencia positiva fluirá por las fases de la línea. El voltaje de la fase A línea – tierra a la entrada de la línea dividido para la corriente de la fase A será la impedancia de secuencia positiva de la línea. De igual manera las frases "impedancia de secuencia negativa" e "impedancia de secuencia cero" son expresiones derivadas de "impedancia para la corriente de secuencia negativa" e "impedancia para la corriente de secuencia cero" estas impedancias son designadas Z_1 , Z_2 , Z_0 respectivamente.

2.2.5 Impedancias de la Fuente.

Una aproximación conveniente para el cálculo de fallas en sistemas de distribución eléctrica es comenzar en la barra de bajo voltaje de la subestación de distribución, calcular las corrientes para cada uno de los tipos de falla en ese punto, y, alejarse desde la subestación, repitiendo el procedimiento de cálculo para cada punto de interés en el circuito, para realizar esto uno debe conocer primero el valor de la impedancia de la fuente en la barra de bajo voltaje de la subestación. Esta es la impedancia que se mira hacia el sistema de transmisión en la barra de bajo voltaje de la subestación.

Dependiendo de la información disponible pueden ser utilizados algunos métodos para la obtención de la impedancia de la fuente.

1. En algunos casos cuando el sistema de distribución es alimentado por un sistema de transmisión simple radial con un generador en el otro extremo, la impedancia de la fuente puede ser calculada usando el sistema por unidad. La impedancia de secuencia positiva es la suma de todas las impedancias de los elementos que componen el sistema desde la barra de bajo voltaje de la subestación hasta el generador, de igual forma se calcula la impedancia de secuencia negativa y la impedancia de secuencia cero, usualmente la impedancia de secuencia cero no es la suma de las impedancias de secuencia cero de los componentes del sistema debido al efecto de la conexión de los transformadores.
2. A partir de las corrientes de cortocircuito del sistema de transmisión en la barra de alto voltaje de la subestación en valores por unidad y deberían ser valores complejos, además, se debe conocer el valor por unidad del voltaje de la subestación usado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito.

$$Z_{s_1} = \frac{V}{I_{f_{3\phi}}} - Z_f$$

$$Z_{s_2} = \frac{j\sqrt{3}V}{I_{f_{LL}}} - Z_{s_1} - Z_f$$

$$Z_{s_0} = \frac{3V}{I_{f_{LG}}} - Z_{s_1} - Z_{s_2} - 3Z_f$$

Donde:

Z_{s_1} , Z_{s_2} , Z_{s_0} , Son las impedancias de secuencia de la fuente en la barra de alto voltaje de la subestación de distribución.

Z_f , Es la impedancia de falla usada en el estudio de cortocircuitos.

V , Es el voltaje en la barra de alta usado para calcular las corrientes de falla.

$I_{f_{3\phi}}$, Es la corriente de falla trifásica en el lado de alta.

$I_{f_{LL}}$, Es la corriente de falla línea – línea en el lado de alta.

I_{fL0} , Es la corriente de falla línea – tierra en el lado de alta.

Usualmente en los cálculos de fallas en líneas de transmisión y distribución solo se obtienen las corrientes de falla trifásica y línea a tierra, si estas son las corrientes de falla disponibles se asume que: $Z_{s_2} = Z_{s_1}$, y además Z_f es cero y puede ser omitida de las ecuaciones.

$$Z_{s_1} = \frac{V}{I_{f3F}}$$

$$Z_{s_2} = Z_{s_1}$$

$$Z_{s_0} = \frac{3V}{I_{fL0}} - 2Z_{s_1}$$

Los valores Z_{s_1} , Z_{s_2} y Z_{s_0} , obtenidos mediante las ecuaciones anteriores son valores de la barra de alto voltaje y deben ser apropiadamente combinadas con los valores de las impedancias de secuencia del transformador de la subestación para obtener los valores deseados de las impedancias de secuencia en la barra de bajo voltaje de la subestación.

3. En algunos casos solo la falla trifásica en KVA esta disponible o es conocida en la barra de alto voltaje por lo que la impedancia de secuencia positiva se calcula de la siguiente forma:

$$|Z_{s_1}| = \frac{V^2}{\frac{KVA_{3F\ FALLA}}{KVA_B}} = \frac{V^2}{KVA_{3F\ FALLA - PU}}$$

Donde:

$|Z_{s_1}|$ = Magnitud de la impedancia de secuencia positiva en por unidad.

V = Voltaje línea – línea en la barra de alto voltaje de la subestación en por unidad.

$KVA_{3F\ FALLA}$ = Potencia de falla trifásica disponible en KVA.

KVA_B = KVA base, y,

$KVA_{3F\ FALLA-PU}$ = Potencia de falla trifásica disponible en por unidad.

En este método se asume que $|Z_{s_1}| = |Z_{s_2}|$, si es que no se dispone de alguna otra información. Si se requiere el valor de Z_{s_0} en la barra de alta este puede ser estimada basada en la experiencia anterior con el sistema en estudio.

Se debe determinar primero la conexión del transformador, puesto que para muchos tipos de conexiones el valor de Z_{s_0} en la barra de alta no es necesario para el cálculo de fallas en el sistema de distribución.

4. Otra posible fuente de información de las impedancias de secuencia de la fuente es la matriz de impedancias de barra usada en algunos estudios de cortocircuitos en algunos sistemas de transmisión, en estos estudios, se deben tomar en cuenta algunas condiciones:

- Cada generador se representa por un voltaje constante detrás de la reactancia de la máquina, (usualmente la reactancia subtransitoria o transitoria).
- Las conexiones tipo shunt (por ejemplo. Capacitancias línea a tierra) no son tomadas en cuenta.
- Todos los transformadores se consideran en los valores de taps nominales, y.
- La tierra es tomada como referencia.

En la matriz de las impedancias de barra, los elementos de la diagonal son las impedancias vistas desde cada barra de alto voltaje hacia el interior del sistema de transmisión, luego cada elemento de la diagonal de la matriz corresponde a la impedancia de secuencia positiva Z_{s_1} de la barra de alto

voltaje de la subestación correspondiente. Para obtener la impedancia de secuencia cero Z_{s_0} , según el método 2 (a partir de las corrientes de cortocircuito) indicado anteriormente. Estos valores deben ser apropiadamente combinados con los valores de las impedancias de secuencia del transformador de la subestación en por unidad para obtener los valores deseados de las impedancias de secuencia en la barra de bajo voltaje de la subestación.

2.2.6 Impedancias de Falla.

En la aplicación del equipo de protección para sobrecorriente, es importante conocer la corriente mínima como la corriente máxima de falla, esto quiere decir que en el estudio de fallas se debe obtener tanto la corriente de falla máxima así como mínima en cada nodo del circuito.

Generalmente en un sistema radial las condiciones que producen los niveles de máxima corriente de falla son:

- Máximo voltaje.
- Impedancias de la fuente para condiciones de máxima generación.
- Y valores de impedancias de falla igual a cero.

Análogamente las condiciones para tener mínima corriente de falla son:

- Mínimo voltaje.
- Impedancias de la fuente durante los periodos de mínima generación.
- Y valores de impedancia de falla diferentes a cero.

En la mayoría de las situaciones prácticas, estas condiciones son válidas para magnitudes de corriente máxima y mínima para fallas trifásicas, línea – línea y línea – tierra; sin embargo, en una de las fases de una falla línea – línea – tierra,

el valor de la corriente de falla puede incrementarse cuando se va de un valor cero a uno diferente de cero de la impedancia de falla.

La impedancia de falla Z_f , es simplemente la impedancia en la falla, no es la impedancia de secuencia positiva o cero, Z_f no es producto de los efectos de la impedancia de la tierra o impedancias mutuas de las fases como son Z_1 y Z_0 . Z_f es una impedancia altamente variable y depende de la causa de la falla, el tipo de falla y el medio ambiente. Por ejemplo una falla línea – línea causada por una rama seca de un árbol muerto puede tener una alta impedancia de falla y la tierra no esta involucrada para nada. Un conductor que cae puede tener una baja impedancia de falla si se hunde en un río o un lago, pero puede tener una alta Z_f si cae sobre pavimento seco donde la resistencia de contacto con la tierra es alto.

Es por eso que para el cálculo de la corriente mínima se requiere un buen juicio para la elección de Z_f , no hay problema con el valor de impedancia de falla que se utilice para el cálculo de la corriente mínima de falla aunque es deseable llegar a un valor mínimo de la corriente de falla que establezca con una razonable confianza un rango bajo en la corriente mínima para cada punto del circuito.

El objetivo es tener la probabilidad de que ocurran fallas con corrientes menores a este rango lo mas bajas posible, reconociendo que pueden ocurrir fallas de alta impedancia que no serán detectadas por los sistemas de protección.

2.3 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN PRIMARIOS RADIALES DE DISTRIBUCIÓN.

2.3.1 Tipos de Fallas.

El tipo de falla que puede ocurrir depende del sistema de distribución. Fallas línea a tierra, línea a línea y doble línea a tierra son fallas comunes para los sistemas de distribución monofásico, bifásico y trifásico. Las fallas trifásicas son por supuesto características de sistemas trifásicos.

Las fallas línea a tierra resultan cuando un conductor cae a tierra o contacta el conductor neutro como se muestra en la figura 2.3.1.

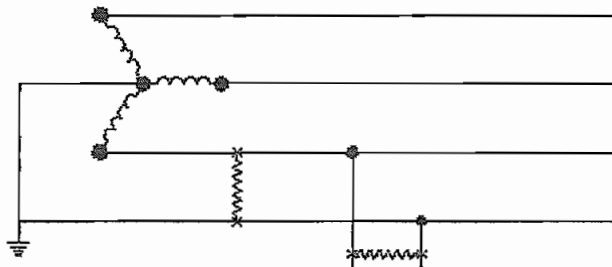


Figura 2.3.1: Fallas línea a tierra

Las fallas línea a línea resultan cuando dos conductores de fase de un sistema de dos fases o trifásico son cortocircuitados como se puede observar en la figura.

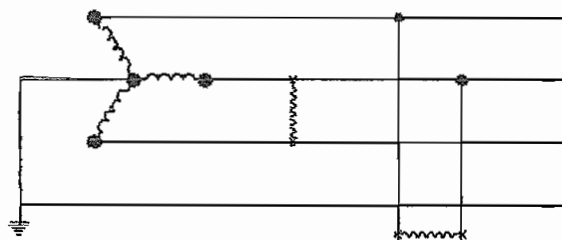


Figura 2.3.2: Fallas línea a línea

Las fallas doble línea a tierra se dan cuando dos conductores de fase caen a tierra y se conectan a través de ella, o cuando dos conductores de fase se ponen en contacto con el neutro de un sistema de dos fases o trifásico, situación que se observa en la figura 2.3.3.

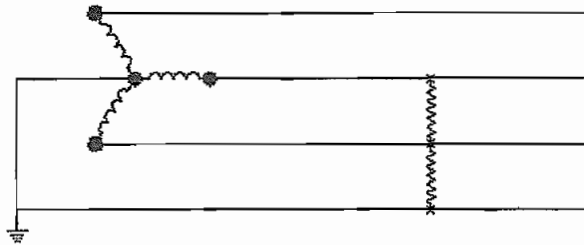


Figura 2.3.3: Fallas doble línea a tierra

2.3.2 Procedimiento para el Cálculo de Fallas.

El procedimiento para el cálculo de fallas consiste de los siguientes pasos:

1. Dibujar el diagrama del circuito.
 - A. Identificar los puntos en el diagrama donde se van a calcular las corrientes de falla.
 - B. Identificar los diferentes tipos de circuitos aéreos y subterráneos usados.
 - C. Para cada sección del sistema se debe escribir el tipo de circuito y su longitud.
2. Calcular las impedancias de secuencia de la fuente, dependiendo del tipo de información que se tenga disponible para la fuente del sistema.
3. Determinar las impedancias de secuencia de cada una de las secciones por el tipo. En $\text{ohm} / 1000 \text{ feet}^1$. Generalmente esta información se obtiene de las

¹ Se puede utilizar cualquier unidad de longitud

tablas o mediante la utilización de las ecuaciones para el cálculo de las impedancias.

4. Determinar la impedancia de secuencia de cada sección del alimentador en ohm. Para cada sección del sistema se debe multiplicar la longitud por las impedancias de secuencia obtenidas en el paso 3.
5. Seleccionar la impedancia de falla.
6. Calcular las impedancias de secuencia totales en el punto de falla. Sumar las impedancias de secuencia positiva de cada sección que conecta el punto de falla con la fuente, calculadas en el paso 4.
7. Calcular las corrientes de falla simétricas, utilizando las fórmulas siguientes.

A. Falla trifásica.

$$|I| = \left| \frac{V_f}{Z_1 + Z_f} \right| [A]$$

B. Falla línea – línea.

$$|I| = \left| \pm j \frac{\sqrt{3}V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_f} \right| [A]$$

C. Falla línea – tierra.

$$|I| = \left| \frac{3V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_f} \right| [A]$$

D. Falla doble línea a tierra.

$$|I| = \left| -j\sqrt{3}V_f \frac{Z_0 + 3Z_f - aZ_2}{Z_1Z_2 + (Z_1 + Z_2)(Z_0 + 3Z_f)} \right| [A]$$

Y en la otra fase asociada con esta falla:

$$|I| = \left| +j\sqrt{3}V_f \frac{Z_0 + 3Z_f - a^2Z_2}{Z_1Z_2 + (Z_1 + Z_2)(Z_0 + 3Z_f)} \right| [A]$$

En estas ecuaciones:

I = Es el valor rms de la corriente alterna simétrica de fase en estado estable durante la falla.

V_f = Es el valor rms del voltaje alterno fase – tierra en el punto de falla antes de ocurrir la falla.

Z_1 = Impedancia de secuencia positiva total calculada en el paso 6

Z_2 = Impedancia de secuencia negativa total calculada en el paso 6.

Z_0 = Impedancia de secuencia cero total calculada en el paso 6.

Z_f = Impedancia de falla asociada con el tipo de falla.

2.4 CÁLCULO DE LOS FLUJOS DE CARGA EN PRIMARIOS RADIALES DE DISTRIBUCIÓN.

El crecimiento de las poblaciones, del comercio y la industria ha hecho que los sistemas eléctricos también crezcan. Este desarrollo obliga a añadir al sistema ciertos componentes, cuyas características se deben definir antes de que sean puestos en operación, esto se logra realizando un Estudio de Flujos del sistema.

Con el estudio de flujos se puede conocer lo siguiente:

- a) Flujo en KW o KVAR en las secciones de una red.
- b) Voltaje en los nodos.
- c) Efecto del arreglo de circuitos e incorporación de nuevos circuitos de carga (transferencia de carga).
- d) Efectos de pérdidas temporales de alimentación o de secciones sobre las cargas.
- e) Condiciones óptimas de operación del sistema y distribución de cargas.
- f) Pérdidas óptimas.
- g) Influencia del cambio de tamaño de los conductores.

h) Posición óptima del cambiador de taps de los transformadores.

De acuerdo con lo anterior, se puede resumir que un estudio de flujos sirve para la determinación de los voltajes y potencias activa y reactiva de todos los nodos de un sistema cuando este opera bajo condiciones previamente establecidas.

El estudio de flujos se puede hacer en diferentes sistemas y el grado de complejidad varia de acuerdo con el número de elementos del sistema, los sistemas más simples son los sistemas radiales como se observa en el gráfico:

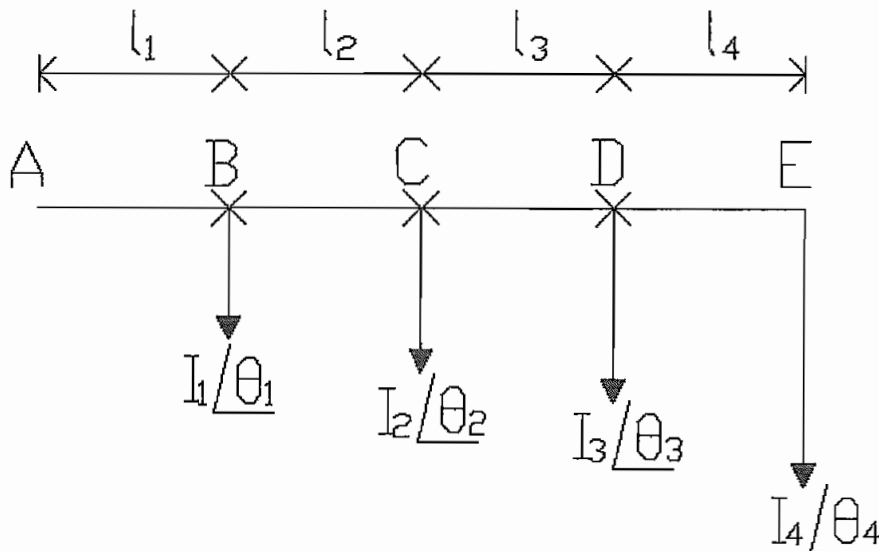


Figura 2.4.1: Sistema de distribución con varias cargas (sistema Radial)

La corriente para el tramo AB:

$$I_{AB} = (I_1 \cos \theta_1 + I_2 \cos \theta_2 + I_3 \cos \theta_3 + I_4 \cos \theta_4) - j(I_1 \sin \theta_1 + I_2 \sin \theta_2 + I_3 \sin \theta_3 + I_4 \sin \theta_4) \text{ [A]}$$

Las corrientes en las otras secciones del alimentador se calcula de forma semejante.

La caída aproximada de voltaje se obtiene como:

$$V = RI \cos \varphi + XI \sin \varphi \quad [V]$$

Incluyendo para una fase el conductor de ida y retorno.

Así la caída de tensión tiene la siguiente expresión:

$$\Delta V = r \left[\begin{array}{l} (I_1 \cos \theta_1 l_1) + I_2 \cos \theta_2 (l_1 + l_2) + I_3 \cos \theta_3 (l_1 + l_2 + l_3) \\ + I_4 \cos \theta_4 (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) \end{array} \right] \\ + x \left[\begin{array}{l} (I_1 \cos \theta_1 l_1) + I_2 \cos \theta_2 (l_1 + l_2) + I_3 \cos \theta_3 (l_1 + l_2 + l_3) \\ + I_4 \cos \theta_4 (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) \end{array} \right] \quad [V]$$

Los cálculos para sistemas radiales de distribución grandes son demasiado laboriosos para ser hechos a mano, por tal razón se usan ayudas computacionales para la solución de este tipo de problemas.

En las fórmulas anteriores:

R = Resistencia de cada sección del alimentador en $[\Omega]$.

X = Reactancia de cada sección del alimentador en $[\Omega]$.

I = Corriente que circula por cada sección en [A].

θ = Angulo de la corriente de carga.

φ = Angulo de la corriente de cada sección

r = Resistencia de cada sección del alimentador en $[\Omega / m]$.

x = Reactancia de cada sección del alimentador en $[\Omega / m]$.

l = Longitud de cada sección.

CAPÍTULO III

3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE APLICACIÓN.

3.1 CÁLCULO DE LOS FLUJOS DE CARGA.

El programa utilizado es una adaptación en lenguaje C++ del programa para el cálculo de flujo radial de carga y perfil de voltaje de un alimentador desarrollado por el Ing. M. Medina.

3.1.1 Datos de Entrada

Para el cálculo de Flujos de carga, se utilizó el programa "flujorad.exe" del PRINDIS¹, para lo cual se modificó el formato de ingreso de datos, eliminándose el ingreso manual de datos desde pantalla y creándose una rutina para leer los datos desde un archivo de texto llamado "datosflu.pid", este archivo es generado mediante programación en AutoLISP, extrayendo los datos requeridos de los gráficos en AutoCAD mediante la aplicación "datosflu.lsp".

Una vez señalizado el esquema del alimentador, esto es identificados los nodos y secciones mediante la aplicación "dis_cal2.lsp", se procede mediante programación en AutoLISP a crear el archivo de texto datosflu.pid.

El archivo en su primera parte tiene parámetros generales del alimentador como son número de nodos, número de equipos conectados, potencia y voltaje base además de los voltajes de la subestación, criterio de convergencia de la parte real y la parte imaginaria del voltaje. Estos datos se encuentran en dos líneas.

¹ Prindis son las siglas para designar: "Programa interactivo para el diseño y operación de sistemas radiales aéreos de distribución", desarrollado por Marco Medina Duran.

En segundo lugar se tienen los datos de los nodos como son código, voltaje, fases, número de elementos conectados, potencia activa y reactiva de la carga de existir la potencia de los condensadores. Deben existir tantas líneas de datos como nodos tenga el alimentador.

En tercer lugar se encuentran los datos de las secciones del alimentador como identificación de la sección, nodo de inicio y nodo final, fases, tipo de sección de acuerdo al código utilizado por la Empresa Eléctrica y longitud. Deben existir tantas líneas de datos como secciones tenga el alimentador.

En cuarto lugar se debe colocar los datos de los transformadores como son nombre, nodo de envío y recepción, tipo de transformador, voltaje fase – neutro en KV primario y secundario, capacidad, reactancia y resistencia de corto circuito en pu. El número de transformadores que posee el alimentador es igual al número de líneas de esta parte del archivo de datos.

Luego se tiene los datos de los conductores como son código (este es el mismo que se utiliza en el paso tres) configuración de fases, capacidad nominal en amperios del conductor y la matriz de las impedancias de Carson. Existen tantas líneas como el número de códigos distintos exista en la parte tres.

Todos y cada uno de los datos deben estar separados por un espacio en blanco y cada conjunto de nuevos datos debe comenzar en otra línea, una descripción más detallada de los datos es descrita en el Manual del Programador.

3.1.2 Datos de Salida

Los resultados del programa se visualizan en los siguientes archivos:

FLUJOS.PID: Contiene el flujo radial trifásico de carga de los elementos, si existe sobrecarga en un elemento se indica con la letra S.

PERFIL.PID: Contiene el perfil de voltaje del alimentador es decir el voltaje en cada nodo, si existe sobre voltaje se indica con la letra S y si hay bajo voltaje se indica con la letra B.

SUMARIO.PID: Contiene las potencias totales de carga, de capacitores, de pérdidas y de salida de la subestación.

Todos estos archivos se los puede visualizar desde AutoCAD o mediante cualquier editor de texto, pero por facilidad para el usuario mediante programación sobre el gráfico solo se visualizan los parámetros más relevantes y los mas usados.

3.2 CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS DE SECUENCIA.

El programa es una adaptación de los programas para el cálculo de las impedancias de secuencia y de las corrientes de cortocircuito de alimentadores primarios radiales de distribución del Ing. Manuel Rueda.

3.2.1 Datos de Entrada

El programa que calcula las impedancias de secuencia es "cortocir.exe" en su primer módulo, que es una adaptación en Borlan C++ del programa realizado en Fortran IV por Manuel Rueda Ruiz. Este programa lee los datos desde un archivo de texto llamado "ccdat.txt", generado mediante programación en AutoLISP,

Debido a que el cálculo de las impedancias de secuencias es un módulo del programa para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, los datos de entrada se encuentran especificados en el numeral 3.3.1 de este capítulo, en la primera sección se encuentran especificados los datos necesarios y el orden en que deben ser ingresados para obtener las impedancias de secuencia de un alimentador dado.

La impedancia de un circuito de distribución esta afectada, además de la geometría del alimentador, por la presencia o ausencia de conductor neutro la puesta a tierra y la conexión del transformador de la subestación los cuales determinan diferentes tipos de circuitos.

La impedancia de secuencia positiva se designa como Z_{11} y la de secuencia cero como Z_{00} , dependiendo del método de puesta a tierra hay tres tipos de impedancia de secuencia.

Z_{001} : Falla que envuelva a tierra.

Z_{002} : Falla que envuelva al neutro.

Z_{003} : Falla que envuelva al neutro y tierra.

Los tipos de circuitos que maneja el programa se muestran en el cuadro de la pagina siguiente.

TIPOS DE CIRCUITOS PRIMARIOS DE DISTRIBUCIÓN.

TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA	IMPEDANCIA DE SECUENCIA			
		Z_{11} 3	Z_{001} TIERRA	Z_{002} NEUTRO	Z_{003} N – T
1.- 3 ϕ - Y , 4 HILOS	3 FASES, 1 MULTI – TIERRA, CONDUSTOR NEUTRO.	X			X
2.- 3 ϕ - Y , 4 HILOS	3 FASES, 1 MULTI – TIERRA, CONDUSTOR NEUTRO.	X	X	X	X
3.- 3 ϕ - Y , 3 HILOS	3 FASES, NEUTRO A TIERRA EN LA SUBESTACIÓN.	X	X		
4.- 3 ϕ , 3 HILOS	3 FASES	X			
5.- ϕ - ϕ - Y ABIERTA 3 HILOS	2 FASES, 1 MULTI – TIERRA, CONDUCTOR NEUTRO.	X			X
6.- ϕ - ϕ - Y ABIERTA 3 HILOS	2 FASES, 1 UNI – TIERRA, CONDUCTOR NEUTRO.	X	X	X	X
7.- 1 ϕ - 2 HILOS	2 FASES, NEUTRO A TIERRA EN LA SUBESTACIÓN.				
8.- 1 ϕ - 2 HILOS	2 FASES, SIN CONDUCTOR NEUTRO.	X			
9.- 1 ϕ - 2 HILOS	1 FASE, 1 MULTI – TIERRA, CONDUCTOR NEUTRO.	X			X
10.- 1 ϕ - 2 HILOS	1 FASE, 1 UNI – TIERRA, CONDUCTOR NEUTRO.	X	X	X	X

UNI – TIERRA, Indica que el conductor neutro esta puesto a tierra únicamente en un punto que es la subestación.

3.2.2 Datos de Salida

El programa cortocir.exe en su primer módulo consta de dos partes, la primera parte encuentra las características geométricas de cada sección (alturas con respecto a tierra y espaciamiento entre conductores), y basándose en estos datos calcula las impedancias propias y mutuas (impedancia unidad) así como las impedancias de secuencia positiva y cero. La segunda parte combina las impedancias unidad y las longitudes de cada sección para determinar las impedancias en ohms de cada sección del alimentador, los resultados se encuentran en los siguientes archivos:

GEOME.DAT: Contiene el CUADRO I.- Características geométricas de los conductores.

IMPED.DAT: Contiene el CUADRO II.- Impedancias de secuencia y de fase en ohms/Km.

IMPSEC.DAT: Contiene el CUADRO III.- Impedancias de secuencias de cada sección de conductor en ohms.

Todos estos archivos se los puede visualizar desde AutoCAD o mediante cualquier editor de texto, pero por facilidad para el usuario mediante programación sobre el gráfico solo se visualizan los parámetros más relevantes y los mas usados.

3.3 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

El programa calcula los valores de corrientes de falla máximos y mínimos en puntos específicos sobre el alimentador, estos puntos son los nodos, este programa utiliza los datos de impedancia del programa anterior el perfil de

voltaje del programa de flujos así como las impedancias de la fuente y la de falla.

3.3.1 Datos de Entrada

El programa que calcula las corrientes de cortocircuito es "cortocir.exe", en el segundo módulo utiliza las impedancias de secuencia del sistema calculados en el primer módulo, el perfil de voltaje calculado con el programa flujorad.exe y las impedancias de falla, para el cálculo de las corrientes de cortocircuito.

Los datos utilizados por el programa son los resultados obtenidos de los programas de Flujos de Carga e Impedancias de Cortocircuito, además de ciertos datos generales del sistema de distribución. Para el correcto funcionamiento del programa se deben ordenar adecuadamente los datos en un archivo de texto llamado "ccdat.txt", de la siguiente forma:

En primer lugar los datos generales del alimentador como número de tipos de circuito, número de secciones, número de nodos, voltaje de Fase.

En segundo lugar datos de los conductores de fase y neutro de acuerdo al tipo de circuito, resistencia, radio medio geométrico y diámetro del conductor de fase, altura de los conductores de fase A, B y C, distancias entre conductores A – B y A – C y resistividad del suelo.

En caso de existir conductor neutro, resistencia, radio medio geométrico y diámetro del conductor neutro, altura del conductor neutro N, distancia entre los conductores de fase A y el neutro N.

Existirán tantas líneas con los datos anteriores en el archivo ccdat.txt como número de tipos de circuito del alimentador.

En tercer lugar se tienen los datos de cada sección del alimentador como nodo de inicio y nodo final de la sección, número del tipo de circuito de la sección (de acuerdo al cuadro de Tipos de Circuito) y longitud de la sección.

Existirán tantas líneas con los datos anteriores como número de secciones.

En cuarto lugar las impedancias de secuencia máxima de la fuente como resistencia y reactancia máxima de secuencia positiva, resistencia y reactancia máxima de secuencia negativa, Resistencia y reactancia máxima de secuencia cero para fallas que involucren solamente tierra y no el conductor neutro, resistencia y reactancia máxima de secuencia cero para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra únicamente en la subestación, resistencia y reactancia máxima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra en muchos sitios.

En quinto lugar las impedancias de secuencia mínima de la fuente, resistencia y reactancia mínima de secuencia positiva, resistencia y reactancia mínima de secuencia negativa, resistencia y reactancia mínima de secuencia cero, para fallas que involucren solamente tierra y no el conductor neutro, resistencia y reactancia mínima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra únicamente en la subestación, resistencia y reactancia mínima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra en muchos sitios.

En Sexto lugar las impedancias de falla como resistencia y reactancia de falla trifásica, resistencia y reactancia de falla línea – línea, resistencia y reactancia de falla línea – tierra, resistencia y reactancia de falla línea – línea – tierra

En Séptimo lugar los voltajes de los nodos.

Existirán tantas líneas con los datos anteriores como número de nodos.

3.3.2 Datos de Salida

Los resultados de las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas para cada uno de los nodos del alimentador se encuentran en:

IFALLA.PID: Contiene el CUADRO IV.- Magnitudes de las corrientes de falla en amperios.

Todos estos archivos se los puede visualizar desde AutoCAD o mediante cualquier editor de texto, pero por facilidad para el usuario mediante programación sobre el gráfico solo se visualizan los parámetros más relevantes y los mas usados.

CAPÍTULO IV

4. INTEGRACIÓN DEL PAQUETE EN AUTOCAD.

4.1 INTRODUCCIÓN AL AUTOCAD

AutoCAD es un sistema de dibujo interactivo diseñado para permitir al usuario construir o editar un dibujo sobre una pantalla o display gráfico, de esta manera, es análogo a un procesador de palabras, solo que en este caso lo que va a ser procesado es un dibujo. Cada dibujo es almacenado en un archivo en el disco, y AutoCAD es capaz de editar un solo dibujo o archivo a la vez, esta similitud con un procesador de palabras se ve reflejado en el hecho que el principal componente funcional de AutoCAD es conocido como *editor gráfico*.

Un dibujo en AutoCAD está basado en *entidades*. Estas pueden ser gráficos primitivos (como son líneas, arcos, círculos, texto, etc.) o bloques (que pueden agrupar entidades o gráficos primitivos).

Los gráficos primitivos son definidos geoméricamente en términos del sistema normal de coordenadas cartesianas (hacia la derecha se extiende el eje positivo X, hacia arriba se extiende el eje positivo Y, y el eje positivo Z viene hacia el usuario desde la pantalla.), Por lo tanto, por ejemplo, una línea está definida por las coordenadas de su punto inicial y final (X, Y y Z), mientras que los círculos se definen por las coordenadas del centro y su radio. Cada entidad tiene algunos *atributos* asociados como son tipo de línea, fuente de texto o color.

Un bloque es un grupo de entidades que pueden ser manipuladas como una unidad simple. Una vez creado, un bloque puede ser movido, escalado, rotado, copiado o borrado. Un bloque puede ser creado colocando juntas un grupo de entidades del gráfico o dibujo (el gráfico que se está editando) y asignándole un

nombre a ese grupo. Alternativamente, un gráfico existente (en el disco) puede ser insertado dentro del gráfico actual como un bloque, de igual forma, un bloque del gráfico actual puede ser guardado como un dibujo en un archivo nuevo.

Es importante entender que un bloque, en AutoCAD, es único para un gráfico específico, esto es, cuando un dibujo existente es insertado dentro del gráfico que se está editando como un bloque, AutoCAD simplemente copia el gráfico desde el dibujo y lo incluye como un objeto simple. El dibujo existente no es afectado por la acción, en verdad, si el dibujo existente (del cual fue creado el bloque) es subsecuentemente editado y modificado, los cambios realizados no afectarán al bloque insertado, sin embargo, para actualizar la definición del bloque en el gráfico se debe redefinir el bloque insertando la versión modificada del dibujo en el gráfico que se está editando.

Además, es posible asociar nombres (descripción) de *atributos* con un bloque. Los atributos son entidades especiales de texto que se asocian a los bloques, permiten introducir con la inserción del bloque, información variable, que puede ser procesada por programas de aplicación para listas de materiales, presupuestos, bases de datos etc. Por ejemplo, un bloque que represente un transformador puede tener atributos como número, fabricante, fecha de energización, potencia, voltaje, tap, impedancia etc. Cada uno de estos nombres puede tener un valor asociado para cada uno de los atributos definidos. AutoCAD provee facilidades para recuperar los datos de los atributos asociados con los bloques insertados en un gráfico.

Un concepto que se debe tener presente acerca de los bloques es la notación de *exploding* (explotar, hacer estallar). Cualquier bloque puede ser explotado para reducirlo nuevamente a sus entidades básicas separadas.

Un entendimiento claro de la forma en que AutoCAD manipula las unidades de medida, escala y tamaño de papel es necesario antes de que un gráfico sea editado. AutoCAD provee un completo control sobre estas variables,

distinguiendo entre *model space* (espacio o tamaño real del modelo) y *paper space* (espacio o tamaño del papel). Todos los gráficos, estén estos en dos dimensiones o en tres dimensiones, pueden ser imaginados o modelados como entidades de un mundo real, en este caso, el modelo se mantiene en *model space*. *Paper space* puede ser imaginado como un pedazo de papel estándar sobre el cual se puede establecer *viewports* (regiones rectangulares) en las cuales AutoCAD desplegara vistas escaladas del dibujo que se ha creado en el *model space*.

Cuando se trabaja en un gráfico en *model space*, se puede pensar que la pantalla de gráfico es una ventana a través de la cual se puede observar todo o parte de la hoja de dibujo. Cuando se observa el gráfico, una escala grande del display permitirá observar solo una parte del dibujo en la pantalla.

Esto se refiere al *zoom* (agrandar o reducir el tamaño del gráfico sobre la pantalla) existen dos tipos de *zoom*: El *zoom in* (incrementa la escala), a medida que se incrementa la escala, se puede observar menos del dibujo, pero lo que usted desea se lo puede observar con gran detalle. El *zoom out* (reduce la escala), esta en capacidad de observar mas del gráfico, pero se observa menos detalles.

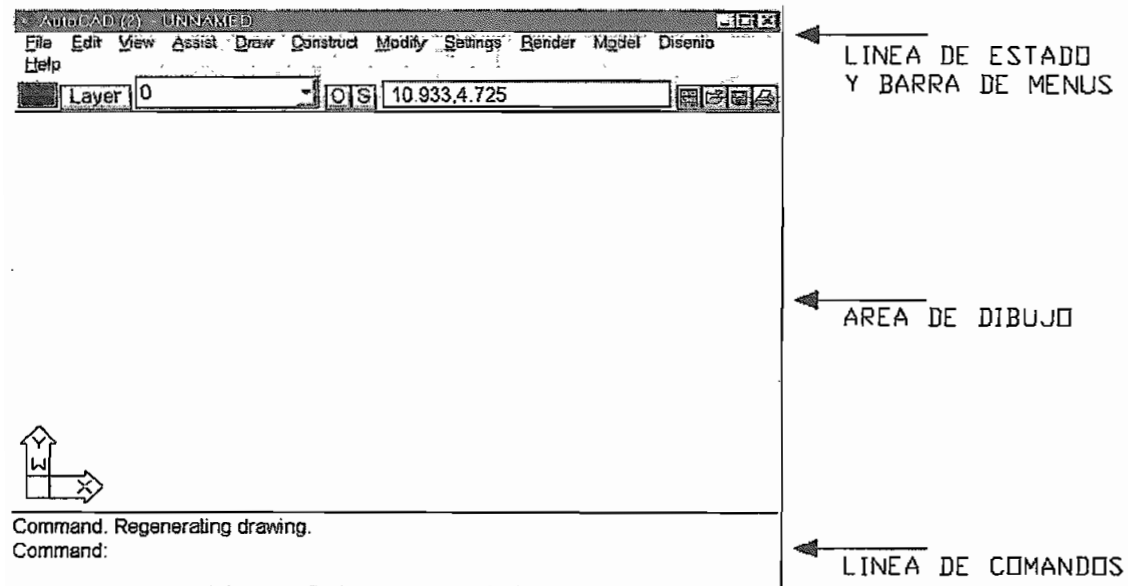
Se debe poner énfasis en el concepto de *layer* (capa), cualquier entidad puede ser asignada a cualquier capa del gráfico, esto permite separar porciones de gráfico, por ejemplo, cuando se realizan los planos de una casa se puede colocar las paredes en una capa, los muebles en otra, las instalaciones de fuerza eléctricas en otra, la iluminación en otra, etc. Así cuando se imprime los planos se coloca en ellos solo lo que se necesita.

En ambiente AutoCAD se deben distinguir tres áreas principales que son:

1. Línea de estado / Barra de menús, se encuentra en la parte superior de la pantalla, se encuentra una línea que indica la capa o *layer* actual, modos

existentes de ayuda al dibujo y las coordenadas del cursor, además encontramos una línea (llamada barra de menús desplegables) donde se encuentran los menús desplegables en donde se puede encontrar todos los comandos necesarios para realizar un gráfico en AutoCAD.

2. Area de dibujo, es el espacio donde se realiza el gráfico y es la más grande de las tres.
3. Línea de comandos (área de mensajes y ordenes), Son dos o tres líneas de texto donde aparece el PROMPT del editor: ORDEN:; esto significa que AutoCAD esta listo y a la espera de que el usuario indique una orden; inmediatamente se efectuara el proceso correspondiente, y aparecerán mensajes, instrucciones y solicitud de parámetros en estas tres líneas. Si acaso la información ocupa mas que esta área, el usuario puede conmutar a una pantalla de texto (pulsando la tecla F2) que reemplaza a la pantalla gráfica.



4.2 MANEJO DE ENTIDADES MEDIANTE AUTOLISP, PROGRAMACIÓN Y CREACIÓN DE NUEVAS FUNCIONES.

4.2.1 Introducción al AutoLISP.

AutoLISP es una aplicación del lenguaje de programación LISP, que viene integrado dentro del paquete AutoCAD. Es un lenguaje muy sencillo para usarlo y además es muy flexible. LISP es una abreviación de *LISt Processing*, LISP es el segundo más viejo lenguaje de programación de alto nivel, segundo solo después de FORTRAN. LISP fue desarrollado para ser una forma fácil de ingresar los programas dentro de un computador.

Cada vez que en la línea de comandos de AutoCAD se recibe un símbolo " (" se ingresa al medio ambiente del AutoLISP, cuando AutoCAD ve el paréntesis abierto, activa al interprete AutoLISP. Él interprete toma lo que este entre paréntesis " ()" y lo evalúa como una lista.

Hay tres tipos básicos de datos en AutoLISP, que son funciones, símbolos y listas.

Una función es el primer ítem en cualquier lista. El resto de la lista es usado como parámetros o argumentos de la función, si el primer ítem de la lista no es una función recibirá un mensaje de error "bad function" (función mala).

Un símbolo es lo que en otros lenguajes de programación se llama una variable, a partir de esto cuando se refiere a una variable realmente sé esta hablando de un símbolo, sin embargo, un símbolo en LISP puede ser un lote completo mas que un solo valor como una variable normal puede almacenar. Un símbolo puede tener una lista o una definición de función.

Un símbolo tiene un valor ligado a él, si no tiene ninguno asociado debe decir que tiene "nil". A todos los símbolos se debe asignar un valor nil antes de terminar el programa o puede presentarse un error.

Una lista es cualquier cosa que no sea un símbolo.

Todos los programas (archivos) deben tener la extensión LSP de otra manera AutoCAD no lo reconocerá cuando sea cargado, para desarrollar (escribir) los programas en LISP se debe usar un simple procesador de texto como es NOTEPAD o el editor de texto del Dos (EDIT).

Cualquier comando de AutoCAD puede ser usado dentro de su programa LISP, pero, debemos recordar que debe ser usado exactamente como lo haría en el AutoCAD, y su ENTER es un doble set de comillas (" ").

Ejemplo:

(command "line" pnt1 pnt2 " ")

Este comando dibujara una línea desde el punto pnt1 al pnt2 y " " actúa como el ENTER para terminar el comando línea.

Una de las más importantes cosas que se debe recordar al cargar rutinas en AutoLISP es asegurarse que su archivo LISP, se encuentra en algún directorio del path de búsqueda del AutoCAD, aunque es mejor dedicar un directorio exclusivo para todos los archivos LISP y sus archivos de soporte.

Cualquier función puede ser cargada digitando en la línea de comandos:

(load "lispname¹")

¹ Nombre del archivo en AutoLISP que se desea cargar.

El comando debe ser colocado entre paréntesis y la extensión “.lsp” del lispname en es necesario añadirla.

Si el archivo no se encuentra en el *path*, y no se puede poner ahí, se puede cargar el archivo dando a AutoLISP el path completo del archivo con el comando *load*, como por ejemplo:

```
(load "c:/acad/test/myprog")
```

Nótese que se utilizó un solo *slash* en lugar de un *back slash* puesto que este no es correctamente interpretado por AutoLISP, para este propósito se deben colocar dos back slash en línea, como se puede observar a continuación:

```
(load "c:\\acad\\test\\myprog")
```

Puesto que para AutoLISP el slash es un símbolo especial y no puede ser usado como normalmente o literalmente se hace en otros programas.

Puede crearse su propia función de comandos dentro de AutoLISP. Usando el archivo ACAD.LSP, las nuevas rutinas creadas son cargadas cada vez que se ejecuta AutoCAD, para hacer esto se debe definir una función que se llama “s::startup”, esta función es ejecutada cada vez que se carga el archivo ACAD.LSP. Como ejemplo se presenta el archivo ACAD.LSP utilizado en el presente trabajo con la función s::startup.

```
(defun s::startup ()  
  (setvar "cdmecho" 0)  
  (command "viweres" " " " ")  
  (command "setvar" "MAXSORT" 1000)  
  (command "menu" "c/acadwin/support/disenio")  
  (load "inicio1")  
  (inicio1)  
)
```

Donde:

- En la primera línea se define la función *s::startup*
- En la segunda línea, el comando *setvar* le permite examinar y cuando es posible cambiar las variables del sistema
- En la tercera línea, el comando *viewres* controla el zoom rápido y da la resolución para la generación de los círculos y arcos en el gráfico
- En la cuarta línea, la variable del sistema *maxsort* almacena el máximo número de símbolos o archivos que van a ser utilizados por los comandos
- En la quinta línea, el comando menú carga el archivo *DISEÑO.MNU*, que es un archivo modificado del archivo *ACAD.MNU*, en el cual se incluyen todas las funciones propias del AutoCAD que pueden ser ejecutadas, además de una barra donde se puede encontrar funciones útiles que se utilizan en la corrida de programas del presente trabajo
- En la sexta línea se carga el archivo *INICIO1.LSP* que es un programa en LISP que carga en memoria algunas funciones y rutinas necesarios para el correcto funcionamiento de los programas desarrollados en este trabajo
- En la séptima línea se ejecuta la función *INICIO1* cargado en la línea anterior, la última línea cierra la definición de la función *s::startup*.

Un programa en AutoLISP puede ser escrito de muchas formas, pero hay algunos puntos estructurales a ser tomados en cuenta y que son comunes en todos los programas. Una de las principales diferencias entre programación en AutoLISP y otros lenguajes es que AutoLISP es un lenguaje interpretado, esto quiere decir que toma una línea de código a la vez y la evalúa, no se debe escribir un programa completo en AutoLISP para obtener un valor.

AutoLISP tiene tres diferentes formas en las que puede tomar un programa, estas son:

1. La expresión.

Es una lista que comienza con una función como el primer elemento de una lista el resto es tomado como argumentos de la función. La función usada en la expresión puede ser una función predefinida en AutoLISP, o puede ser una función que la definió el usuario, la parte restante de la lista debe tener el número y tipo correcto de argumentos de otra manera la función no correrá.

Ejemplo:

```
(/ 50 25.4)
```

El ejemplo anterior nos da el resultado de dividir 50 entre 25.4, esto puede obtenerse desde la línea de comandos de AutoCAD o formar parte de un programa grande en AutoLISP.

2. La función.

Una función es una o más expresiones agrupadas de forma que ellas puedan trabajar y entregar los resultado que deseamos obtener, una función primero debe ser definida después puede ser usada, Una función se define en AutoLISP usando la palabra *DEFUN*.

Ejemplo:

```
(defun m (/)  
  (/ 50 25.4)  
)
```

El ejemplo anterior muestra la forma en la que se definen funciones, la lista comienza con *defun* como la función que realiza el trabajo, *defun* necesita tres o más argumentos.

El primer argumento es el nombre para la función que esta definiendo. En el ejemplo es "m"

El segundo argumento es la lista de parámetros, los mismos que se coloca dentro del paréntesis que se encuentra a continuación del nombre, en el ejemplo no hay parámetros, Se puede notar un separador slash, esto es para separar los argumentos de la función en la parte izquierda del slash, de las variables locales en la parte derecha del slash.

El tercero y los siguientes argumentos son las expresiones que la función evalúa cuando esta corriendo, en el ejemplo la función siempre retornara el valor 50 dividido entre 25.4,

(m) es como se llamara a la función del ejemplo, y retornara siempre el mismo valor.

3. La función como comando.

La definición de la función como comando tiene exactamente la misma forma de una definición de función normal con una excepción. Se coloca "c:" al inicio del nombre de la función.

Ejemplo:

```
(defun c:m (/)  
  (/ 50 25.4)  
)
```

Cuando se realiza el llamado a este tipo de funciones dentro del interpretador de LISP esta función comando debe ser tratada como cualquier otra función. El poder real de la función comando se la aprecia al

poder ser llamada o ejecutada desde la línea de comandos de AutoCAD, cualquier función puede ser llamada desde la línea de comandos pero la función comando no necesita ser llamada entre paréntesis. Desde la línea de comandos de AutoCAD solamente se debe colocar *m* para que se ejecute esta función.

4.2.2 Programas en AutoLISP.

Ahora se puede colocar todas las definiciones anteriores juntas y crear un verdadero programa, cualquier programa que se escriba parecerá básicamente el mismo. Contendrá componentes que serán comunes en algunos de los programas desarrollados.

La primera cosa que se debe hacer es crear un encabezado de manera de saber en que se esta trabajando y lo mas importante si mas tarde se desea modificar la función, sabremos en que se trabajo. Los comentarios en AutoLISP comienzan con punto y coma “;”. Luego por supuesto se debe definir el programa.

```
...*****  
;;  
  
;;; prog.lsp  
;;; Copyright 2001, Edison Felicita  
;;;  
;;; Programa de prueba  
...*****  
;;  
  
(defun c:prog ( / )  
  (stuff_to_do2)  
)
```

² Stuff_to_do: Es la cadena de comandos que se desea ejecutar.

Lo más importante que se debe notar en el programa escrito anteriormente es que se ha definido una función comando. El nombre del archivo será el mismo que el de la función esto es el archivo PROG.LSP.

La segunda cosa que se puede observar es la lista de parámetros, en este caso esta vacía, pero se ha incluido el separador de cualquier forma.

Luego se observa la parte que hace de función la cual será definida mas adelante.

Finalmente se cierra el programa con el paréntesis que se empata con el paréntesis colocado al inicio de la definición.

La siguiente cosa que se necesita es alguna definición o rutina de error, así si algo no previsto sucede el programa entero no aparecerá en la pantalla, dejando al usuario totalmente confuso.

```
...*****  
;;;  
  
;;; prog.lsp  
;;; Copyright 2001, Edison Felicita  
;;;  
;;; Programa de prueba  
...*****  
;;;  
  
(defun c:prog ( / )  
  (stuff_to_do)  
  
  (defun *ERROR* (ErrStr)  
    (print ErrStr)  
  )  
)
```

Ahora se tiene una rutina que chequea los errores, todo lo que hace esta función es tomar la cadena de error retornada por AutoLISP cuando ocurre el error e imprimirlo en la línea de comandos de AutoCAD.

El programa listado anteriormente es suficiente para hacer un programa simple que puede ser usado desde la línea de comandos. Puesto que los programas pueden ser poco más complejos es necesario realizar mas trabajo para mantener las cosas en orden

Si por ejemplo se necesita pasar algunos parámetros a nuestro programa y hacerlo un poco lógico basado en los parámetros que se esta pasando, el programa se hace más complejo, el trabajo es lograr que mientras más complejo sea el programa se pueda entender que es lo que hace.

```
...*****  
;;;  
;;;   prog.lsp  
;;;   Copyright 2001, Edison Felicita  
;;;  
;;;  
;;;   Programa de prueba  
...*****  
;;;
```

```
(defun c:prog ( Param1 Param2 / )
```

```
  (if (= Param1 Param2)  
      (progn  
        (do_this_stuff)  
        (do_that_stuff))  
      (progn  
        (do_this_other_stuff)  
        (do_that_other_stuff)))
```

```
(defun *ERROR* (ErrStr)
```



```
(print ErrStr)
)
)
```

Como se puede observar, se tiene dos parámetros que se están comparando entre si, y se ha decidido hacer diferentes cosas según los casos que resultan de la comparación.

Ahora el programa comienza a ser un poco más complejo y sería mejor si se separa algunas cosas en sus propias funciones, solo para hacerlo un poco mas claro y poder entender que es lo que esta sucediendo.

La primera cosa que se debe hacer es crear una función principal así toda la lógica ocurrirá en el mismo sitio. Lo que se desea obtener en la función principal es solo observar la parte lógica del programa, y dejar que el trabajo sea realizado por otras funciones.

```
...*****
'''
;;;   prog.lsp
;;;   Copyright 2001, Edison Felicita
;;;
;;;   Programa de prueba
...*****
'''
```

```
(defun c:prog ( Param1 Param2 / prog_main check_params stuff_to_do
do_other_stuff *error* )
```

```
(defun prog_main ( / )
  (if (check_params Param1 Param2)
      (stuff_to_do)
      (do_other_stuff))
)
```

```
(defun check_params ( Item1 Item2 / )
  (= Item1 Item2)
)

(defun stuff_to_do ( / )
  (do_this_stuff)
  (do_that_stuff)
)

(defun do_other_stuff ( / )
  (do_this_other_stuff)
  (do_that_other_stuff)
)

(defun *ERROR* (ErrStr)
  (print ErrStr)
)

(prog_main)
)
```

Como se puede observar el programa creció pero es menos complejo debido a que la lógica del programa esta contenido dentro de unas pocas líneas de código. Se puede seguir la lógica del programa sin tener que entender que es lo que esta haciendo el programa. Mientras más grande el programa es más importante esconder los detalles y dejar que la lógica del programa sea visible.

Algunas otras cosas ocurren aquí que hacen que este estilo trabaje bien. Ahora se tienen variables locales en la lista de parámetros de nuestro programa. Colocando los nombres de las funciones en la lista de parámetros logramos que cuando el programa termina, la vida de las funciones que estamos usando también termina. Si no se tiene incluido en la lista de los parámetros seguirá

ocupando memoria aun después que el programa termine. Se debe limpiar la memoria tanto como sea posible cuando el programa termine, y la lista de parámetros es la forma más sencilla de hacerlo.

Se debe haber notado que Param1 y Param2 no se incluyen en la lista de parámetros. Esto es debido a que Param1 y Param2 son parámetros que han sido pasados a la función y su vida termina cuando la función termina, así que no es necesario limpiarlas.

Nótese, además que cuando se esta pasando Param1 y param2 a la función check_params, se les ha dado nombres diferentes en la definición de función de check_params. Cuando se pasa parámetros a una función usted podría usar nombres diferentes en la función así que no se debe confundir acerca de sobre cual variable esta trabajando.

El nombre de la variable que esta en la lista de parámetros no es la variable que existe fuera de la función. Aun cuando las variables tengan el mismo nombre ellas no son la misma variable. Las variables en la lista de parámetros son locales para la función que ha sido llamada, y es solo una copia de las variables que han sido pasadas. Que es lo que esto significa, Si se cambia la variable dentro de la función, la variable que va ha ser pasada a la función no será cambiada. Las variables pasadas a una función solo deben ser usadas para trabajar en el valor que se esta tratando de obtener de la función.

4.2.3 Cuadros de Dialogo.

Es posible crear cuadros de dialogo propios para aplicaciones del usuario. Para ello existe un lenguaje de programación de cuadros de dialogo denominado DCL (Dialog Control Language). Este lenguaje crea archivos de texto con extensión ".DCL". No obstante, los elementos definidos en estos archivos deben ser inicializados y controlados mediante rutinas en AutoLISP o C. La utilización de

cuadros de dialogo implica, por lo tanto, una interacción entre DCL, AutoLISP y lenguaje C.

En los archivos DCL, en esencia, se escribe la estructura jerarquizada del cuadro con todos los elementos que incluye, utilizando los elementos y atributos predefinidos, una vez creado el archivo debe ser cargado con el comando de AutoLISP *load_dialog*.

Para mas facilidad existen aspectos y tamaños predefinidos de cuadros, que AutoCAD asume por defecto y que se los puede encontrar en dos archivos BASE.DCL y ACAD.DCL, desde un archivo .DCL se puede llamar a subtableros o elementos incluidos en otro con la instrucción *include* de la forma:

```
@ include <nombre del archivo>
```

El nombre del archivo entre comillas.

La estructura gerarquizada se indica mediante llaves incluidas unas dentro de otras. Las definiciones de elementos se indican con el carácter ":" (dos puntos) y después los elementos o atributos predefinidos necesarios para ese elemento, separados por punto y coma.

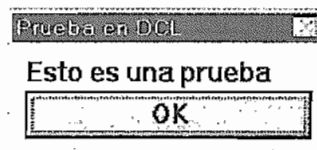
Se pueden incluir comentarios en los archivos .DCL con dos barras // que considera comentario hasta el final de línea, y también de la forma /* <COMENTARIO>*/ para incluirlos en mitad de una línea.

Por ejemplo a continuación se muestra la codificación para un cuadro sencillo, que se podría llamar PRUEBA.DCL, este cuadro es similar a los mensajes de advertencia visualizados por AutoCAD.

```
Prueba : dialog {  
    Label = "Pueba en DCL";
```

```
        : Text {
            label = "Esto es una Prueba";
        }
        : button {
            key    = "accept";
            label  = "OK";
            is_default = true;
        }
    }
```

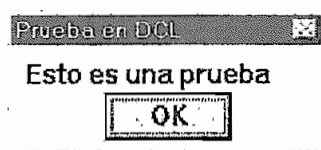
Con lo que el cuadro de dialogo se vera de la siguiente forma;



Aprovechando el elemento predefinido *ok_button*, la definición se podría simplificar:

```
Prueba : dialog {
    Label = "Pueba en DCL";
    : Text {
        label = "Esto es una Prueba";
    }
    : button {
        key    = "accept";
        label  = "OK";
        is_default = true;
    }
}
```

Con lo que el cuadro de dialogo sé vera de la siguiente forma;



4.2.3.1 Manejo de Cuadros de Dialogo Mediante AutoLISP.

Con esto se ha creado el letrero "prueba". Para utilizarlo hay que realizar la siguiente secuencia de operaciones mediante comandos de AutoLISP:

- Cargar la definición de cuadro de dialogo en memoria con (*load_dialog "nombre del archivo"*) al cargarlo devuelve un numero de identificación que se utilizara en el comando siguiente.
- Cargar o llamar al cuadro para hacer que sea actual con (*new_dialog "nombre del archivo" No. ID*). Despliega el cuadro de dialogo sobre la pantalla grafica de AutoCAD.
- Inicializar el cuadro de dialogo seteando valores, listas e imágenes las funciones típicamente llamadas para realizar estas acciones son:

set_tile, y *mode_tile* para valores *tile*³ generales y estados.

Start_list, *add_list* y *end_list* para cuadros de listas.

Y dimensionar funciones con *start_image*, *vector_image*, *fill_image* *slide_image* para imágenes.

- Activar el cuadro con (*start_dialog*) para devolver el control al cuadro de dialogo asi el usuario puede ingresar valores o acciones.
- Procesos que le permiten al usuario ingresar valores dentro de cualquiera de las rutinas.

³ Tile: modos o grados de activación de las variables.

- El usuario presiona el botón de salida causando que se llame a la función *done_dialog* lo que causa que *start_dialog* termine, en este punto se descarga el archivo DCL.

Esta secuencia puede ser mostrada como un esquemático de la siguiente forma:

```
load_dialog
  new_dialog
    action_tile ; y otras inicializaciones.
  start_dialog ; desde cualquiera de las expresiones de accion.
  get_tile ; y algunas otras funciones de ingreso.
  set_tile
  done_dialog
unload_dialog
```

Este tipo de esquemas es capaz de sostener un cuadro de dialogo y un archivo DCL a la vez, las aplicaciones usualmente tienen múltiples cuadros de dialogo. La forma más fácil y rápida para manejar esto es grabar en un archivo DCL, todos los cuadros de dialogo, luego al utilizar el comando *load_dialog* cargara todos los cuadros y con la función *new_dialog* se puede cargar los cuadros como se los necesite. Si la memoria de la computadora es limitada se debe crear múltiples archivos DCL y cargarlos cuando se los necesite pero sin olvidar utilizar *unload_dialog* al terminar, para remover de la memoria el cuadro de dialogo antes que se inicie otro.

En el ejemplo anterior del archivo "prueba.dcl", se puede escribir la rutina siguiente en AutoLISP para desplegar el cuadro, además se puede observar que tiene una pequeña rutina de error para chequeo, así que la función se hace muy sencilla.

```
(defun muestra_prueba (/ dcl_id) ; Define la función
  (setq dcl_id (load_dialog "prueba.dcl")) ; Carga el archivo DCL
```

```

(if (not (new_dialog "prueba" dcl_id)) ; Inicializa el dialogo
    (exit) ; Sale si esto no trabaja
)
(action_tile ; Asocia una expresión de acción con una
    "accept" ; clave, en este caso con el botón OK.
    "(done_dialog)" ; Termina el dialogo cuando OK es presionado.
)
(start_dialog) ; Despliega el cuadro de dialogo
(unload_dialog dcl_id) ; Descarga el archivo DCL.
)

```

Antes de llamar a *start_dialog*, el cuadro de dialogo permanece activo hasta cuando el usuario selecciona una acción (usualmente presionar un botón), el llamado a *action_tile* inicializa la asociación entre el tile, en este ejemplo, el botón OK, cuya llave es "accept" y la expresión de acción. Por esto la llamada a *done_dialog* aparece dentro de *action_tile* y antes de la llamada a *start_dialog*.

4.3 CREACIÓN DE MENUS PERSONALIZADOS.

Un menú es un conjunto de ordenes o secuencia de ordenes agrupadas en un archivo de texto con una extensión ".MNU".

Se puede cargar u obtener muchas rutinas en AutoLISP como el usuario desee, pero es un dolor de cabeza tener que escribir algo como esto:

```
(load "Ddcircuit_Distri_Ver2")
```

Cada vez que se desee cargar un programa, o tener que recordar el nombre cada vez que se desee cargar o correr una rutina, esto es básicamente una locura y además improductivo. Se podría cargar todas las rutinas por medio del archivo Acad.lsp. Pero se debe recordar, que esto significaría que todas ellas están en memoria, minando los recursos del sistema.

Lo que se necesita es cargar/correr las rutinas desde el menú de AutoCAD. En versiones anteriores el usuario estaba solo en capacidad de modificar el menú estándar de AutoCAD. Nada más. Ahora se puede crear un menú de usuario conocido como "Menú Parcial" e instalarlo para correr lado a lado con el menú estándar de AutoCAD.

En primer lugar se comienza identificando las partes que contiene un menú de despliegue simple. A continuación se muestra un ejemplo simple:

```
***MENUGROUP=TEST //nombre del menú

***POP1 //nombre de despliegue
[Test Menu] //nivel de despliegue
[Line] //menú ítem4 precedidos de identificación
[Copy]
[Move]
[Zoom]
```

Este archivo se lo guardara en un lugar del path de AutoCAD con el nombre TEST.MNU.

Donde:

La primera línea:

```
***MENUGROUP=TEST
```

Es el nombre del menú parcial.

La segunda línea:

***POP1

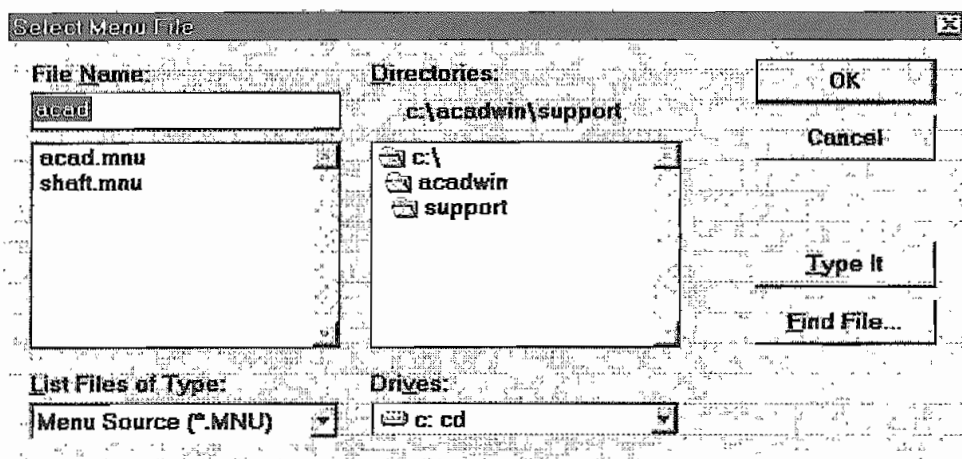
Es el nombre del menú de despliegue o menú POP.

La tercera línea consiste de dos partes:

[Test Menu]

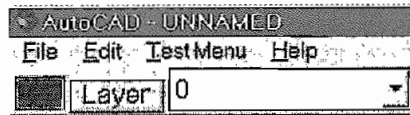
Es el membrete del menú que aparece en el área de estado de AutoCAD. La primera etiqueta en el menú de despliegue siempre define el título en la barra de menú, las etiquetas siguientes definen los menús y sub-menús.

Ahora para cargar el menú se debe escribir en la línea de comandos de AutoCAD la palabra "menu" luego de lo cual aparece la siguiente pantalla.



Luego de escoger el menú TEST, un nuevo ítem "Test Menu" aparecerá en la barra de estado y se verá como esto:

⁴ Menú ítem: Identificación del menú.



Ahora se tiene el menú para desplegar pero no ejecuta ninguna acción, podemos hacerlo funcional.

A continuación se muestra el ejemplo TEST1.MNU

```
***MENUGROUP=TEST
```

```
***POP1
```

```
 [&Test Menu]
```

```
 [&Line]^C^CLine
```

```
 [&Copy]^C^CCopy
```

```
 [M&ove]^C^Cmove
```

```
 [&Zoom]^C^Czoom
```

El ejemplo anterior ya realiza acciones, para mayor comprensión se describe a continuación uno de los menú ítems.

[&Line]^C^CLine

La primera parte **[&Line]** es el nombre del menú, pero precedido del signo "&" , si se precede cualquier letra con este signo esto significa que la letra es un shortcut⁵ para el menú ítem, en este caso el shortcut es la letra "L".

La segunda parte **^C^CLine**, ^C^C es usada para iniciar el macro del menú, es exactamente como si se presionase "CTRL + C" o "ESC" dos veces en el teclado, se usa doble ^C porque algunos comandos de AutoCAD necesitan ser

⁵ Shortcut: Atajo

cancelados dos veces para retornar a la línea de comandos normal. (Ejemplo: El comando DIM "dimensionar o acotar")

CAPÍTULO V

5. APLICACIONES.

5.1 EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

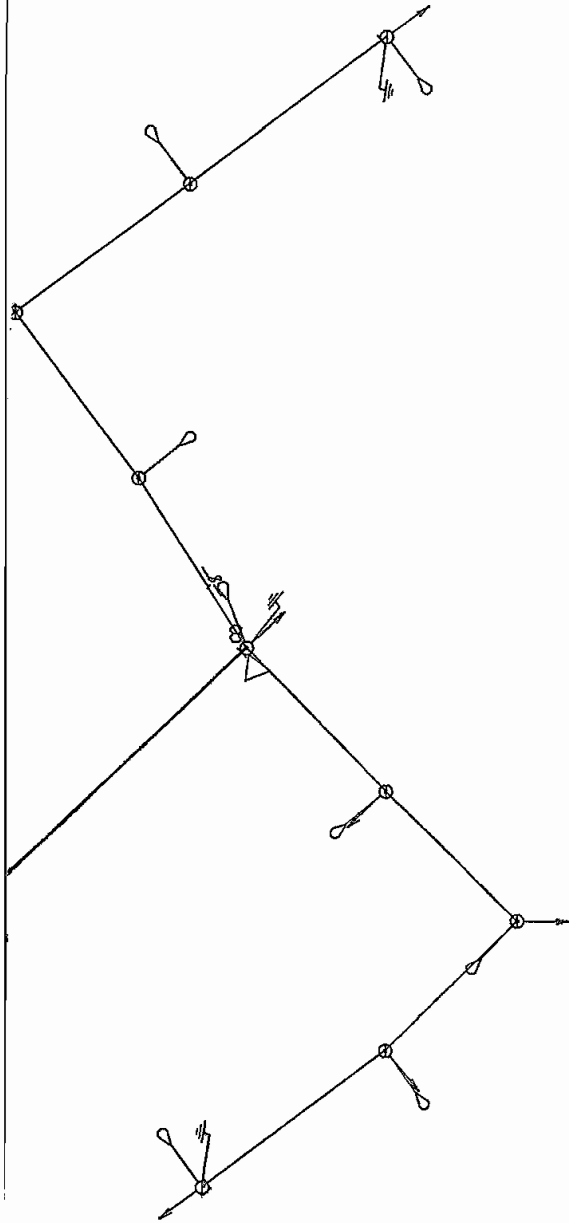
Para ilustrar de una manera práctica las bondades del presente trabajo en primer lugar se presentan los resultados de la aplicación sobre alimentadores radiales de distribución.

El primer ejemplo es mas bien descriptivo. Se trata de un alimentador no real pero presenta varias configuraciones que no son comunes y se puede apreciar la versatilidad de la aplicación. El segundo ejemplo es la aplicación del presente trabajo en un alimentador real del Sistema Eléctrico Quito.

5.1.1 Alimentador no Real.

El primer ejemplo es un alimentador con 11 nodos, 10 secciones, que se supone es alimentado desde la subestación número 19 a una tensión de 22.8 kV, en cinco nodos encontramos transformadores con sus respectivos seccionadores fusibles de protección, en un nodo se tiene banco de capacitores.

En un nodo se tiene un seccionador tripolar que en el presente trabajo sirve para simular la transferencia de carga entre alimentadores en el primer caso se trabaja con el estado de conexión en "1" esto quiere decir que el seccionador esta en posición "ON", como se puede observar en la pantalla de desglose de los atributos de este seccionador. A continuación se tiene el gráfico del alimentador con su respectivo cuadro de identificación.



SIMBOLOGIA

AEREA

- POSTE AT
- ⊙ POSTE BT
- ⊕ POSTE MADERA ALTO
- ⊖ POSTE MADERA BAJO
- ⊗ POSTE ALUMBRADO PUBLICO
- ▽ TRANSFORMADOR
- SECCIONADOR FUSIBLE
- SECCIONADOR DE BARRA
- SECCIONADOR TRIPOLAR
- RECONECTADOR
- DISYUNTOR
- ▲ BOTE DE LINEA
- ▲ BOTE DE CAMARA
- ▲ CAPACITOR
- TENSOR POSTE A POSTE
- TENSOR SIMPLE
- TENSOR FAROL
- TENSOR CORTADO A POSTE
- TENSOR DOBLE
- TENSOR A POSTE
- TENSOR A RIEL
- ⚡ TIERRA
- CRUCE

SUBTERRANEA

- ⊠ CAMARA DE TRANSFORMACION
- ⊡ CAMARA INTERCONEXION AT
- ⊣ CAMARA INTERCONEXION BT
- POZO

ILUMINACION

- LUMINARIA HG COMPLETA
- ⊡ CONTROL RELE Y CELULA FOTOELECTRICA

CONDUCTORES

- A/T AEREO
- A/T SUBTERRANEO
- B/T AEREO
- B/T SUBTERRANEO
- A/P CALLES
- A/P PARGUES

				EMPRESA ELECTRICA "QUITO" S.A. QUITO - ECUADOR				
PROYECTO				ANALISIS, SISTEMAS DE DISTRIBUCION EPN, EEDSA RED DE DISTRIBUCION ELECTRICA				
DISEÑO								
REVISO								
RECOMENDADO								
APROBADO POR E.E.Q.S.A.				TIPO DE INSTALACION		TENSION		22.8
No		DESCRIPCION	FECHA	POR	FECHA	01/02/1999	PROGRAMA DE OBRAS:	
REVISIONES				PROYECTO No.:		SUBSTACION No.:		PRIMARIO:
				YESIS		19		A

Atributos

Estructura: SECC. TRIPOLAR TRIF., 22.8 KV, 600 A

Proyecto: TESIS

Fecha_ene.: 01/02/1999

Numero:

Fabricante:

Estado_conex: 1

OK Cancel

Al correr la aplicación de numeración de los nodos con un tipo de circuito "PRIMARIO" y usuario tipo "A" se tiene:

Diseño y cálculo de caídas de tensión

Parametros:

Tipo de usuario:

Demanda máxima unitaria (DMUp) [KVA]:

Demanda máxima especial (dme) [KVA]:

Diseño Circuitos Secundarios

Tipo de red:

Aerea Monofasica

Aerea Trifasica

Subterránea Monofasica

Subterránea Trifasica

Calculo Caídas de Tension

Tipo de Circuito:

Secundarios

Primarios

OK Cancel Help...

En el gráfico siguiente se puede observar al alimentador con todos sus nodos numerados.

Al correr los programas para el cálculo de los flujos de carga, se tiene en primer lugar que ingresar los datos de voltajes de las fases en por unidad en la subestación con su respectivo ángulo y el voltaje máximo y mínimo permitido a lo largo del alimentador, así como la tasa de crecimiento, tiempo de estudio y el factor de demanda, para el ejemplo se presentan los datos por defecto que tiene el programa.

Potencia y Voltaje Base

Datos de la subestacion

NODOSUB	S/E-19	Tasa	0.0
Tiempo	1	fac_dem	1.0

Voltaje de las fases en la subestacion

voltmod[A]	1.0	voltang[A]	0.0
voltmod[B]	1.0	voltang[B]	240.0
voltmod[C]	1.0	voltang[C]	120.0

Voltaje max. y min. permitido en pu

voltmax	1.03	voltmin	0.97
---------	------	---------	------

OK Cancel Help...

A continuación ingresamos el porcentaje de carga con respecto a la potencia nominal de los transformadores así como el factor de potencia de la carga como se observa en el cuadro siguiente.

Porcentaje de carga y factor de potencia

Porcentaje de carga %

La carga esta entre el 65 y 110%

Factor de potencia

El factor de potencia esta entre 0.7 y 1

OK Cancel Help...

Con lo que se obtienen los datos en forma general en los archivos de texto "PERFIL.PID" y "FLUJOS.PID" archivos que pueden ser observados mediante cualquier editor de texto.

Mediante la opción de visualización de resultados se puede observar los datos en cualquier nodo del alimentador de la siguiente forma:

Perfil de voltaje:

The screenshot shows a window titled "PERFIL DE VOLTAJE POR NODO" with the following data:

Identificación del Nodo	
Codigo del nodo	NODO-11
Descripción del nodo	N-11
Numero del nodo	11

Perfil de Voltaje	
Fase A	
Voltaje en pu	
Angulo en grados.	
Fase B	
Voltaje en pu	0.999979
Angulo en grados.	-120.000530
Fase C	
Voltaje en pu	0.999967
Angulo en grados.	119.999414

Voltaje kV.	
Voltaje en V	22794.74
Desbalance de voltaje	

Buttons: OK, Cancel, Help...

Ingresando otro valor en el cuadro "Numero del Nodo" se puede observar los datos del perfil de voltaje en otro nodo del alimentador.

Flujos de carga:

Identificación de la Sección	
Nombre	LT-11
Nodo de Envio	NODO-7
Nodo de Recepcion	NODO-11
Numero Nodo	<input type="text"/>

Flujo Radial de Carga	
Fase A	
Modulo [A]	
Angulo en grados.	
Fase B	
Modulo [A]	0.000
Angulo en grados.	0.000
Fase C	
Modulo [A]	0.000
Angulo en grados.	0.000

Carga	
Carga en %	0.00

OK Cancel Help...

Ingresando otro valor en el cuadro "Numero Nodo" se puede observar los datos de los flujos de carga en otro nodo del alimentador.

Para el cálculo de las impedancias de secuencia y corto circuitos en primer lugar se debe ingresar las impedancias de secuencia de la fuente. La forma de calcular estas impedancias se describe en el Capítulo II.

Max. Positiva		Min. Positiva	
Rmax+	0.45	Rmin+	0.365
Xmax+	0.235	Xmin+	0.568
Max. Negativa		Min. Negativa	
Rmax-	0.03	Rmin-	0.3
Xmax-	0.03	Xmin-	0.21
Max. Sec 001		Min. Sec. 001	
Rmax001	0.2	Rmin001	0.74
Xmax001	0.6	Xmin001	0.35
Max. Sec 002		Min. Sec. 002	
Rmax002	0.65	Rmin002	0.3
Xmax002	0.58	Xmin002	0.3
Max. Sec 003		Min. Sec. 003	
Rmax003	0.38	Rmin003	0.255
Xmax003	0.2	Xmin003	0.4546

OK Cancel Help...

Y las impedancias de falla, el programa puede calcular las corrientes de cortocircuito con impedancias de falla cero que es la máxima corriente de falla que se puede obtener como se explicó en el Capítulo II.

Para el ejemplo se usan los siguientes datos:

Trifasica		Linea-Linea	
R3F	0.45	RLL	0.365
X3F	0.235	XLL	0.568

Linea-Tierra		Linea-Linea-Tierra	
RLT	0.03	XLLT	0.3
XLT	0.03	XLLT	0.21

Buttons: OK, Cancel, Help...

Con lo que se obtienen los datos en los archivos de texto "IMPED.DAT" donde se tiene las impedancias de secuencia de los diferentes tipos de secciones con una unidad de longitud de 1000m. "IMPSEC.DAT" donde se tienen las Impedancias de Secuencia de cada uno de las secciones del alimentador. "IFALLA.DAT" contiene el cuadro de las corrientes de falla máximas y mínimas en cada uno de los nodos del alimentador.

Impedancias de Secuencia:

Impedancias de Secuencia			
Descripción de la Sección			
Nodo Inicio	6	Nodo Final	7
Tipo circ.	1	Longitud	26
Impedancias de Secuencia			
R11	0.0127	X11	0.0111
R001	0.0000	X001	0.0504
R002	0.0000	X002	0.0000
X003	0.0221	X003	0.0375

OK Cancel Help..

Para visualizar los resultados de otra sección del alimentador se puede ingresar en los cuadros "Nodo Inicio" y "Nodo Final" los números de los nodos correspondientes a la sección de la cual se desea observar los datos.

Corrientes de cortocircuito:

CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO			
Descripción del Nodo			
Nodo #	<input type="text" value="11"/>	Tipo Circ.	<input type="text" value="3"/>
Corrientes de Corto Circuito			
3F-Max	<input type="text" value="22.78"/>	3F-Min.	<input type="text" value="0.00*"/>
LL-Max	<input type="text" value="19.27"/>	LL-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LT-Max	<input type="text" value="23.85"/>	LT-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LN-Max	<input type="text"/>	LN-Min.	<input type="text"/>
LNT-Max	<input type="text"/>	LNT-Min.	<input type="text"/>
LLT1-Max	<input type="text" value="20.33"/>	LLT1-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LLT2-Max	<input type="text" value="26.35*"/>	LLT2-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LLN1-Max	<input type="text"/>	LLN1-Min.	<input type="text"/>
LLN2-Max	<input type="text"/>	LLN2-Min.	<input type="text"/>
LLNT1-Max	<input type="text"/>	LLNT1-Min.	<input type="text"/>
LLNT2-Max	<input type="text"/>	LLNT2-Min.	<input type="text"/>

Se puede cambiar el número de nodo en el cuadro "Nodo #" para visualizar los resultados en otro nodo del alimentador.

Al escoger la opción "Diagrama unifilar" para la presente aplicación se obtiene el gráfico que se presenta a continuación.

Con el valor del estado de conexión del seccionador tripolar en "0" simulando la posición abierto o desconectado, de la siguiente manera:

Alimentos

Estructura: SECC. TRIPOLAR TRIF., 22.8 KV, 600 A

Proyecto: TESIS

Fecha_ene.: 01/02/1999

Numero:

Fabricante:

Estado_conex: 0

OK Cancel

Al correr la aplicación de numeración de nodos se obtiene el gráfico que se observa a continuación:

Como se puede apreciar el nodo final de la derecha no tiene numeración puesto que el seccionador tripolar ubicado en el nodo diez (9) está en posición abierto.

Por lo que este alimentador se convirtió en uno de 10 nodos y 9 secciones.

Mediante la opción de visualización obtenemos los siguientes resultados:

Perfil de voltaje

The screenshot shows a software window titled "PERFIL DE VOLTAJE POR NODO". It contains several sections of data:

- Identificación del Nodo:**
 - Codigo del nodo: NODO-10
 - Descripcion del nodo: N-10
 - Numero del nodo:
- Perfil de Voltaje:**
 - Fase A:**
 - Voltaje en pu:
 - Angulo en grados:
 - Fase B:**
 - Voltaje en pu: 0.999986
 - Angulo en grados: -120.000547
 - Fase C:**
 - Voltaje en pu: 0.999973
 - Angulo en grados: 119.999408
- Voltaje kV:**
 - Voltaje en V: 22795.61
- Desbalance de voltaje:**
 - Desbalance %:

At the bottom of the window are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help...".

Flujos de carga:

FLUJOS DE CARGA

Identificación de la Sección

Nombre	LT-10
Nodo de Envío	NODO-7
Nodo de Recepcion	NODO-10
Numero Nodo	<input type="text" value="10"/>

Flujo Radial de Carga

Fase A

Modulo [A]	
Angulo en grados.	

Fase B

Modulo [A]	0.000
Angulo en grados.	0.000

Fase C

Modulo [A]	0.000
Angulo en grados.	0.000

Carga.

Carga en %	0.00
------------	------

Impedancias de secuencia

Impedancias de Secuencia

Descripción de la Sección

Nodo Inicio Nodo Final

Tipo circ. Longitud

Impedancias de Secuencia

R11	<input type="text" value="0.0127"/>	X11	<input type="text" value="0.0111"/>
R001	<input type="text" value="0.0000"/>	X001	<input type="text" value="0.0504"/>
R002	<input type="text" value="0.0000"/>	X002	<input type="text" value="0.0000"/>
X003	<input type="text" value="0.0221"/>	X003	<input type="text" value="0.0375"/>

Corrientes de cortocircuitos:

CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO			
Descripción del Nodo			
Nodo #	10	Tipo Circ.	3
Corrientes de Corto Circuito			
3F-Max	23.27	3F-Min.	0.00*
LL-Max	19.70	LL-Min.	0.00
LT-Max	25.07	LT-Min.	0.00
LN-Max		LN-Min.	
LNT-Max		LNT-Min.	
LLT1-Max	21.38	LLT1-Min.	0.00
LLT2-Max	27.34*	LLT2-Min.	0.00
LLN1-Max		LLN1-Min.	
LLN2-Max		LLN2-Min.	
LLNT1-Max		LLNT1-Min.	
LLNT2-Max		LLNT2-Min.	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Help..."/>			

El diagrama unifilar para el ejemplo es:

5.1.2 Alimentador Real.

Cálculo de los flujos de carga, impedancias de secuencia y corrientes de cortocircuito para el primario "A" de la subestación 16 de la E.E.Q.S.A. El circuito tiene un nivel de voltaje de 6.3 kV.

Al correr la aplicación de numeración de nodos para un tipo de usuario A se obtiene el gráfico que se muestra en el plano.

Luego de correr los programas para el cálculo de flujos de carga, impedancias de secuencia y corrientes de cortocircuitos se pueden observar los resultados para cada uno de los nodos.

Perfil de voltaje:

PERFIL DE VOLTAJE POR NODO		
Identificación del Nodo		
Codigo del nodo	NODO-7	
Descripción del nodo	N-7	
Numero del nodo	<input type="text" value="7"/>	
Perfil de Voltaje		
Fase A		
Voltaje en pu	0.998423	
Angulo en grados.	-0.026878	
Fase B		
Voltaje en pu	0.998767	
Angulo en grados.	-120.027416	
Fase C		
Voltaje en pu	0.998963	
Angulo en grados.	119.981570	
Voltaje kV.		
Voltaje en V	6155.98	
Desbalance %		
Desbalance de voltaje	0.0129	
<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Cancel"/>	<input type="button" value="Help..."/>

Flujos de carga:

FLUJOS DE CARGA		
Identificación de la Sección		
Nombre	LT-7	
Nodo de Envío	NODO-6	
Nodo de Recepcion	NODO-7	
Numero Nodo	<input type="text" value="7"/>	
Flujo Radial de Carga		
Fase A		
Modulo [A]	14.979	
Angulo en grados.	-31.812	
Fase B		
Modulo [A]	12.983	
Angulo en grados.	-151.815	
Fase C		
Modulo [A]	10.330	
Angulo en grados.	88.193	
Carga		
Carga en %	4.99	
<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Cancel"/>	<input type="button" value="Help..."/>

Impedancias de secuencia:

Impedancias de Secuencia

Descripción de la Sección

Nodo Inicio	9	Nodo Final	10
Tipo circ.	3	Longitud	40

Impedancias de Secuencia

R11	0.0541	X11	0.0186
R001	0.0611	X001	0.0818
R002	0.0000	X002	0.0000
X003	0.0000	X003	0.0000

OK Cancel Help...

Corrientes de cortocircuito:

CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO			
Descripción del Nodo			
Nodo #	18	Tipo Circ.	5
Corrientes de Corto Circuito			
3F-Max		3F-Min.	
LL-Max	0.88	LL-Min.	0.00
LT-Max		LT-Min.	
LN-Max		LN-Min.	
LNT-Max	1.52	LNT-Min.	0.00
LLT1-Max		LLT1-Min.	
LLT2-Max		LLT2-Min.	
LLN1-Max		LLN1-Min.	
LLN2-Max		LLN2-Min.	
LLNT1-Max	1.75*	LLNT1-Min.	0.00
LLNT2-Max	1.72	LLNT2-Min.	0.00

OK Cancel Help...

En el siguiente plano se muestra el diagrama unifilar correspondiente al alimentador 19A.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Partiendo del hecho que el presente trabajo es el inicio de la integración de varios programas para obtener un estudio completo de un sistema de distribución eléctrico y sobre todo que se ajuste a sistemas eléctricos de nuestro país, cabe anotar que se han cumplido las expectativas y objetivos propuestos, ya que como se ha demostrado en la tesis y en los diferentes ejemplos se ha logrado mediante un entorno gráfico un fácil manejo de la información del alimentador, la ejecución inmediata de programas de aplicación y una rápida y fácil visualización de resultados.

Se han respetado los diferentes criterios técnicos considerados en los trabajos precedentes, es decir, se ha respetado la estructura básica de los mismos puesto que se trata de trabajos probados en los laboratorios de la especialidad. Cabe anotar que se realizaron mejoras en cuanto al ingreso de datos y la visualización de los resultados sobre el entorno gráfico del AutoCAD.

La presente tesis desarrollada mediante el entorno gráfico del AutoCAD ha logrado agrupar diferentes programas para el estudio de alimentadores primarios de distribución como son Flujos de Carga, Impedancias de Secuencia y Corrientes de Cortocircuito, programas que entregan resultados en archivos de texto lo que dificulta su análisis e interpretación. En esta tesis se ha logrado con la ayuda del AutoLISP presentar en pantalla los resultados como Flujo de Carga, Voltaje y Corrientes de Cortocircuito de un nodo y las Impedancias de Secuencia de una sección en particular para que el ingeniero proyectista u operador los analice, o en su defecto se imprimen en el diagrama unifilar los resultados que describen en una forma completa el alimentador.

La ventaja de la integración de varios programas en una sola plataforma en este caso AutoCAD es la rapidez con que se obtienen los resultados deseados, puesto que el uso de los diversos programas en forma separada requiere mayor esfuerzo por parte del usuario en cuanto a la preparación e ingreso de datos e interpretación de resultados, en cambio ahora se tiene un sistema amigable en cuanto a la facilidad que tiene el uso de los bloques que contienen los datos de los equipos y estructuras utilizadas en los sistemas eléctricos. Y su fácil y rápida presentación de resultados.

En cuanto al aspecto de la integración de otros programas como por ejemplo coordinación de protecciones, arranque de motores, etc. Se debe conocer muy detalladamente los requerimientos de los programas, los datos de entrada y la correcta interpretación de los datos de salida para no obtener resultados errados o no válidos. Además de agregar los atributos necesarios a los bloques para que puedan ser extraídos mediante programación en AutoLISP, y sean utilizados por las aplicaciones.

Cabe destacar la funcionalidad y versatilidad de la aplicación desarrollada y sobre todo que está totalmente adaptada a los sistemas eléctricos de nuestro país. Con lo que se evita la importación de software para el análisis de sistemas de distribución, software al cual se deben realizar adecuaciones para que se adapte a los sistemas eléctricos de nuestro país y que sobre todo es muy costoso, alrededor de USD 20.000,00 por los módulos de Flujos de Carga, Corrientes de Cortocircuitos, Coordinación de Protecciones y Arranque de motores.

Si bien es cierto que se tomó como base para el desarrollo del presente trabajo el Sistema Eléctrico Quito esto no implica que sirva solo para este sistema, sino que con pequeños cambios sobre todo en los archivos de datos o listas de elementos se lo puede utilizar en otras empresas eléctricas del País y por que no decirlo a nivel mundial.

Finalmente se debe indicar que el presente trabajo realizado bajo el convenio entre la Empresa Eléctrica Quito S.A. y la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Escuela Politécnica Nacional cumple con las expectativas y objetivos planteados a la presentación del tema de Tesis.

BILIOGRAFIA

1. López Javier, Tajadura José, "AutoCAD Avanzado V.12", McGraw Hill, España, 1993
2. Autodesk Inc. "AutoCAD Reference Manual", Autocad Release 12, Estados Unidos, 1993.
3. Autodesk Inc. "AutoLISP Reference", Autocad Release 12, Estados Unidos, 1993.
4. Cooper Power Systems., "Electrical Distribution System Protection", Estados Unidos, 3^{RA} edición, 1990.
5. Cutler - Hammer., "Consulting Application Guide" Estados Unidos, 11^{VA} Edición. 1996.
6. Empresa Eléctrica Quito S.A., "Normas para Sistemas de Distribución", Parte A, Edición 1994.
7. Empresa Eléctrica Quito S.A., "Normas para Sistemas de Distribución", Parte B, Edición 1994.
8. Viqueira Landa, Jacinto., "Redes Eléctricas", Mexico, 1973.
9. López Vate., "Coordinación Gráfica de Protecciones para Sistemas Eléctricos de Potencia", Quito, 1994.
10. Medina Marco, "Programa Interactivo para el Diseño y Operación de Sistemas Radiales Aéreos de Distribución", Quito, 1992.

11. Rueda Manuel, "Cálculo de las Impedancias de Secuencia y de las Corrientes de Cortocircuito de Alimentadores Primarios Radiales de Distribución", Quito, 1996.
12. Siemens, "Corrientes de Cortocircuito en Redes trifásicas", Barcelona, 1985.
13. Westinghouse., "Consulting Application Guide" Estados Unidos, 8^{VA} Edición. 1986-1987.

“ANÁLISIS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN CON REPRESENTACIÓN GRÁFICA”

El modelo “Análisis de Sistemas Eléctricos de Distribución con Representación Gráfica” (ASDRG) ha sido desarrollado con el objeto de realizar el análisis de sistemas de distribución eléctrica mediante un entorno gráfico que permita un fácil manejo de la información, ejecución inmediata de programas de aplicación y una rápida visualización de resultados. El usuario debe tener un conocimiento básico tanto de sistemas de distribución eléctrica como de AutoCAD.

A continuación se realiza un desglose de todas y cada una de las opciones y aplicaciones de las que dispone el modelo.

1.1 INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN

Considerando que la aplicación será instalada en un ambiente Unix que trabaja con el sistema operativo AIX, en la Empresa Eléctrica Quito S. A., cada una de las funciones a instalarse desde un disket 3 ½” deben ser leídas por el sistema por medio del comando **DOSREAD** más el nombre del archivo a instalar, de este modo la instalación puede realizarse siguiendo los pasos:

Paso 1. Instalar las funciones o programas (archivos con extensión **.isp**) en el directorio **/USUARIO/PIA/SUPPORT** del sistema.

Paso 2. Para incorporar estas funciones como ejecutables desde AutoCAD, existen dos formas de hacerlo:

a) Carga de las funciones por medio de la función **load** de AutoLISP digitada en el menú de comandos del AutoCAD de la siguiente forma:

command: **(load "{nombre archivo}")**

b) Cargando cada una de las funciones, en la pantalla de configuración de herramientas (Tool Box Configuration), para lo cual se sigue en forma secuencial cada uno de los siguientes pasos:

1. Seleccionar de la pantalla de menús del AUTOCAD la opción **"Tools"**.
2. Digitar en **label** el nombre o código de la aplicación a ser ingresada.
3. Se selecciona uno de los dos botones **Icono** o **Character** de la opción **"Type"**.
4. Cargar en **Command** el archivo y función de la aplicación a ser ingresadas de la siguiente forma:

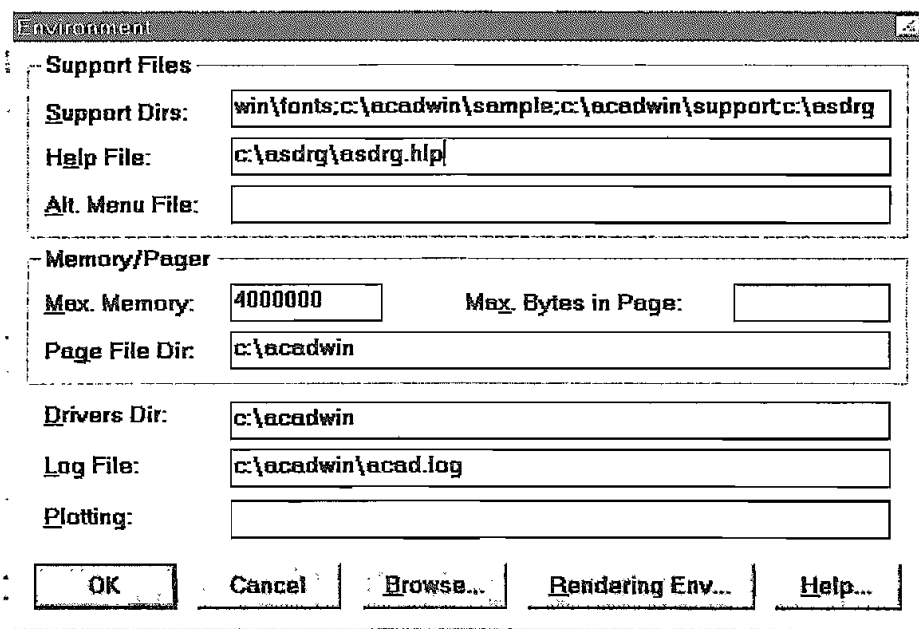
(load "{nombre de archivo}") {nombre de la función}

5. Picar la opción **"New"** para indicar que es una nueva aplicación.
6. Finalmente picar **OK** y estará incorporada la nueva función en el menú de Tool Box.
7. De esta manera se encuentran listos los comandos (funciones) para su utilización.

Para instalar el modelo en una computadora compatible se requiere que el mismo tenga las siguientes características:

- Procesador Pentium 133 MHz o superior
- 32 Mb de RAM o superior
- Monitor VGA o superior (1024 X 768 pixeles)

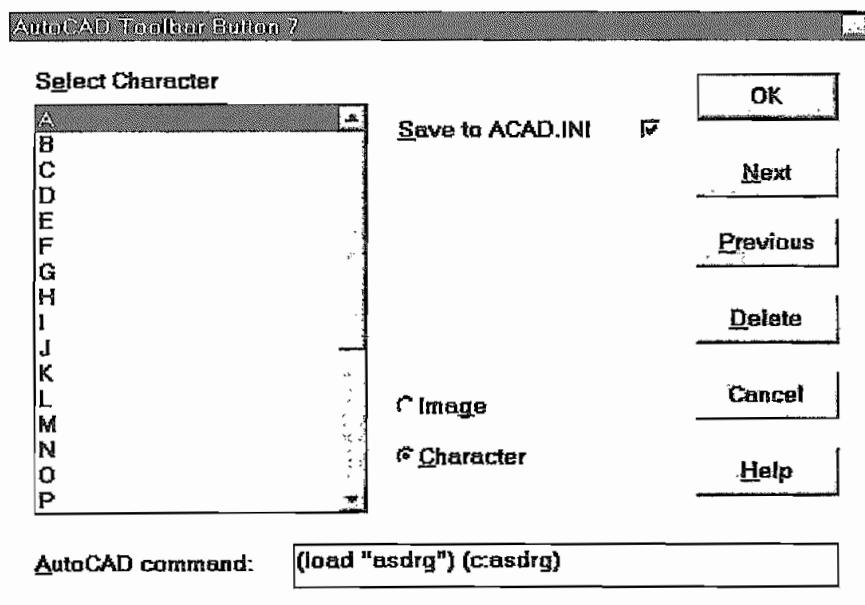
Además que en el menú de "environment" de las preferencias se añade como parte de los directorios de SUPPORT a "c:\asdrq" para que se puedan cargar las aplicaciones que se encuentran en este directorio.



Para instalar la aplicación debemos ejecutar la opción instalar desde el drive A, del disco No. 1 y seguir las instrucciones.

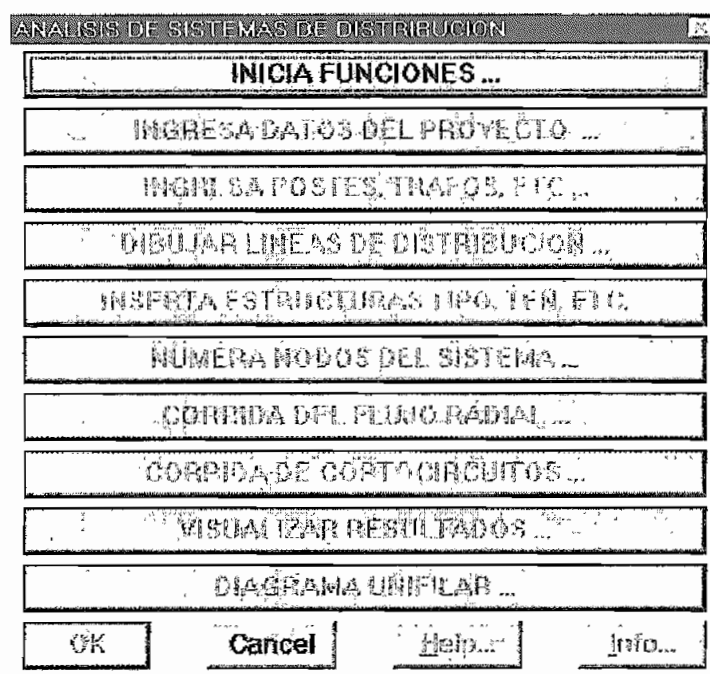
La instalación copia bajo el directorio "c:\asdrq\" todos los programas con extensión LSP y EXE, los archivos de datos con extensión LIS, DCL, DAT, PID, LST y TXT, los archivos de gráfico con extensión DWG, Y bajo el directorio "c:\acadwin\" se copian los archivos batch con extensión BAT.

En los botones de toolbar se debe añadir lo siguiente: (load "asdrq") (c:asdrq) para que se cargue la aplicación asdrq.lsp.



1.2 INGRESO AL MODELO

En la barra de menús de AutoCAD aparece un botón con la letra seleccionada en el paso anterior al presionar este botón se despliega una ventana en la cual se visualizan todas las herramientas incorporadas para el modelo.



Esta pantalla contiene aplicaciones que sirven tanto para el diseño como para la actualización gráfica de alimentadores primarios radiales de distribución así como la inserción de todos los tipos posibles de equipos que se utilizan según normas de la EEQSA.

1.2.1. INICIA FUNCIONES (ASDRG.LSP)

Esta opción carga en memoria los programas requeridos para el correcto funcionamiento de las aplicaciones, los mismos que poseen funciones que se utilizan a menudo en los programas en AutoLISP, por lo que se ejecuta en primer lugar para que en lo posterior los programas cargados no reporten errores. Este procedimiento no despliega ninguna pantalla.

1.2.2. INGRESA DATOS DEL PROYECTO (PROYECTO.LSP)

Cuando se inicia un nuevo proyecto es necesario que se ingrese los datos pedidos en la pantalla:

Proyecto

Nro. proyecto: TESIS

Nombre proyecto: ANALISIS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION

Direccion: EPN, EEQSA

Fecha energizacion: 01/02/1999

Primario: 19A Voltaje: 22.8

00A 6.3 PRIMARIO DE PRUEBA
00B 6.3 PRIMARIO DE PRUEBA
00C 6.3 PRIMARIO DE PRUEBA
00D 6.3 PRIMARIO DE PRUEBA

OK Cancel Help...

- **Número de proyecto.**- En la E.E.Q.S.A. Se lleva un registro total de todos los proyectos numerados
- **Nombre del proyecto.**- El nombre que el diseñador o el dueño del proyecto le asigne.
- **Dirección.**- Es necesario para poder ubicarlo rápidamente sobre la base geográfica de la que dispone la unidad PIA.
- **Fecha de energización.**- Fecha en la cual se procedió a la conexión del proyecto. Y por tanto fecha desde la cual se comienza la facturación por servicios a los abonados del alimentador en mención.
- **Primario.**- Se escoge de la lista, este nombre esta codificado en la empresa a cada alimentador le corresponde un código, que depende de la subestación de la que es alimentado.

- **Voltaje.-** En el momento que se escoge el primario automáticamente se despliega el voltaje del alimetro.

Luego de tener todos los datos ingresados y presionar el botón OK.

Se debe picar el punto donde se insertará un rótulo conteniendo todos los datos ingresados en la pantalla anterior así como diferentes espacios que se llenarán al pasar la impresión del proyecto por los diferentes departamentos de la Empresa. Además se inserta la simbología.

SIMBOLOGIA	
AEREA ○ POSTE AT ◊ POSTE BT ▽ POSTE MADERA ALTO ⊙ POSTE MADERA BAJO ⊕ POSTE ALUMBRADO PUBLICO ▽ TRANSFORMADOR —●— SECCIONADOR FUSIBLE —●— SECCIONADOR DE BARRA —●— SECCIONADOR TRIPOLAR —●— RECONECTOR DISYUNTOR —●— BOT. DE LINEA —●— BOT. DE CAMARA —●— CAPACITOR —●— TENSOR POSTE A POSTE —●— TENSOR SIMPLE —●— TENSOR FASEO —●— TENSOR CORTADO A POSTE —●— TENSOR BILIC —●— TENSOR A POSTE —●— TENSOR A RIEL —●— TERPA —●— CRUCE	SUBTERRANEA [] CAMARA DE TRANSFORMACION [] CAMARA INTERCONEXION AT [] CAMARA INTERCONEXION BT □ POZO ILUMINACION —○— LUMINARIA NO COMPLETA —●— CONTROL FLE Y CELULA FOTOELECTRICA CONDUCTORES — A/T AEREO — A/T SUBTERRANEO — B/T AEREO — B/T SUBTERRANEO — A/P CALLES — A/P PARQUES

				EMPRESA ELECTRICA "QUITO" S.A. QUITO - ECUADOR			
PROYECTO				ANALISIS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION			
DISEÑO				EPN EECISA			
REVISOR				RED DE DISTRIBUCION ELECTRICA			
REVISOR				TIPO DE INSTALACION			
ANALISIS EPN EECISA				TENSIÓN		EES	
				INDICA	INDICADA	INDIA	II
No	DESCRIPCION	FECHA	POP	FECHA	OPERA	INDICADA	INDIA
REVISIONES				PROGRAMA DE OBRAS:	PROYECTO No. 12313	SUBESTACION No. 2	BRUNDA A

El ingreso de los datos del proyecto se debe realizar una sola vez cuando se inicia el trabajo, en lo posterior solo se ejecuta este programa en caso de que se desee modificar los datos ingresados.

1.2.3. INGRESA POSTES TRAFOS ETC. (ESTRU2.LSP)

Al igual que en la práctica para realizar un proyecto de electrificación aéreo se deben colocar primero los postes, luego estructuras de alta y baja tensión, equipos tales como transformadores, seccionadores, pararrayos, etc.

Para realizar una simulación con el programa partiendo desde cero en un proyecto, luego de cargar la base geográfica o dibujarla, se deben colocar los postes en los lugares que cumplan con las normas de la EEQSA. En lo que se refiere a distancias, alturas, etc. de acuerdo al nivel del voltaje del alimentador.

En la pantalla:

Estructuras Red Aerea

Nuevo(s) Poste(s)
Selección Punto(s) < 0
Tipo Poste...

Poste(s) Ingresado(s)
Selección Poste(s) < 0
Eliminar Baja Mover

Tipo: Nro. proyecto: Fecha Energ.:
Nro. poste: Primario: Voltaje:

Estructuras

Nuevo

- Transformador
- Equipo
- Estru. AT.
- Estru. BT.
- Tensor
- Tierra
- Duminacion

Actual:

Eliminar Baja Atribucion...
OK Cancel Help...

En la caja de diálogo (`boxed_column`¹) *Nuevo(s) Poste(s)*, presionar el botón *Selección Punto(s)*, con el Mouse se sitúa en el lugar donde se colocara el poste se pica tantos puntos como postes del mismo tipo se requiera, a continuación se presiona enter, con lo que se despliega nuevamente la pantalla pero habilitando el botón *Tipo Poste...* al presionar este se accede a una lista que posee todos los tipos de postes aceptados por las normas de la empresa tanto para alta como para baja tensión, al escoger uno de estos se regresa a la pantalla *Estructuras Red Aérea* se debe presionar "OK" con lo que se termina la inserción o colocación de postes, de requerirse varios tipos de postes en un trabajo se repetirá esta operación tantas veces como tipos exista.

Para colocar transformadores, seccionadores y otros equipos que serán colocados sobre los postes, se debe seleccionar nuevamente *INGRESA POSTES TRAFOS ETC.* Pero ahora se debe seleccionar de la caja *Poste(s) Ingresado(s)* el botón *Selección Poste(s)*, con el Mouse se debe dibujar un cuadro que contenga al poste al que se le insertará los equipos, con lo que se habilitan los comandos *Eliminar, Baja, Mover*, de la caja.

- *Eliminar.*- Con esta opción se elimina el poste ingresado tanto del diagrama en AutoCAD como todos los elementos asociados con la base de datos.
- *Baja.*- Dar de baja es retirar el poste que se encuentra en mal estado, para lo cual se debe ingresar la fecha de baja en la caja de dialogo que aparece.
- *Mover.*- Cuando se ha ubicado un poste en mala posición con este comando se lo puede mover en el gráfico y también se actualiza la base de datos con información del mismo y sus accesorios.

Además se activa la caja *Nuevo* donde se tiene las siguientes opciones:

¹ `Boxed_column` es el nombre que utiliza AutoCAD para describir una caja de dialogo inscrita en un rectángulo.

- *Transformador.*- Al seleccionar esta opción se despliega una pantalla que contiene una lista con todos los tipos de transformador utilizados y aceptados por la EEQSA, con su respectivo código.
- *Equipos.*- Se puede insertar Seccionadores, Interruptores, Banco de Capacitores, Reconectores, Derivaciones, Retención Trifásica.
- *Estru. AT.*- Con esta opción se ingresa las Estructuras Tipo para alta tensión que sostienen los conductores.
- *Estru. BT.*- Opción que permite el ingreso de Estructuras tipo para baja tensión.
- *Tensor.*- En caso de requerir se ingresa tensores a los postes.
- *Tierra.*- Se ingresa de existir conexión a tierra.
- *Iluminación.*- Opción que permite el ingreso de todos los elementos necesarios para tener una iluminación adecuada en un proyecto de electrificación.

Para el estudio que se propone en el desarrollo de esta tesis no se requieren algunos de estos datos, pero para el inventario que lleva la Empresa Eléctrica son indispensables, con el Mouse se selecciona cada uno de los equipos en la caja *Estructuras* y se selecciona el botón *Atributos* con lo que se ingresa diferentes tipos de datos, cada uno de los mismos que podrán servir en el futuro para la realización de otro tipo de estudios.

programas permiten al usuario solo la acción de dibujar la línea o líneas a ser posteriormente consideradas como alimentadores primarios de distribución.

Conductores Aéreos

Nuevos

Dibujar Líneas <

Seleccionar Líneas <

Existentes

Selección Conductor(es) <

Eliminar < Dar de baja <

No. Pro.: 999 Fecha_Energ.: 31/12/93

Primario: Voltaje kV: 22.8 Longitud(m):

Nivel Tension **Material** **Fases**

Alta ACSR 1 Fase

Baja ASC 2 Fases

Alumb. AAAC 3 Fases

Cobre

Codigo: AA3x1/0(2) Características... Materiales...

Fase U Fase V Fase W Conexion: Lista

OK Cancel Help...

Una vez que se han dibujado todas las líneas, se elige la opción *Seleccionar Líneas*, con lo que las últimas líneas dibujadas cambian a segmentadas, si estas tienen:

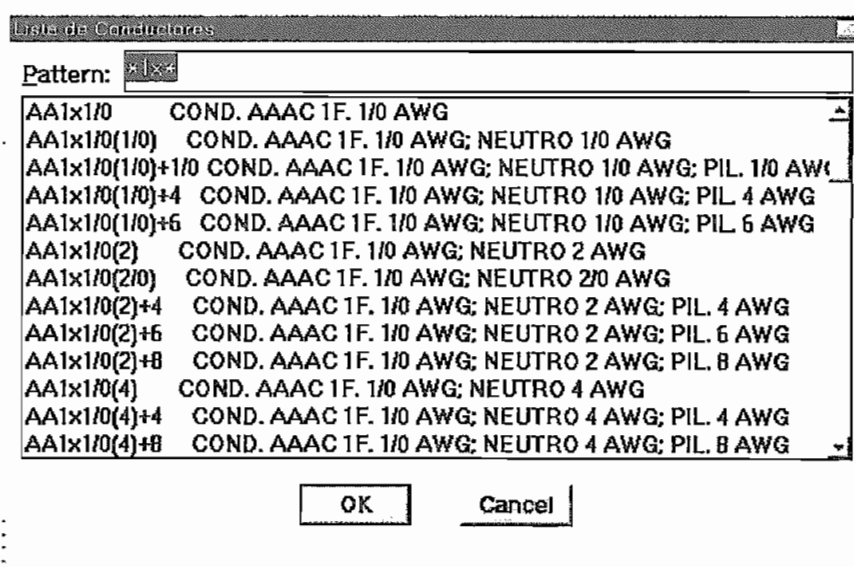
- Mismo tipo de conductor
- Misma disposición geométrica
- Igual número de fases
- Igual calibre de neutro y piloto

Se procede a seleccionar:

- *Nivel de Tensión*, para el estudio que estamos desarrollando es *Alta*, se refiere al nivel de voltaje de distribución.

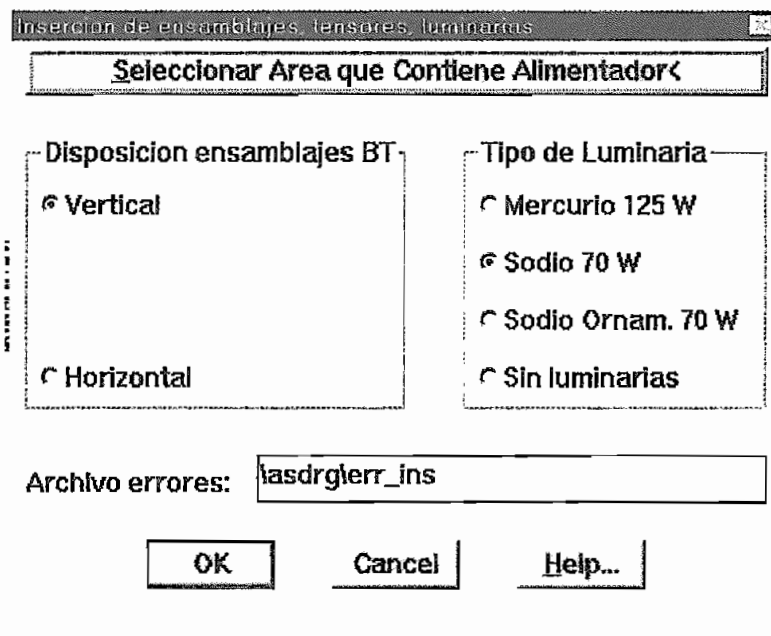
- *Material*, en donde se escoge el tipo de aleación del conductor.
 1. AA.- Conductor de Aleación de Aluminio.
 2. AS.- Conductor de Aluminio.
 3. AC.- Conductor de Aleación de Aluminio con Alma de Acero.
 4. CU.- Conductor de Cobre.
- *Fases*, designan el número y la disposición de fases del alimentador.

En la caja *Código* aparece por defecto un conductor. Para elegir otro se debe seleccionar *Características* de acuerdo al material y número de fases seleccionado aparece una lista de calibres de conductores con la disposición que podría tener el alimentador.



1.2.5. INSERTA ESTRUCTURAS TIPO, TEN. ETC. (INSTIPO.LSP)

Al seleccionar esta opción se carga el programa instipo.lsp y aparece la pantalla *Inserción de ensamblajes, tensores, luminarias*.



En esta caja e diálogo se debe elegir la disposición de las estructuras tipo de baja tensión además de el tipo de luminaria a utilizarse. Luego de lo cual comienza la inserción automática de estructuras con las siguientes consideraciones:

- En Alta Tensión solo se considera crucetas, no estructuras en volado.
- No hay dos primarios por un mismo poste.
- No llegan mas de 3 circuitos a un poste.

Al final aparece un cuadro de dialogo solicitando que se encierre el poste que esta conectado a la subestación.

1.2.6. NUMERA NODOS DEL SISTEMA. (DIS_CAL2.LSP)

Al seleccionar esta opción se carga el programa dis_cal1.lsp y aparece la pantalla *Diseño y Cálculo de caídas de Tensión*. Con esta aplicación se calcula las caídas de tensión del alimentador utilizando las normas de la Empresa Eléctrica, puesto que estamos interesados en el estudio de sistemas de

distribución en esta aplicación se debe colocar en la sección de *Parametros* el *Tipo de usuario* del alimentador:

- Usuario tipo A: Caída de tensión admisible 2.0%, con un DMU² entre 8 – 14 KVA.
- Usuario tipo B: Caída de tensión admisible 3.5%, con un DMU entre 4 – 8 KVA.
- Usuario tipo C: Caída de tensión admisible 3.5%, con un DMU entre 2 – 4 KVA.
- Usuario tipo D: Caída de tensión admisible 3.5%, con un DMU entre 1.2 – 2 KVA.
- Usuario tipo E: Caída de tensión admisible 6%, con un DMU entre 0.8 – 1.6 KVA. Usuarios del área rural.

En la sección de *Cálculo caídas de tensión* se debe elegir la opción *Primarios* con lo que se desactivan las demás opciones, luego de realizar estos pasos se presiona "OK" con lo que se procede al cálculo de caídas de voltaje según las normas de la E.E.Q.S.A., y la actualización de listas de datos necesarios para ingresar los parámetros requeridos por los programas de Corto Circuitos y Flujos de Carga, para obtener una correcta topología del alimentador.

² DMU: Demanda Maxima Unitaria, expresada en KVA.

Diseño y cálculo de caídas de tensión

Parametros:

Tipo de usuario: A

Demanda maxima unitaria (DMUp) [KVA]:

Demanda maxima especial (dme) [KVA]:

Diseño Circuitos Secundarios

Tipo de red:

Aerea Monofasica

Aerea Trifasica

Subterranea Monofasica

Subterranea Trifasica

Calculo Caidas de Tension

Tipo de Circuito:

Secundarios

Primarios

OK Cancel Help...

Como son:

- Código de las secciones del alimentador (lis_lin).
- Coordenadas de todos los nodos (lis_pun) en coordenadas (X,Y) del alimentador.
- Coordenadas del nodo de envío de las secciones (lis_padres) en coordenadas (X,Y)
- Numeración de todos los nodos (lista_vertices) del alimentador.
- Numeración de los nodos de envío de las secciones (lista_vertices_padres)
- Longitud de las secciones (lis_long), entre otros.

1.2.7. CORRIDA DEL FLUJO RADIAL (FLUJORAD.LSP)

Al seleccionar esta opción se carga el programa flujorad.lsp, mismo que ejecuta en primer lugar el programa datflujo.lsp que se encarga de colocar en un archivo de texto denominado datosflu.pid todos los datos de ingreso necesarios para la

corrida del programa flujorad.exe, una información mas detallada se encuentra en el CAPITULO III.

Para el Cálculo de Flujos se requiere en primer lugar los datos del nodo de inicio en este caso la subestación como son la tasa de crecimiento del alimentador, el tiempo de estudio en años, el factor de demanda mínima, voltaje en módulo y ángulo en cada fase y el voltaje máximo y mínimo permitido en Por Unidad en el alimentador.

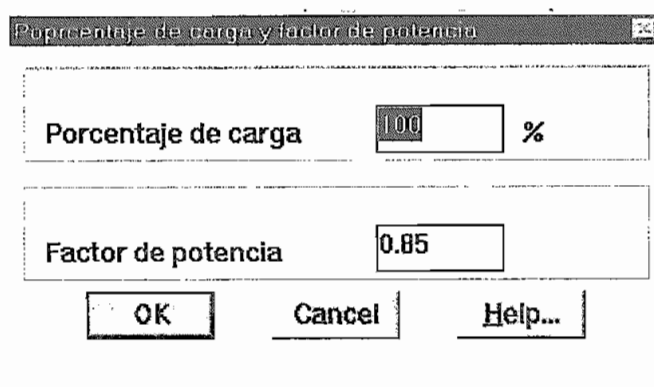
Datos de la subestacion			
NODOSUB	SME-T9	Tasa	0.0
Tiempo	1	fac_dem	1.0

Voltaje de las fases en la subestacion			
voltmod[A]	1.0	voltang[A]	0.0
voltmod[B]	1.0	voltang[B]	240.0
voltmod[C]	1.0	voltang[C]	120.0

Voltaje max. y min. permitido en pu			
voltmax	1.03	voltmin	0.97

OK Cancel Help...

Luego de esto se ingresan datos de la carga. Por la falta de datos se pregunta el porcentaje de carga con respecto a la potencia instalada en transformadores en el alimentador, asi como el factor de potencia de la carga.



El porcentaje de carga debe estar entre el 65 y el 110%, y el factor de potencia no menor a 0.7.

Con todos los datos en el archivo datosflu.pid se ejecuta un archivo batch, llamado flujorad.bat mediante el comando Shell, mismo que ejecuta el archivo que contiene los direccionamientos o ubicación del archivo flujorad.exe, que es el programa que analiza los flujos de carga, caídas de voltaje y pérdidas del alimentador.

A continuación se muestra los comandos que tiene el archivo flujorad.bat, que se debe encontrar bajo el directorio ACADWIN.

```
cd \  
cd asdrg  
flujorad.exe
```

El programa Fuljorad.exe es un modulo del programa PRINDIS, que nos da los resultados en archivos de texto así:

- FLUJOS.PID : Contiene el flujo radial trifásico de carga por los elementos, si existe sobrecarga en algún elemento se indica con la letra S.

- **PERFIL.PID** : Contiene el perfil de voltaje del alimentador, si hay sobre voltaje en un nodo se indica con la letra S y si hay bajo voltaje con la letra B.
- **SUMARIO.PID** : Contiene las potencia de carga por fase, potencia de los capacitores instalados, potencia de pérdidas y la potencia de salida de la subestación.

Todos estos resultados son procesados por programas y rutinas para lectura de datos desde AutoCAD, para visualizar los resultados en forma rápida desde el entorno gráfico, estos programas y rutinas son descritos en la sección *VISUALIZAR RESULTADOS*.

1.2.8. CORRIDA DE CORTO CIRCUITOS. (C_C.LSP)

Al igual que en el caso anterior se ejecutan los programas *datos.lsp* y *datent1.lsp* requeridos para colocar en el archivo de texto *inicial.txt* todos los datos necesarios para la corrida del programa *cortocir.exe* para el cálculo de las impedancias de secuencia de las secciones del alimentador así como las corrientes de corto circuito. Para lo cual se requieren datos adicionales como son las impedancias de secuencia de la fuente.

Impedancias de Secuencia de la Fuente	
Max. Positiva Rmax+ <input type="text" value="0.45"/> Xmax+ <input type="text" value="0.235"/>	Min. Positiva Rmin+ <input type="text" value="0.365"/> Xmin+ <input type="text" value="0.568"/>
Max. Negativa Rmax- <input type="text" value="0.03"/> Xmax- <input type="text" value="0.03"/>	Min. Negativa Rmin- <input type="text" value="0.3"/> Xmin- <input type="text" value="0.21"/>
Max. Sec 0, 001 Rmax001 <input type="text" value="0.2"/> Xmax001 <input type="text" value="0.6"/>	Min. Sec. 0, 001 Rmin001 <input type="text" value="0.74"/> Xmin001 <input type="text" value="0.35"/>
Max. Sec 0, 002 Rmax002 <input type="text" value="0.65"/> Xmax002 <input type="text" value="0.58"/>	Min. Sec. 0, 002 Rmin002 <input type="text" value="0.3"/> Xmin002 <input type="text" value="0.3"/>
Max. Sec 0, 003 Rmax003 <input type="text" value="0.38"/> Xmax003 <input type="text" value="0.2"/>	Min. Sec. 0, 003 Rmin003 <input type="text" value="0.255"/> Xmin003 <input type="text" value="0.4546"/>
<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Help..."/>

Y las impedancias de falla.

Trifasica		Linea-Linea	
R3F	0.45	RLL	0.365
X3F	0.235	XLL	0.568

Linea-Tierra		Linea-Linea-Tierra	
RLT	0.03	XLLT	0.3
XLT	0.03	XLLT	0.21

OK Cancel Help...

Una explicación mas detallada de los datos requeridos se puede encontrar en el Capitulo II del presente trabajo.

Mediante el comando shell se ejecuta el archivo cortocir.bat, que debe encontrarse bajo el directorio ACADWIN, el mismo que contiene los siguientes comandos:

```
cd \  
cd asdrg  
cortocir.exe
```

Que ejecuta el programa CORTOCIR.EXE, que calcula las impedancias de secuencia del alimentador así como corrientes de cortocircuitos que entrega resultados en los siguientes archivos de texto:

- IFALLA.DAT : Contiene el cálculo de las corrientes de cortocircuitos en cada nodo del alimentador en estudio.

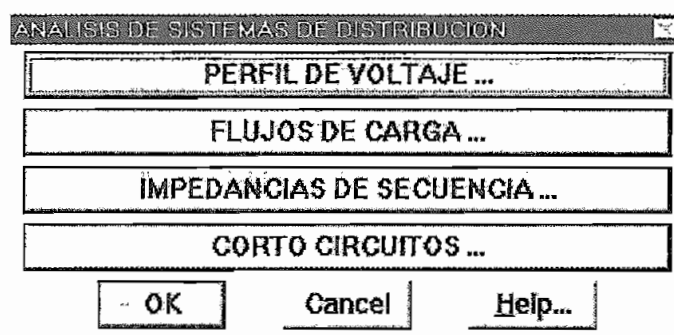
- IMPED.DAT : Contiene las impedancias de secuencia y de fase de las secciones de acuerdo al tipo de circuito³:
- IMPSEC.DAT : Contiene las impedancias de secuencia y de fase de todas las secciones del alimentador.

Una información mas detallada se encuentra en el CAPITULO III.

1.2.9. VISUALIZAR RESULTADOS. (LEE.LSP)

Al ejecutar esta aplicación siempre y cuando se hayan ejecutado primero los programas de impedancias, corto circuitos y flujos, debemos escoger que resultados deseamos visualizar.

En la siguiente pantalla se muestran cuatro opciones para la visualización de resultados de los tres programas que se han ejecutado



³ Tipo de circuito, una información detallada se encuentra en el CAPITULO II.

Al escoger la opción para visualizar el perfil de voltaje tenemos:

SELECCIONAR EL NODO A VISUALIZAR

SELECCIONAR EL NODO ...

Ingresar el Numero de Nodo

NODO # ?

OK Cancel Help...

Los primeros datos a visualizar son los del nodo número 2.

PERFIL DE VOLTAJE POR NODO

Identificación del Nodo

Codigo del nodo

Descripcion del nodo

Numero del nodo

Perfil de Voltaje

Fase A

Voltaje en pu

Angulo en grados.

Fase B

Voltaje en pu

Angulo en grad.

Fase C

Voltaje en pu

Angulo en grad.

Voltaje kV.

Voltaje en kV

Desbalance %

Desbalance de voltaje

OK Cancel Help...

Podemos visualizar los resultados de otro nodo ingresando el número del mismo en el cuadro Número del Nodo. En este caso se escogió el Nodo 5.

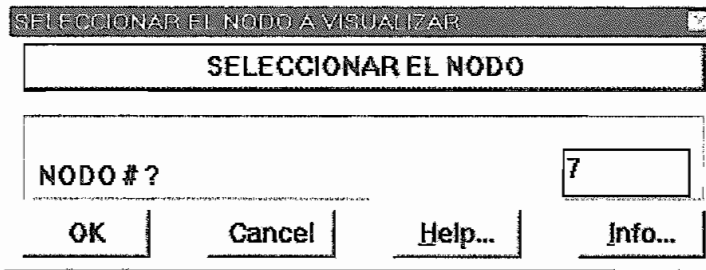
Identificación del Nodo	
Codigo del nodo	NODO 5
Descripcion del nodo	N-5
Numero del nodo	5

Perfil de Voltaje	
Fase A	
Voltaje en pu	0.999958
Angulo en grados.	0.000613
Fase B	
Voltaje en pu	
Angulo en grad.	
Fase C	
Voltaje en pu	0.999940
Angulo en grad.	120.000694

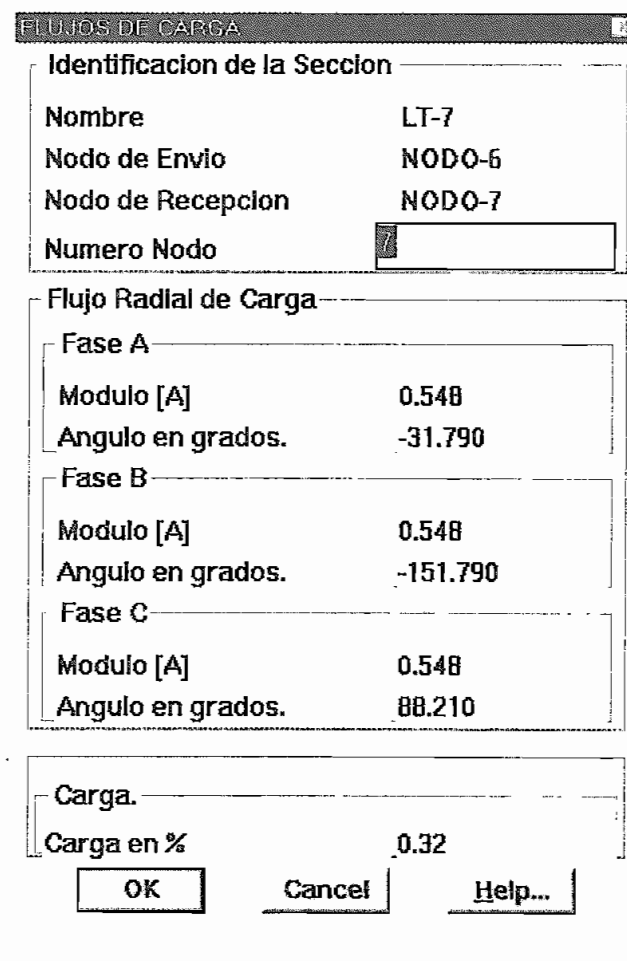
Voltaje kV.	
Voltaje en kV	22.8000
Desbalance %	
Desbalance de voltaje	

OK Cancel Help...

Al escoger la opción flujos de Carga tenemos el cuadro de dialogo siguiente, si presionamos el botón SELECCIONAR EL NODO, en el gráfico se debe encerrar en un rectángulo con el mouse el nodo del cual deseamos los datos de flujo, o en caso contrario colocar el número de nodo en el cuadro de texto.



Para el ejemplo hemos elegido el nodo número 7, obteniéndose el siguiente cuadro.



Se puede visualizar los resultados de la corrida de los flujos en otro nodo cambiando el Número del Nodo y presionando el botón "OK".

A continuación se ha elegido visualizar las impedancias de secuencia.

SELECCIONAR LINEA A VISUALIZAR

SELECCIONAR LA LINEA

Ingresar Nodos de la Seccion

NODO INICIO

NODO FINAL

OK Cancel Help...

Al picar en este cuadro SELECCIONAR LA LINEA se debe escoger en el gráfico la sección del alimentador del cual se desea visualizar los resultados, otra forma es colocar el nodo de inicio y el nodo final de la sección con lo que se visualiza los resultados en un cuadro de la siguiente forma.

Impedancias de Alimentadores Primarios

Descripcion de la Seccion

Nodo Inicio	<input type="text" value="1"/>	Nodo Final	<input type="text" value="2"/>
Tipo circ.	<input type="text" value="1"/>	Longitud	<input type="text" value="44"/>
R11	<input type="text" value="0.0214"/>	X11	<input type="text" value="0.0187"/>
R001	<input type="text" value="0.0000"/>	X001	<input type="text" value="0.0853"/>
R002	<input type="text" value="0.0000"/>	X002	<input type="text" value="0.0000"/>
X003	<input type="text" value="0.0374"/>	X003	<input type="text" value="0.0635"/>

OK Cancel Help...

Al seleccionar el botón CORTOCIRCUITOS tenemos la caja de dialogo siguiente:

SELECCIONAR EL NODO A VISUALIZAR

SELECCIONAR EL NODO

NODO #?

OK Cancel Help... Info...

Esta caja de dialogo es igual a la caja de FLUJOS, en este caso hemos elegido visualizar los resultados de cortocircuitos del nodo 5.

Corrientes de Corto Circuito

Descripcion del nodo

Nodo # Tipo Circ.

Corrientes de Corto Circuito

3F-Max	<input type="text" value="29.82#"/>	3F-Min.	<input type="text" value="0.00#"/>
LL-Max	<input type="text" value="25.82"/>	LL-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LT-Max	<input type="text" value="0.00"/>	LT-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LN-Max	<input type="text" value="0.00"/>	LN-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LNT-Max	<input type="text" value="27.88"/>	LNT-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LLT1-Max	<input type="text" value="0.00"/>	LLT1-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LLT2-Max	<input type="text" value="0.00"/>	LLT2-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LLN1-Max	<input type="text" value="0.00"/>	LLN1-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LLN2-Max	<input type="text" value="0.00"/>	LLN2-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LLNT1-Max	<input type="text" value="28.25"/>	LLNT1-Min.	<input type="text" value="0.00"/>
LLNT2-Max	<input type="text" value="29.63"/>	LLNT2-Min.	<input type="text" value="0.00"/>

OK Cancel Help...

Los cuadros de resultados totales pueden ser observados y editados mediante un procesador de texto y los nombres de los archivos que contienen estos resultados se encuentran en el CAPITULO III del presente trabajo.

1.2.10. DIAGRAMA UNIFILAR. (UNIFIL.LSP)

Una forma fácil de visualizar los resultados de un alimentador primario de distribución es mediante un diagrama unifilar en el cual se muestren los datos más importantes de flujos y cálculo de cortocircuitos como son:

- Configuración de cada sección del alimentador, tipo y calibre del alimentador.
- Longitud de la sección.
- Fases de cada sección.
- Numeración de cada nodo del alimentador.
- Elementos conectados a cada nodo.
- Voltaje en cada nodo.

1.2.11. LISTADO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL (MATERIAL.LSP).

Como una aplicación adicional del presente trabajo se desarrollo el programa material.lsp el cual nos entrega la lista de materiales requeridos para la construcción del proyecto acompañado de un presupuesto referencial de acuerdo a las normas de la E.E.Q.S.A.

En los botones toolbar se añade lo siguiente: (load "material") (c:material), con lo que se carga la aplicación material.lsp.

Una vez cargada esta aplicación se debe encerrar en un cuadro uno de los postes que conforma el proyecto, con lo que se numeran los postes.

En el archivo de texto material.pid se obtienen cantidades y códigos de cada uno de los elementos del alimentador mediante programación se obtiene el archivo material.xls conteniendo la descripción completa de los elementos, cantidades y costos.

1.2.11. BOTONES OK, CANCEL, HELP E INFO.

OK : Botón el cual indica aceptación de los parámetros ingresados en cada una de las pantallas y con el cual se actualiza los cambios hechos en cualquier elemento del alimentador.

CANCEL : Al salir de una pantalla mediante esta opción o mediante la tecla "esc" no se actualiza ningún parámetro.

HELP : Despliega información que sirve para guiar al usuario para no cometer errores en la introducción de datos en cada una de las pantallas,

INFO: Despliega información sobre el trabajo realizado.

“ANÁLISIS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN CON REPRESENTACIÓN GRÁFICA”

1. INSERCIÓN DE NUEVOS ATRIBUTOS A LOS BLOQUES.

A cada uno de los gráficos que se realizan en AutoCAD se le puede asociar *atributos* que no son otra cosa que datos insertados en el gráfico y que definen un elemento, estos datos pueden ser extraídos mediante comandos para ser utilizados como convenga al programador, como por ejemplo, un seccionador fusible al ser insertado en un gráfico en AutoCAD se lo observa de la siguiente forma:

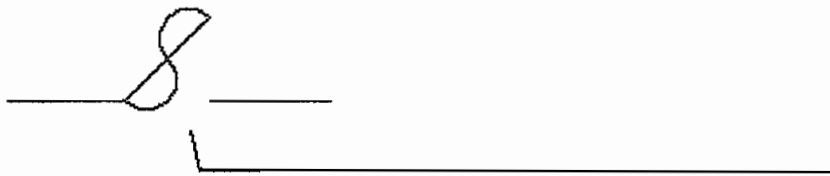


Gráfico 2: Bloque sin Atributos.

Por facilidad de visualización en el entorno gráfico todos los atributos del bloque se encuentran en forma invisible, no se los puede ver cuando el bloque es insertado.

Pero al abrir el bloque como un gráfico en AutoCAD o mediante el comando *explode*¹ podemos observar los atributos.

¹ Explode: Comando de AutoCAD que separa en sus elementos básicos un bloque generado.



ID_PRI
HD_EQUI
COD_EST
NUM_EMP
FAB
LAM
REF
HD_POS
FEC_INS
ID_PRO
EST
FEC_BAJ
ESTADO_CONEX

Gráfico 2: Bloque con Atributos.

Todos los atributos que se observan son utilizados en las rutinas y programas de la Unidad PIA.

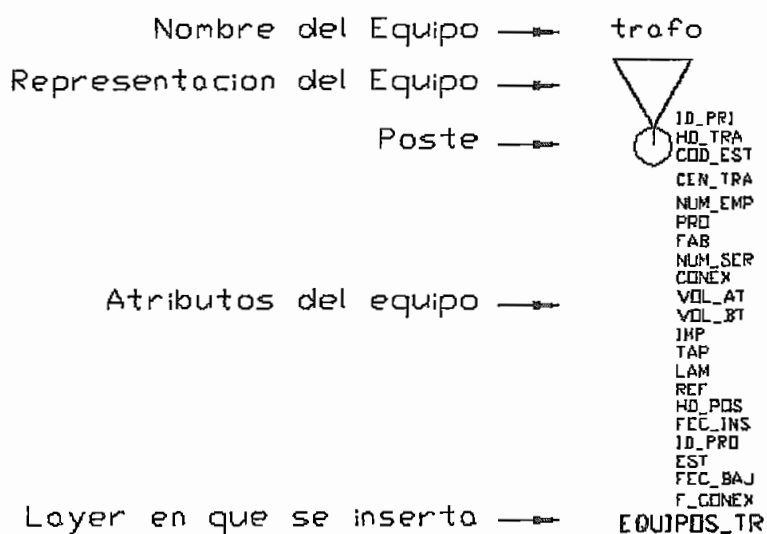
Para simular la transferencia de energía y el estado de conexión de los transformadores se aumento el atributo "estado_conex" a los bloques "**SEC**" esto es a cualquier tipo de seccionador, el valor por defecto del atributo es "1" que indica que el seccionador esta cerrado o en operación.

Estos atributos son extraídos y agrupados correctamente mediante rutinas en AutoLISP y utilizados de acuerdo a los requerimientos por los programas, por

ejemplo en el cálculo de las impedancias de secuencia de los alimentadores se requieren los datos de:

- Altura del poste. (Atributo del poste)
- Ubicación de las estructuras tipo (Tablas de distancias de estructuras tipo)
- Separación entre conductores. (Tabla de distancias de estructuras tipo)
- Calibre, material y número de conductores del alimentador. (Atributos de los conductores)
- Longitud de la sección. (Atributos de los conductores)
- Potencia, número de fases. (Atributos de los transformadores)
- Capacidad, estado de conexión. (Atributos de los Equipos de Seccionamiento)

En el archivo general.dwg se encuentran todos los bloques con sus atributos que se utilizan en la representación gráfica de un alimentador de distribución.



Para agregar un nuevo atributo a un bloque, se debe proceder de la siguiente manera, una vez escogido el bloque usamos la definición de atributos asociados

con el bloque mediante el comando "ATTDEF", en la línea de comando se debe ingresar:

"I" INVISIBLE.- Indica que el nombre del atributo no se lo puede ver o es invisible.

"P" PRESET.- Permite ingresar atributos variables pero que no actualizan su valor durante la inserción del bloque.

"attribute tag".- Cadena de texto asociada con un atributo, que le permite preguntar por un determinado atributo el momento de la extracción. Por ejemplo en el seccionador "estado_conex".

"attribute prompt".- Es una cadena de caracteres que aparece cuando el bloque que contiene este atributo es insertado, por facilidad se coloca la misma descripción que el attribute tag. Por ejemplo en el seccionador "estado_conex".

"default attribute value".- El valor que tiene el atributo por defecto. Dependiendo de la aplicación puede ser un número o una cadena de caracteres. Por ejemplo en un seccionador el valor por defecto del estado de conexión es "1", en el transformador el valor por defecto de las fases es "ABC".

"insertion point".- Es el punto donde se insertara el nombre del atributo.

"text options".- Pregunta altura y rotación del texto.

Una vez ingresados estos datos, queda definido el nuevo atributo.

Para la utilización de los atributos en los programas dependiendo del equipo o estructura a la que se añade atributos debemos:

- En "funcion1.lsp" debemos definir el número máximo de atributos (wmax) para la recuperación de las listas. En la subrutina "recupera_ora" que se encarga de recuperar los atributos del bloque.

Para el bloque seccionador se cambio el wmax de 10 a 11.

```
((wcmatch blo "*POS*") (setq wmax 6))
((wcmatch blo "*TRAFO") (setq wmax 19))
((wcmatch blo "*SECC*") (setq wmax 11))
((or (wcmatch blo "*NODO") (wcmatch blo "*POZO"))
 (setq wmax 5))
```

- En "funcion1.lsp" debemos definir el número de atributos para actualización de las listas. Subrutina "ing_act_ora" que se encarga de grabar o actualizar los atributos del bloque. Los atributos son guardamos en una entidad llamada "eb".

En el ejemplo al seccionador se aumento la línea (= k 13) que corresponde al estado de conexión del seccionador.

```
( (wcmatch blo "*SECC*")
  (while (< k 14)
    (setq b2 (entget eb))
    (cond
      ((= k 1) (setq b2 (subst (cons 1 primario) (assoc 1 b2) b2)))
      ((= k 2) (setq b2 (subst (cons 1 han) (assoc 1 b2) b2)))
      ((= k 3) (setq b2 (subst (cons 1 est_ele) (assoc 1 b2) b2)))
      ((= k 4) (setq b2 (subst (cons 1 nro_equ) (assoc 1 b2) b2)))
      ((= k 5) (setq b2 (subst (cons 1 fabricante) (assoc 1 b2) b2)))
      ((= k 8) (setq b2 (subst (cons 1 han_pos) (assoc 1 b2) b2)))
      ((= k 9) (setq b2 (subst (cons 1 fec_equ) (assoc 1 b2) b2)))
      ((= k 10) (setq b2 (subst (cons 1 pro_equ) (assoc 1 b2) b2)))
      ((= k 11) (setq b2 (subst (cons 1 estado) (assoc 1 b2) b2)))
      ((= k 12) (setq b2 (subst (cons 1 fecha_baja) (assoc 1 b2) b2)))
      ((= k 13) (setq b2 (subst (cons 1 estado_conex)
                            (assoc 1 b2) b2)))
    )
  );cond
  (entmod b2)
```

```
(setq eb (entnext eb))  
(setq k (1+ k))  
);while  
)
```

- En "estru2.lsp" en la subrutina "atributos", se debe ingresar la descripción de la variable en este caso estado_conex para que pueda ser modificados directamente mediante la caja de dialogo "estru1.dcl".

Recupera el valor que se ingrese a la caja de dialogo para asociarlo a su atributo respectivo.

```
;;*****  
(if (wcmatch yblo "*SECC*")  
  (progn  
    (set_tile "prompt_5" "Estado_conex: ")  
    (set_tile "edit_5" estado_conex)  
    (action_tile  
      "edit_5"  
      "(valida_num (setq estado_conex (get_tile \"edit_5\"))) ")  
    )  
  )  
)  
}  
};*****
```

- En "estru2.lsp" en la subrutina "rec_att_ele" dependiendo del bloque y la posición del atributo a desplegar en la entidad "eb" se recupera el bloque con su respectivo attribute tag.

El valor de estado_conex se encuentra en la posición 10 de la entidad "eb"

```
((wcmatch blo_ele "*SECC*")  
  (setq nro_equ (fija_att 1))  
  (setq fabricante (fija_att 2))  
  (setq fec_equ (fija_att 6))  
  (setq pro_equ (fija_att 7))  
  (setq estado_conex (fija_att 10))  
  )  
)
```


- En "estru2.lsp" en la subrutina "prepara_total" dependiendo del bloque y de la posición del atributo verifica los datos o valores asociados a los atributos para colocarlos en la lista "total" que contiene todos estos valores.

El valor de "westado_conex" es ingresado en la lista total.

```
( (wcmatch blo_ele "*SECC*")
  (setq total (strcat tot
    wnro_equ
    "@"
    wfabricante
    "@NULL@NULL@"
    westado
    "@NULL@NULL@"
    westado_conex
    "@NULL@NULL@"
    whan_pos
    "@"
    wfec_equ
    "@"
    wpro_equ
    "@A@NULL"
  )
)
```

Estos cambios deben ser ingresados en las rutinas y programas para que los atributos sean los correctos y se llegue a los resultados deseados.

2. DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS Y ARCHIVOS

2.1 PROGRAMAS EJECUTABLES.

Los archivos ejecutables con extensión ".EXE" se los encuentra en el directorio "c:\ASDRG"

2.1.1 CARSON1.EXE:

Programa que calcula la matriz de impedancias de Carson de cada sección del alimentador. Los resultados de las impedancias se obtienen en el archivo de texto "CARSDAT.PID". Mediante programación en AutoLISP se obtienen de las secciones del alimentador los datos requeridos para la corrida del programa y son colocados en el archivo de texto "CARSON1.PID" de la siguiente forma:

Número de conductores por fase "num_cond" por defecto es 1.

Fases de la sección "cod_fase" de acuerdo al siguiente código:

Fase A -----	1
Fase B -----	2
Fase C -----	3
Fases AB -----	4
Fases AC -----	5
Fases BC -----	6
Fases ABC -----	7

Número de conductores neutros "num_neutro" 0 o 1.

Diámetro del conductor de fase "seis" en [cm].

Resistencia interna del conductor de fase "cuatro" en [Ω /Km].

Radio medio geométrico del conductor de fase GMR "cinco" en [cm].

Diámetro del conductor neutro "tres" en [cm].

Resistencia interna del conductor neutro "uno1" en [Ω /Km].

Radio medio geométrico del conductor neutro GMR "dos" en [cm].

Coordenada X de la fase A "0" por defecto.

Coordenada Y de la fase A "Ha" en [m].

Coordenada X de la fase B "ab" en [m].

Coordenada Y de la fase B "Hb" en [m].

Coordenada X de la fase C "ac" en [m].

Coordenada Y de la fase C "Hc" en [m].

- Coordenada X del neutro "an" en [m].
- Coordenada Y del neutro "Hn" en [m].
- Longitud de la flecha en [cm], por defecto "1"
- Frecuencia en [Hz], por defecto "60".
- Resistividad del suelo [$\Omega.m$], por defecto "100"

Los datos de las coordenadas de las fases y los datos del neutro están sujetos a la existencia o no de los mismos. Los demás datos siempre estarán presentes.

2.1.2 CORTOCIR.EXE:

Programa que calcula las Impedancias de Secuencia y las Corrientes de Cortocircuito en Alimentadores Primarios de Distribución.

Los datos utilizados por el programa son los resultados obtenidos de los programas de Flujos de Carga e Impedancias de Cortocircuito, además de ciertos datos generales del sistema de distribución. Para el correcto funcionamiento del programa se deben ordenar adecuadamente los datos en un archivo de texto llamado "ccdat.txt", de la siguiente forma:

Primero, Datos generales del alimentador:

1. Número de tipos de circuito, "num_tip", (entero).
2. Número de secciones, 'num_secc", (entero).
3. Número de nodos, "num_nod", (entero).
4. Voltaje de Fase, " volta", (decimal).

Segundo, Datos de la fase y neutro

1. Tipo de circuito, "tip_linea", (entero).
2. Resistencia del conductor de fase, "diam_fase", (decimal).

3. Radio medio geométrico del conductor de fase, "diam_fase", (decimal).
4. Diámetro del conductor de fase, "diam_fase", (decimal).
5. Altura del conductor de fase A, "dista_fase", (decimal).
6. Altura del conductor de fase B, "dista_fase", (decimal).
7. Altura del conductor de fase C, "dista_fase", (decimal).
8. Distancia entre los conductores de fase A – B, "dista_fase", (decimal).
9. Distancia entre los conductores de fase A – C, "dista_fase", (decimal).
10. Resistividad del suelo, "rho", (decimal)

Los siguientes datos se colocan en caso de existir conductor neutro.

11. Resistencia del conductor neutro, "diam_neutro", (decimal).
12. Radio medio geométrico del conductor neutro, "diam_neutro", (decimal).
13. Diámetro del conductor neutro, "diam_neutro", (decimal).
14. Altura del conductor neutro N, "dista_neutro", (decimal).
15. Distancia entre la fase A y el neutro N, "dista_neutro", (decimal).

La línea de datos anterior se repetirá tantas veces como número de tipos de línea.

Tercero, datos de cada sección del alimentador.

1. Nodo de inicio de la sección, "ni", (string).
2. Nodo final de la sección, "nf", (string).
3. Número del tipo de circuito de la sección, "tip_linea", (entero).
4. Longitud de la sección, "longi", (decimal).

La línea de datos anterior se repetirá tantas veces como número de secciones tenga el alimentador.

Cuarto, Impedancias de secuencia máxima de la fuente.

1. Resistencia máxima de secuencia positiva, "Rmax+", (decimal).
2. Reactancia máxima de secuencia positiva, "Xmax+", (decimal).
3. Resistencia máxima de secuencia negativa, "Rmax-", (decimal).
4. Reactancia máxima de secuencia negativa, "Xmax-", (decimal).
5. Resistencia máxima de secuencia cero, para fallas que involucren solamente tierra y no el conductor neutro, "Rmax001", (decimal).
6. Reactancia máxima de secuencia cero, para fallas que involucren solamente tierra y no el conductor neutro, "Xmax001", (decimal).
7. Resistencia máxima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra únicamente en la subestación, "Rmax002", (decimal).
8. Reactancia máxima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra únicamente en la subestación, "Xmax002", (decimal).
9. Resistencia máxima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra en muchos sitios, "Rmax003", (decimal).
10. Reactancia máxima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra en muchos sitios, "Xmax002", (decimal).

Quinto, Impedancias de secuencia mínima de la fuente.

1. Resistencia mínima de secuencia positiva, "Rmin+", (decimal).
2. Reactancia mínima de secuencia positiva, "Xmin+", (decimal).
3. Resistencia mínima de secuencia negativa, "Rmin-", (decimal).

4. Reactancia mínima de secuencia negativa, "Xmin-", (decimal).
11. Resistencia mínima de secuencia cero, para fallas que involucren solamente tierra y no el conductor neutro, "Rmin001", (decimal).
12. Reactancia mínima de secuencia cero, para fallas que involucren solamente tierra y no el conductor neutro, "Xmin001", (decimal).
13. Resistencia mínima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra únicamente en la subestación, "Rmin002", (decimal).
14. Reactancia mínima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra únicamente en la subestación, "Xmin002", (decimal).
15. Resistencia mínima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra en muchos sitios, "Rmin003", (decimal).
16. Reactancia mínima de secuencia cero, para un sistema cuyo conductor neutro esta conectado a tierra en muchos sitios, "Xmin003", (decimal).

Sexto, Impedancias de falla trifásica, línea – línea, línea – tierra, línea – línea – tierra.

1. Resistencia de falla trifásica, "R3F", (decimal).
2. Reactancia de falla trifásica, "X3F", (decimal).
3. Resistencia de falla línea – línea, "RLL", (decimal).
4. Reactancia de falla línea – línea, "XLL", (decimal).
5. Resistencia de falla línea – tierra, "RLT", (decimal).
6. Reactancia de falla línea – tierra, "XLT", (decimal).
7. Resistencia de falla línea – línea – tierra, "RLLT", (decimal).
8. Reactancia de falla línea – línea – tierra, "XLLT", (decimal).

Séptimo, Voltajes de los nodos.

1. Voltaje de fase, "caida_volt", (decimal).

La línea de datos anterior se repetirá tantas veces como número de nodos.

2.1.3 FLUJORAD.EXE:

Programa que calcula los flujos de carga y el perfil de voltaje de un alimentador de distribución radial.

El archivo de texto llamado "datosflu.pid" creado por el programa "datflujo.lsp", debe tener los siguientes datos en el orden a continuación descrito para que no existan errores en la corrida del programa:

Primero, Datos generales del alimentador (primera línea).

1. Número de nodos, "NN", (entero).
2. Número de reguladores, "NREG", (entero)
3. Número de transformadores, "NTRA", (entero)
4. Número de secciones, "NSEC", (entero)
5. Número de tipos de circuito, "NC", (entero)
6. Número máximo de iteraciones, "numinter", (entero)

Segundo, Datos generales del alimentador (segunda línea).

7. Potencia base monofásica en MVA, "MVABASE", (decimal).
8. Voltaje nominal fase – neutro del alimentador en KV, "KVBASE", (decimal)
9. Criterio de convergencia para la parte real del voltaje, "conv_real", (decimal).

10. Criterio de convergencia para la parte imaginaria del voltaje, "conv_imag", (decimal).

Tercero, Datos de la subestación, (primera línea).

1. Código del nodo de salida de la subestación, "NODOSUB", (string).
2. Tasa de crecimiento del alimentador, "tasa", (decimal).
3. Tiempo de estudio en años, "tiempo", (entero).
4. Factor de demanda mínima. "fac_dem", (decimal).

Cuarto, Datos de la subestación, (Segunda línea).

5. Módulo de voltaje de las fases A, B y C en pu, "voltmod[3]", (decimal).
6. Angulo de voltaje de las fases A, B y C en pu, "voltang[3]", (decimal).

Quinto, Datos de la subestación, (Tercera línea)

7. Voltaje máximo permitido en pu, "voltmax", (decimal).
8. Voltaje mínimo permitido en pu, "voltmin", (decimal).

Sexto, Datos de los nodos, (primera línea).

1. Código del nodo, "nodo", (string).
2. Descripción del nodo, "descrip", (string).
3. Fases del nodo, "fases", (string).
4. Número de elementos conectados al nodo, "nder", (entero).
5. Tasa de crecimiento de la demanda del nodo, "tasa", (decimal).
6. Magnitud de voltaje nominal fase – neutro en kV, "volt", (decimal)

7. Estado de conexión de los condensadores, "interrup", (0 = desconectado, 1 = conectado).

Séptimo, Datos de los nodos, (segunda línea).

8. Potencia activa de carga de las fases A, B y C en kW, "pr[3]", (decimal).
9. Potencia reactiva de carga de las fases A, B y C en kVAR, "pi[3]", (decimal).
10. Potencia de condensadores de las fases A, B y C en kVAR, "q[3]", (decimal).

Las dos líneas de datos anteriores se repetirían tantas veces como número nodos tenga el alimentador.

Octavo, Datos de las líneas.

1. Nombre de la sección, "seccion", (string).
2. Código del nodo de envío, "nodop", (string).
3. Código del nodo de recepción, "nodoq", (string).
4. Configuración de fases, "fases", (string).
5. Estado de conexión de la sección, "interrup", (poner 1).
6. Tipo de sección, "tipsec", (string)
7. Longitud de la sección en Km, "largo", (decimal).

La línea de datos anterior se repetirá tantas veces como número de secciones tenga el alimentador.

Noveno, Datos de transformadores

1. Nombre del transformador, "transfor", (string).

2. Código del nodo de envío, "nodop", (string).
3. Código del nodo de recepción, "nodoq", (string).
4. Tipo de transformador, "codtrans", (string).
5. Estado de conexión del transformador, "interrup", (poner 1).
6. Voltaje nominal fase – neutro del primario en kV, "voltpri", (decimal).
7. Voltaje nominal fase – neutro del secundario en kV, "voltsec", (decimal)
8. Capacidad nominal del transformador por fase en MVA, "capac", (decimal).
9. Resistencia de cortocircuito en pu, "Rcc", (decimal).
10. Reactancia de cortocircuito en pu, "Xcc", (decimal).

Existirán tantas líneas con los datos anteriores como transformadores exista.

Décimo, Datos de los conductores.

1. Código de la configuración, "codcond", (string).
2. Configuración de fases, "fases", (string).
3. Capacidad nominal del conductor en Amperios, "capac", (decimal).
4. Matriz de resistencia de Carson en pu, "R[3][3]", (matriz 3x3 con sus elementos decimales).
5. Matriz de reactancia de Carson en pu, "X[3][3]", (matriz 3x3 con sus elementos decimales).

Existirán tantas líneas como tipos de circuito existan en el alimentador.

2.2 PROGRAMAS EN AUTOLISP.

Los programas y rutinas desarrolladas en AutoLISP se los encuentra en "c:\ASDRG".

2.2.1 ALTPOSTE.LSP

Recupera la altura del poste para ser utilizado en el cálculo de corrientes de cortocircuitos e impedancias de secuencia.

tip_pos_alt: Contiene los códigos de los postes colocados en el alimentador (nil) si se trata de un cruce.

pos_alt2: Contiene las alturas de los postes (nil) si se trata de un cruce.

2.2.2 ASDRG.LSP

Despliega un cuadro de dialogo mediante la cual se desarrolla el análisis de sistemas de distribución. Carga el archivo ASDRG.DCL el cual contiene el cuadro de dialogo.

2.2.3 CC_NODO.LSP

Mediante el cuadro de dialogo "CCNOD1.DCL" permite al usuario visualizar las corrientes de cortocircuito en el nodo que se ha escogido.

Los resultados son visualizados mediante el cuadro de dialogo "CCNOD.DCL".

2.2.4 C_C.LSP

Programa que ejecuta "CORTOCIR.EXE" que nos da los resultados de las impedancias de secuencia y cortocircuitos del alimentador en estudio en un archivo de texto llamado "RESULT.DAT".

En primer lugar carga la rutina "DATOS.LSP" que carga los programas que recuperan los datos de los bloques en AutoCAD, luego ejecuta "DATENT1.LSP" que ordena los datos en el archivo de texto "INICIAL.TXT" para ser utilizados por el ejecutable "CORTOCIR.EXE", y por ultimo mediante el comando "shell" de AutoCAD ejecuta el archivo "CORTOCIR.BAT"

2.2.5 CON_AER1.LSP

Programa para la colocación de conductores aéreos en primarios y secundarios, mediante el cuadro de diálogo CON_AER1.DCL, las variables que maneja este programa son:

- A: Código que indica que se ha seleccionado una red de alta, (cod_vol) tenemos "A".
- B: Código que indica que se ha seleccionado una red de baja, (cod_vol) tenemos "B".
- Al-pub: Código que indica que se ha seleccionado una red de alumbrado, (cod_vol) tenemos "P".
- acsr: Indica que los conductores de la red seleccionada tienen Conductores de Aleación de Aluminio con Alma de Acero, (cod_mat) tenemos "AC".
- asc: Indica que los conductores de la red seleccionada tienen Conductores de Aluminio, (cod_mat) tenemos "AS".
- aaac: Indica que los conductores de la red seleccionada tienen Conductores de Aleación de Aluminio, (cod_mat) tenemos "AA".

cobre: Indica que los conductores de la red seleccionada tienen Conductores de Cobre, (cod_mat) tenemos "CU".

1-fase: Indica que el alimentador es monofásico, (cod_fas) tenemos "1".

2-fases: Indica que el alimentador es bifásico, (cod_fas) tenemos "2".

3-fases: Indica que el alimentador es trifásico, (cod_fas) tenemos "3".

U: Indica que la derivación esta alimentado de la fase U del alimentador, (val_uvw).

V: Indica que la derivación esta alimentado de la fase V del alimentador, (val_uvw).

W: Indica que la derivación esta alimentado de la fase W del alimentador, (val_uvw).

El valor de val_uvw depende de las 7 posible combinaciones que podemos tener, y del número de fases escogido.

no_pro: Número de proyecto, (fun_prim).

fecha: Fecha de energización, (fun_fecha).

long: Longitud de la sección.

a_p: Descripción del primario del que proviene el alimentador.

vol: Voltaje del alimentador.

selección: Código de los conductores del alimentador, por ejemplo: CU3X2/0(1/0)+4, indica que tenemos un alimentador trifásico con conductores de cobre # 2/0 AWG, con un neutro 1/0 AWG mas un piloto # 4 AWG.

tipo: Lista de las características del alimentador es una descripción del ejemplo anterior.

2.2.6 DATENT1.LSP

Recupera los datos de las listas que generadas por las rutinas ejecutadas por "DATOS.LSP" y los coloca en un archivo de datos "INICIAL.TXT" que será utilizado por el programa CORTOCIR.EXE que nos da como resultado las

impedancias de secuencia y los cálculos de las corrientes de cortocircuitos de alimentadores radiales de distribución.

Los datos que se colocan en el archivo de texto están descritos en el resumen del programa CORTOCIR.EXE.

2.2.7 DATFLUJO.LSP

Recupera los datos de las listas que generan las rutinas en AutoCAD, y las coloca en un archivo de datos "datosflu.pid" que será utilizado por el programa flujorad.exe que nos da como resultado los flujos de carga de alimentadores radiales de distribución.

2.2.8 DIS_CAL2.LSP

Programa que nos da la geometría del alimentador, mediante el cuadro de dialogo DIS_CAL1.DCL, El programa dis_cal2.lsp maneja en primer lugar varias listas de datos como:

- lis_pun: Lista de puntos (x,y) en los vértices.
- lis_padres: Lista de puntos padres o puntos de los que nacen los vértices (x,y) de lis_pun.
- lis_lin: Lista de nombres de las entidades de los tramos o secciones.
- lis_tra_sdv: Lista de los nombres de entidades de los tramos con sobre voltaje.
- lis_acom: Lista de número de acometidas en cada v.
- lis_acom_acum: Lista de puntos y número de acometidas en v.
- lista_puntos: Lista de puntos de vértices en conteo de acom_acum.
- acometidas: Lista de acometidas acumuladas en cada v.
- acometidas_reor: Lista de acometidas acumuladas reordenadas en cada v.
- lis_calibres: Lista de los calibres de cada tramo.

- lis_dv: Lista de caídas de tensión de cada tramo v.
- lis_dv_acum: Lista de caídas acumuladas en cada tramo v.
- lis_long: Lista de longitudes de los tramos v.
- lista_vertices: Lista de numeración de cada vértice.
- lis_vertices_padres: Lista de la numeración de cada padre vértice.
- kvam_cal_a: Lista para él cálculo de las caídas de tensión por medio de las normas de la E.E.Q.S.A. En conductores aéreos tomando en cuenta los KVA metros de cada sección.
- kvam_cal_s: Lista para él cálculo de las caídas de tensión por medio de las normas de la E.E.Q.S.A. En conductores subterráneos tomando en cuenta los KVA metros de cada sección.
- lis_fac_per: Lista de factores de pérdidas para alta.
- lis_per: Lista de pérdidas.
- lis_der: Lista de tramos de derivación (no del troncal).

Y las variables que maneja este programa son:

- A1: Indica el tipo de red, aérea monofásica, para el diseño de circuitos secundarios.
- A3: Indica el tipo de red, aérea trifásica, para el diseño de circuitos secundarios.
- S1: Indica el tipo de red, subterránea monofásica, para el diseño de circuitos secundarios.
- S3: Indica el tipo de red, subterránea trifásica, para el diseño de circuitos secundarios.
- S: Indica el tipo de circuito, secundario, para el cálculo de las caídas de tensión.
- P: Indica el tipo de circuito, primario, para el cálculo de las caídas de tensión.
- tip_usu: Indica el tipo de usuario según normas.
- dmup: Demanda máxima unitaria.

dme: Demanda máxima especial.

2.2.9 EQUIPO.LSP

Recupera del diagrama en coordenadas geográficas los vértices donde se encuentran equipos como seccionador, capacitor, etc. Asocia dichos vértices con los vértices del diagrama unifilar e inserta un bloque que representa dicho equipo en el diagrama unifilar. Coloca los textos de descripción del equipo y sus parámetros.

est_cap: Nos da el estado de conexión de los capacitores, si esta abierto o fuera de funcionamiento "0" si esta cerrado o en funcionamiento "1".

pot_cap: Nos da la potencia de los capacitores conectados en el alimentador.

pot_tra: Indica la potencia de los transformadores

est_secc: Nos da el estado de conexión de los seccionadores, si esta abierto o fuera de funcionamiento "0" si esta cerrado o en funcionamiento "1"

2.2.10 EQUIPO1.LSP

Recupera del diagrama en coordenadas geográficas los vértices donde se encuentra un transformador, asocia dichos vértices con los vértices del diagrama unifilar e inserta un bloque que representa dicho transformador en el diagrama unifilar. Coloca los textos que describen el mismo.

2.2.11 ESTRUPOS.LSP

Recupera las estructuras tipo del poste para que mediante la aplicación de las normas de la E.E.Q.S.A. Asociar con las alturas de la fase y neutro requeridas para el cálculo de corrientes de cortocircuitos e impedancias de secuencia.

estru_poste: Contiene los códigos de las estructuras de los postes colocados en el alimentador (nil) si se trata de un cruce.

estru_poste1: Contiene los códigos de las estructuras de los postes coloca una estructura ficticia en el cruce igual al nodo hijo.

dist_estru: Contiene los datos de alturas y distancias de las estructuras tipo de acuerdo a las normas.

dist_neutro: Contiene los datos altura del neutro (H_n) y la distancia entre la fase A y el neutro (a_n).

dist_fase: Contiene los datos de alturas de las fases A, B y C (H_a , H_b y H_c) y las distancias entre las fases AB y AC (a_b y a_c).

2.2.12 ESTRU2.LSP

Programa mediante el cual se coloca postes, estructuras tipo, equipo de seccionamiento, transformadores, capacitores, iluminación, tensores entre otros.

Mediante el cuadro de dialogo ESTRU1.DCL además de ingresar estos datos en un proyecto nuevo podemos agregar o quitarlos en un proyecto desarrollado anteriormente según los requerimientos, en este cuadro de dialogo tenemos las siguientes variables:

tipop: Tipo de poste el cual se elige de una lista.

nro_pos: Número de poste.

nro_pro: Número de proyecto.

primario: Nombre del primario del cual se deriva el alimentador.

fecha_ene: Fecha de energización del proyecto.

voltaje: Voltaje del alimentador.

2.2.13 FASES.LSP

Recupera las fases conectadas de cada sección del alimentador "UVW" generado en CON_AER1.LSP.

codigo_lis: Se obtiene un número de acuerdo a las fases conectadas:

- "0" No tiene fase conectada
- "1" Fase conectada "C"
- "2" Fase conectada "B"
- "3" Fase conectada "BC"
- "4" Fase conectada "A"
- "5" Fase conectada "AC"
- "6" Fase conectada "AB"
- "7" Fase conectada "ABC"

fases_abc: Contiene el código de fases ABC que se tiene conectado cada nodo del alimentador.

2.2.14 FLUJORAD.LSP

Ejecuta el programa DATFLUJO.LSP y ejecuta el archivo FLUJORA.BAT.

2.2.15 INICAD.LSP

Carga los programas, rutinas y funciones necesarios para la corrida de los programas sin errores, los programas que carga son:

INICIO1.LSP, inicializa el ambiente en AutoCAD y carga las rutinas a utilizarse.

FUNCION1.LSP, carga las funciones utilizadas en la actualización de los gráficos y la base de datos.

RUTINAS1.LSP, carga las rutinas que se utilizan en los programas desarrollados en AutoLISP.

2.2.16 INSTIPO.LSP

Inserta las estructuras tipo en los postes del alimentador, tensores de alta tensión y el segundo poste en caso de tener un transformador en plataforma, además ingresa las estructuras tipo para los secundarios e iluminación de acuerdo a lo elegido en la caja de dialogo INSTIPO.DCL.

Cabe anotar que para la corrida de este programa se realizaron las siguientes consideraciones:

- En alta tensión se considera estructuras tipo solo en crucetas, no en volado.
- No hay dos primarios por un mismo poste.
- No llegan mas de tres circuitos o secciones a un poste.

2.2.17 LEE.LSP

Este programa nos permite escoger si se desea visualizar los resultados de los flujos de carga, impedancias de secuencia y cortocircuitos, mediante el cuadro de dialogo "LEE.DCL".

2.2.18 MATERIAL.LSP

Nos entrega un archivo de texto "MATERIAL.PID" en el que se desglosa todos y cada uno de los materiales requeridos para la construcción del proyecto.

2.2.19 NODOSUB.LSP

Mediante el cuadro de dialogo NODOSUB.DCL permite al usuario modificar de así requerirlo los datos de la subestación.

NODOSUB:	Descripción o código de identificación de la subestación.
tasa:	Tasa de crecimiento del alimentador.
tiempo:	Tiempo de estudio del alimentador en años.
fac_dem:	Factor de demanda.
voltmod[1]:	Modulo de voltaje de la fase A en pu.
voltmod[2]:	Modulo de voltaje de la fase B en pu.
voltmod[3]:	Modulo de voltaje de la fase C en pu.
voltang[1]:	Angulo de voltaje de la fase A en pu.
voltang[2] :	Angulo de voltaje de la fase B en pu.
voltang[3] :	Angulo de voltaje de la fase C en pu.
voltmax:	Voltaje máximo permitido en el alimentador en pu.
voltmin:	Voltaje mínimo permitido en el alimentador en pu.

2.2.20 POTBASE1.LSP

Mediante el cuadro de dialogo POTBASE.DCL pregunta al usuario los datos de potencia y voltaje base así como criterios de convergencia de la parte real e imaginaria del voltaje.

MVABASE: Potencia base en MVA para el cálculo de los flujos de carga.

- KVBASE: Voltaje base en KV.
- conv_real: Criterio de convergencia de la parte real para el cálculo de la caída de voltaje.
- conv_imag: Criterio de convergencia de la parte imaginaria para el cálculo de la caída de voltaje.

2.2.21 POTCAR1.LSP

Verifica si los valores entregados por POTCAR1.LSP están dentro de un rango aceptable esto es que la carga de los transformadores este entre el 65 al 110% de la potencia nominal y el factor de potencia de la carga este entre el 0.65 y 1. Si los datos están fuera de rango vuelve a cargar POTCAR1.LSP.

2.2.22 PROYECTO.LSP

Carga el cuadro de dialogo PROYECTO.DCL el cual contiene los datos que describen el proyecto sobre el cual esta trabajando, en este cuadro de dialogo tenemos:

- nro_pro: Número del proyecto.
- nom_pro: Nombre del proyecto.
- dir_pro: Dirección del proyecto.
- ali: Descripción del alimentador y la subestación (sub) del cual se deriva.
- fec_ene: Fecha de energización.
- vol: Voltaje del alimentador.

Estos datos deben ser ingresados para iniciar un proyecto caso contrario no se puede continuar, o en caso de que hayan sido ingresados pueden ser modificados de así requerirlo.

2.2.23 RESISTE.LSP

Recupera el código de las líneas de un alimentador, verifica si hay códigos que se repiten y recupera una sola vez los parámetros, separa del código de línea el material, número de fases, calibre de la fase, si existe neutro, si existe tierra. De la base de datos y de acuerdo al material recuperar: resistencia, reactancia, diámetro de los conductores, Colocarlos en un archivo de datos para ser utilizados por los programas, de flujos, impedancias de secuencia y cortocircuitos.

lis_material: Nos indica si el cable es: CU, ASCR, ASC, AAAC para cada sección del alimentador.

lis_num_fase: Nos indica el número de fases que tiene cada sección.

lis_calibre_fase: Nos indica el calibre de la o las fases de cada sección

lis_calibre_neutro: Nos indica el calibre del neutro de cada sección

lis_calibre_piloto: Nos indica el calibre del hilo piloto de cada sección

lis_diam_fase: Nos indica la Resistencia, GMR, Diámetro de la fase de cada sección para ser utilizada en la corrida del programa de cortocircuitos.

lis_diam_neutro: Da Resistencia, GMR, Diámetro del neutro de cada sección para ser utilizada en la corrida del programa de cortocircuitos.

2.2.24 SELECCILLSP

Permite escoger la sección del alimentador del cual deseamos ver los resultados de las corridas del cálculo de impedancias, mediante el cuadro de dialogo "SELECCI.DCL".

Los resultados son presentados mediante el cuadro de dialogo "DESPLIMP.DCL".

2.2.25 TEXT_UNI.LSP

Inserta en el diagrama unifilar los datos de los voltajes y corrientes de fallas de cada nodo del alimentador.

2.2.26 TIPLINEA.LSP

Recupera el número de fases, si tiene o no neutro cada sección para asociarlo a un tipo de línea requerido para la corrida del cálculo de cortocircuitos e impedancias de secuencia

num_tipo_linea: Número total de los tipos de circuitos que tiene el alimentador.

lista_tipo_linea: Tenemos los tipos de línea de cada sección del alimentador.

num_tipo_linea: Tenemos el número total de tipos de línea que tiene el alimentador en total

lis_tip_lin: Tenemos los tipos de línea que tiene el alimentador.

2.2.27 TRAPOT.LSP

Nos entrega la potencia nominal de los transformadores despliega un cuadro de dialogo en la que se pregunta con que porcentaje de carga trabajan los transformadores y el factor de potencia de los mismos.

pot_tra: Potencia de los transformadores conectados en el alimentador.

fase_tra: Nos da la fase a la que esta conectado el transformador en caso de ser monofásico, y si es trifásico nos da "ABC"

porcarga: Porcentaje de carga ingresado

factpot: Factor de potencia de la carga

2.2.28 UNIFIL.LSP

Programa mediante el cual se realiza el diagrama unifilar del alimentador en el cual se colocan los parámetros más relevantes de las corridas de los programas, equipo y la geometría del mismo, para ayudar al ingeniero proyectista a una rápida visualización.

2.2.29 VERNOD.LSP

Mediante el cuadro de dialogo "VERNOD1.DCL" permite al usuario visualizar los flujos de carga en el nodo que se ha escogido.

Los resultados son visualizados mediante el cuadro de dialogo "VERNOD.DCL".

2.2.30 MATERIAL.LSP

Programa que entrega una lista completa de los materiales que se usaran en la construcción del proyecto con precios unitarios y presupuesto referencial de los mismos.

El archivo material.xls contiene estos resultados, este es un archivo en excel por lo que se pueden realizar ajustes y modificaciones de acuerdo a la conveniencia del usuario o Ingeniero Proyectista.

3. DESCRIPCION DE LOS ARCHIVOS DE TEXTO Y BATCH

3.1 ARCHIVOS BATCH.

Estos archivos deben ser instalados bajo el directorio del cual se ejecutan los comandos del AutoCAD, en nuestro caso se encuentra en "c:\acadwin".

3.1.1 CARSON.BAT

Archivo que ejecuta el programa "CARSON1.EXE" desde el entorno gráfico de AutoCAD.

3.1.2 CORTOCIR.BAT

Archivo que ejecuta el programa "CORTOCIR.EXE" desde el entorno gráfico de AutoCAD.

3.1.3 FLUJORA.BAT

Archivo que ejecuta el programa "FLUJORAD.EXE" desde el entorno gráfico de AutoCAD.

3.2 ARCHIVOS DE TEXTO

Estos ARCHIVOS se los encuentra en el directorio "c:\ASDRG".

3.2.1 LISTAS DE DATOS.

Archivos de texto con extensión ".LIS" que contienen tanto el código como la descripción de cada uno de los elementos que componen un alimentador de distribución como son, postes, estructuras, equipos, conductores, etc.

3.2.1.1 AA.LIS

Listado de las posibles combinaciones de calibres de conductores para alta tensión de aleación de aluminio dependiendo del número de fases, ausencia o presencia de neutro y piloto.

3.2.1.2 AC.LIS

Listado de las posibles combinaciones de calibres de conductores para alta tensión de aluminio dependiendo del número de fases, ausencia o presencia de neutro y piloto.

3.2.1.3 AS.LIS

Listado de las posibles combinaciones de calibres de conductores para alta tensión de aleación de aluminio con alma de acero dependiendo del número de fases, ausencia o presencia de neutro y piloto.

3.2.1.4 BAA.LIS

Listado de las posibles combinaciones de calibres de conductores para baja tensión de aleación de aluminio dependiendo del número de fases, ausencia o presencia de neutro.

3.2.1.5 BAC.LIS

Listado de las posibles combinaciones de calibres de conductores para baja tensión de aluminio dependiendo del número de fases, ausencia o presencia de neutro.

3.2.1.6 BAC.LIS

Listado de las posibles combinaciones de calibres de conductores para baja tensión de aleación de aluminio con alma de acero dependiendo del número de fases, ausencia o presencia de neutro.

3.2.1.7 BCU.LIS

Listado de las posibles combinaciones de calibres de conductores para baja tensión de cobre dependiendo del número de fases, ausencia o presencia de neutro.

3.2.1.8 CARSON.LIS

Listado de la matriz de impedancias de Carson de acuerdo a la configuración del alimentador, calibre de los conductores, número de fases, estructura tipo sobre la que están montadas y altura del poste.

3.2.1.9 COND_AA.LIS

Listado de resistencia en [ohm/milla], radio medio geométrico en [pies] y diámetro en [pulgadas] de conductores de aleación de aluminio.

3.2.1.10 COND_AC.LIS

Listado de resistencia en [ohm/milla], radio medio geométrico en [pies] y diámetro en [pulgadas] de conductores de aluminio.

3.2.1.11 COND_AS.LIS

Listado de resistencia en [ohm/milla], radio medio geométrico en [pies] y diámetro en [pulgadas] de conductores de aleación de aluminio con alma de acero.

3.2.1.12 COND_CU.LIS

Listado de resistencia en [ohm/milla], radio medio geométrico en [pies] y diámetro en [pulgadas] de conductores de cobre.

3.2.1.13 CU.LIS

Listado de las posibles combinaciones de calibres de conductores para alta tensión de cobre dependiendo del número de fases, ausencia o presencia de neutro y piloto.

3.2.1.14 EQUIPO.LIS

Listado de códigos y descripción de equipos de acuerdo al voltaje y capacidad de interrupción. En este listado podemos encontrar, seccionadores, interruptores, bancos de capacitores y reconectores.

3.2.1.15 ESTRU_23.LIS

Listado de alturas de las fases y fase – neutro, así como también distancia entre fases y fase - neutro de los conductores de acuerdo a la estructura tipo tomando como referencia el tope del poste.

3.2.1.16 ILUMINA.LIS

Listado de código y descripción de equipo de iluminación.

3.2.1.17 IMPFALLA.LIS

Listado de las impedancias de falla del alimentador de acuerdo al número de proyecto.

3.2.1.18 IMPFUENT.LIS

Listado de las impedancias de secuencia positiva, negativo y cero máximas y mínimas de la fuente de acuerdo al número de proyecto.

3.2.1.19 POSTE.LIS

Listado de tipos de poste que se utilizan según normas.

3.2.1.20 PRIMARIO.LIS

Listado de primarios existentes en la Empresa Eléctrica Quito S.A. dependiendo de la subestación del cual son alimentados.

3.2.1.21 TENSOR.LIS

Listado de códigos y descripción para tensores de alta y baja tensión.

3.2.1.22 TIERRA.LIS

Listado de códigos y descripción de conexiones a tierra.

3.2.1.23 TRAFO.LIS

Listado de códigos y descripción de transformadores de distribución.

3.2.2 LISTAS DE RESULTADOS.

Archivos de texto con extensión “.PID”, “.DAT” y “.TXT” que contienen los resultados de los programas ejecutables. Estos archivos son modificados cada vez que se corren las aplicaciones.

3.2.2.1 CARSON1.PID

Archivo generado por el programa “carson.lsp” y contiene los datos requeridos para que se ejecute el programa “carson1.exe”.

3.2.2.2 CARSON.PID

Archivo que contiene los resultados de la corrida del programa “carson1.exe”.

3.2.2.3 DATOSFLU.PID

Archivo generado por el programa “datosflu.lsp” y que contiene los datos requeridos para que se ejecute la aplicación “flujorad.exe”.

3.2.2.4 FLUJOS.PID

Archivo que contiene el flujo radial de carga obtenido al correr la aplicación “flujorad.exe”.

3.2.2.5 MATERIAL.PID

Archivo que contiene el listado de los materiales requeridos para la construcción del proyecto, este archivo es generado por “material.lsp”.

3.2.2.6 PERFIL.PID

Archivo que contiene el perfil de voltaje obtenido al correr la aplicación "flujorad.exe".

3.2.2.7 SUMARIO.PID

Archivo que contiene datos globales como potencia de entrada, potencia de la carga y los capacitores y perdidas totales por fase obtenido al correr la aplicación "flujorad.exe".

3.2.2.8 INICIAL.TXT

Archivo generado por el programa "datentra.lsp" y que contiene los datos necesarios para la corrida de la aplicación "cortocir.exe".

3.2.2.9 GEOME.DAT

Archivo que contiene las características geométricas de las secciones del alimentador de acuerdo al número de tipos de circuitos que es resultado de la corrida de "cortocir.exe".

3.2.2.10 IFALLA.DAT

Archivo que contiene las magnitudes de las corrientes de falla de las secciones del alimentador que es resultado de la corrida de "cortocir.exe".

3.2.2.11 IMPED.DAT

Archivo que contiene las impedancias de secuencia y fase en [ohm/Km] del alimentador de acuerdo al número de tipos de circuitos que es resultado de la corrida de "cortocir.exe".

3.2.2.12 IMSEC.DAT

Archivo que contiene las impedancias de secuencia de cada una de las secciones del alimentador que es resultado de la corrida de "cortocir.exe".