



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACION

**" APLICACION DEL PROGRAMA CABLECAD AM/FM AL SISTEMA DE
DISTRIBUCION DE LA EMPRESA ELECTRICA DE LA PENINSULA DE
SANTA ELENA "**

TOPICO DE GRADUACION

Previa a la obtención del TITULO de

INGENIERO ELECTRICO

ESPECIALIZACION: POTENCIA

DIRECTOR DE TOPICO: ING. JUAN SAAVEDRA M.

Presentada por:

**ARAGUNDI RODRIGUEZ JORGE
LAMA MAYORGA WASHINGTON
PONCE VALVERDE MA. ANTONIETTA**

Guayaquil - Ecuador

1 9 9 6

DECLARACION EXPRESA

“ La responsabilidad por los hechos, ideas expuesta en este informe de t3pico de graduaci3n, corresponden exclusivamente a los integrantes antes mencionados; y el patrimonio intelectual de la misma , a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.”

(Reglamento de Ex3menes y T3tulos Profesionales de la ESPOL)

Jorge Aragundi Rodriguez.

Washington Lama Mayorga.

Ma. Antonietta Ponce Valverde

AGRADECIMIENTO

Nuestra gratitud al Ing. Juan Saavedra M., por su apoyo moral y orientación técnica desinteresada y efectiva, ya sea como Director de Tópico, como Maestro o como Amigo, por habernos guiado en la etapa final de nuestra carrera.

Al Ing. Fernando Gonzales, al amigo, por su sincera contribución con sus sabios consejos y su experiencia que impulsaron grandemente a la realización de este trabajo.

Nuestro reconocimiento a ambos.



AUTOMATIZACION DE EMPRESAS ELECTRICAS

Aplicación del Programa Cablecad AM/FM al
Sistema de Distribución de la Empresa Eléctrica de
la Península de Santa Elena.

Aplicación del Engen

Prólogo

El objetivo de este informe, es difundir conceptos teóricos de un programa de Ingeniería Eléctrica como es el Cablecad, así como la aplicación de tres programas en especial : Caída de Voltaje, TLM y AC Voltaje Dip a un caso real como es el de una línea de 13.8 KV correspondiente al Sistema de Distribución de la Empresa Eléctrica de la Península (EMEPE). El ejemplo de un sector del Sistema de EMEPE ilustra plenamente los principios básicos que el estudiante puede aplicar. Estos principios conducen a la comprensión de Sistemas de Potencia mucho más extensos que proveen los requisitos de energía exigidos por la sociedad actual. Con este comienzo quedan sentadas las bases para continuar desarrollando este versátil y útil programa.

En la primera parte se analiza el menú Engen que contiene las opciones para el análisis de Sistemas de Distribución, con una breve descripción de los mismos. Luego se presenta una descripción del Sistema de Distribución de la Empresa Eléctrica de la Península (EMEPE), desde el punto de vista operacional y técnico, para un conocimiento general del mismo.

El segundo capítulo se refiere al estudio de los programas utilizados por CABLECAD para el análisis de Ingeniería de un Sistema de Distribución, hacemos un estudio breve de los mismos que permitirán comprender los resultados del procesamiento de la información.

En la tercera parte se presenta la formulación matemática de los programas descritos en el capítulo II, con el propósito de comprobar mediante el procesamiento manual los resultados que de forma automática muestra el programa al ejecutar las opciones respectivas.

En el capítulo IV se realiza la aplicación del programa ENGEN al Sistema de Distribución de EMEPE, indicando la forma como se obtuvo la información y el procedimiento seguido para el ingreso de dicha información, ingresando primero el Landbase (Cartografía), señalando los pasos seguidos para tal efecto, luego se indica el procedimiento seguido para el ingreso del Sistema de Distribución y la información comercial requerida. Al final de este capítulo se presenta el procesamiento de la información tanto manual como los resultados arrojados por el programa Cablecad.

Finalmente en el capítulo V se mencionan algunos puntos que deben considerarse para la utilización óptima de la Aplicación a los Sistemas de Distribución y se dan algunas recomendaciones para utilizar de manera más eficiente la Librería que posee para las diferentes aplicaciones del mismo.

Tabla del Contenido

Prólogo	i		
CAPÍTULO 1		CAPÍTULO 4	
Introducción a la Automatización de Empresas Electricas.		Aplicación.	
1.1 Introducción	1	4.1 Aplicación al Sistema de Distribución de EMEPE	38
1.2 Aplicación a la Ingeniería de la Distribución Electrica del programa CABLECAD	1	4.2 Ingreso de Información	38
1.3 Sistema de Distribución de la Empresa Eléctrica de la Península	5	4.2.1 Ingreso de Cartografía	39
		4.2.2 Ingreso del Sistema de Distribución	42
		4.2.3 Ingreso de la Información Comercial	45
		4.3 Procesamiento de la Información	45
		4.3.1 Procesamiento manual.	46
		4.3.2 Resultados de Cablecad.	55
CAPÍTULO 2		CAPÍTULO 5	
El programa Cablecad.		Conclusiones y Recomendaciones.	
2.1 Análisis Teórico de la Ingeniería del Sistema de Distribución de Cablecad	3	5.1 Conclusiones	58
2.2 Caída de Voltaje	14	5.2 Recomendaciones	60
2.3 AC Voltage Dip	23		
2.4 TLM	27		
CAPÍTULO 3		A N E X O S	
Formulación Matemática y Análisis de Ingeniería.		Anexo 1 : Conversión DXF.	61
3.1 Determinación de la caída de Voltaje de la red de Distribución.	32	Anexo 2 : Configuración del Plotter	64
3.2 Determinación del Reporte del AC Voltage Dip	34	Anexo 3 : Procedimiento para imprimir.	65
3.3 Administración de Carga de los transformadores (TLM)	35	Anexo 4 : Bases teóricas de la formulación que utiliza el programa Cablecad para realizar el cálculo de Caída de Voltaje.	67
		Anexo 5 : Diagrama Unifilar del Sistema Emepe.	69
		Anexo 6 : Red de Aplicación.	70

Introducción a la Automatización de Empresas Eléctricas

1.1 Introducción

Para aplicaciones de Potencia, CABLECAD (P) tiene distintos modos de operación. Es un macrolenguaje de instrucciones usado para codificar comandos de usuarios definidos (UDC's).

Las variables de Enghouse incluyen arreglos, sistemas de variables, y variables de usuarios. Una función computa una serie de operaciones y regresa el valor computado. Las funciones de Enghouse comienzan con un signo de porcentaje (%) y no contienen espacios.

En resumen, los elementos comando-lenguaje permite construir al usuario sus propios programas definidos, ó UDC's, los cuales se ejecutan de acuerdo a sus especificaciones. Se crean UDC's en un editor de texto ASCII y luego se compilan. Al compilar los UDC's se crean los archivos con extensión UCC's. Normalmente se personaliza los menús de CABLECAD - los existentes ó nuevos menús - con sus UDC's, de esta manera estos comandos pueden ser seleccionados y ejecutados cada vez que se necesiten durante una sesión de CABLECAD.

1.2 APLICACION A LA INGENIERIA DE LA DISTRIBUCION ELECTRICA DEL PROGRAMA CABLECAD

Menú Engen.

En la opción ENGEN se hallará una nueva imagen de algunos menús de pantalla. El menú típico que aparece en el lado izquierdo de la pantalla, contiene comandos específicos de operación, mientras que a lo largo de la parte superior de la pantalla se observa una barra que contiene de 5 a 6 menús. Estos menús están provistos de una serie de comandos.

Cuando se inicia la opción ENGEN, se visualizará un menú en el lado izquierdo de la pantalla, presentando estas opciones: ELECTRIC, LAND FEATURES y MAP ACCESS. Al seleccionar uno de estos comandos se ingresa una serie de submenús del sistema, dentro de los cuales se puede escoger diferentes niveles de menús. Se puede presionar < ESC > para regresar a través del menú principal (Se puede continuar presionando < ESC > para salir de CABLECAD).

Menú Electric

El menú ELECTRIC contiene opciones para crear, dibujar, editar, indagar y hacer reportes eléctricos. Contiene una librería de gráficos estándares los cuales se pueden insertar en gráficos detallados. El menú ELECTRIC DISPATCH contiene opciones para realizar operaciones de switcheo en redes eléctricas largas. El menú ELECTRIC ENGINEERING tiene opciones para realizar análisis y funciones de ingeniería.

Electric Engineering

Este comando pone en pantalla otro menú el cual nos da las herramientas necesarias para revisar el diseño de red, así como realizar cálculos varios como caída de voltaje.

Ac Voltage Dip

Este comando permite calcular y mostrar el porcentaje de la caída de voltaje cuando se prende el aire acondicionado o un motor, para un usuario determinado. El programa que realiza este cálculo se llama ACVOLTAGE.UDC y los pasos que sigue para realizar el cálculo son los siguientes.

Circuit Trace

Este comando pone en pantalla un menú que va a permitir hacer distintos trazados de la red.

Trace Forward

Este comando resalta un circuito primario y pide para iniciar un punto en el cable primario que se desea resaltar, luego pregunta si desea cambiar el tamaño de la ventana para hacer todo el circuito visible.

Trace Backward

Este comando resalta el circuito primario hacia la fuente (subestación) y pide para iniciar un punto en el cable primario que se desea resaltar. Además presenta un reporte del trazado, el cual consta de datos, como por ejemplo:

- El número de transformadores encontrados en el camino.

- Número y nombre de la subestación a la cual llega.
- Voltaje primario.
- Voltaje secundario.
- Longitud total del recorrido en pies, desde el punto que se selecciono hasta la subestación.
- Y otros datos de interes. Esto lo realiza el programa TRACEUPS.UDC.

TraceDownstart

Este comando resalta el circuito primario hacia el receptor (usuario) y pide para iniciar un punto en el cable primario que se desea resaltar. Además presenta un reporte del trazado, el cual consta de datos, como por ejemplo:

- El número de transformadores conectados.
- El número de usuarios conectados.
- Los KW y los KWH.
- La longitud total del recorrido en pies.

Estos datos los presenta en pantalla para cada fase. El programa que realiza esto es el TRACEDOW.UDC.

TraceUnd

Este comando hace el trazado de un cable primario bajo tierra hasta que encuentra uno de los siguientes elementos, gabinete de switches abiertos o cerrados, cable aéreo primario o punto abierto bajo tierra.

Minimum Clearance

Este comando nos permite determinar la distancia vertical u horizontal mínima entre el cable seleccionado y un elemento de la cartografía. El programa que ejecuta esto es el MINIMUNC.UDC.

Motor Start

Este comando calcula la caída de voltaje en el transformador cuando el usuario carga el circuito, o cuando se conecta un motor a la línea, o con la suma de ambas. El programa que realiza este cálculo se llama MOTORSTA.UDC, el cual llama al programa ACVOLTAGE.UDC que fue explicado anteriormente.

Profile Customer

Este comando muestra un diagrama de curvas del perfil de consumo (Kwh vs mes) de un usuario determinado durante el año, siempre y cuando se almacene esta información en los respectivos registros del usuario. El programa que ejecuta esto es el PROFILEC.UDC, el cual utiliza los datos de consumo mensual ingresados para el usuario respectivo.

Profile Transformer

Este comando muestra diagramas de curvas del perfil de consumo (Kwh vs mes) de los usuarios que están conectados a un determinado transformador, así también nos muestra un diagrama del consumo promedio de dicho transformador durante el año, siempre y cuando se almacene esta información en los respectivos registros de los usuarios. El programa que ejecuta esto es el PROFILET.UDC, el cual utiliza los datos de consumo mensual ingresados para los usuarios respectivos.

TLM

Este comando presenta un listado de las características del transformador que ha sido seleccionado, estas son:

- Voltaje primario.
- Voltaje secundario.
- Fase.
- Impedancia.
- y el número de clientes los cuales están conectados a este.

Así también presenta un listado del cálculo de:

- Demanda promedio.
- Demanda pico.
- Factor de coincidencia.
- Factor de utilización.
- Factor de carga.
- Factor de pérdidas.

El programa que ejecuta estos cálculos se llama TLM.UDC.

Swicht device

Este comando permite cambiar el estado de los switches de abierto a cerrado y viceversa.

Voltage Drop

Este comando nos permite calcular la caída de voltaje en los tramos de línea que conectan a un transformador con los usuarios conectados a este, además nos presenta un reporte donde se pueden observar los resultados. El programa que realiza este cálculo y reporte es el VOLTAGED.UDC

1.3 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE LA EMPRESA ELECTRICA DE LA PENINSULA (EMEPE).

1.3.1 Descripción del Sistema.

El Sistema de la Empresa Eléctrica Santa Elena está ubicada en la Península Santa Elena, cubriendo una área de servicio que incluye las poblaciones de Salinas, Libertad, Playas, Santa Elena y está limitando al norte con la población La Entrada colindando con Manabí, al este hasta la población de Chongón en el Km 26 vía la Costa. El Sistema no se abastece por lo que se está interconectado desde la S/E Santa Elena 138/69 KV del SIN. En total existen dos S/E de 138/69 KV, trece S/E de 69/13.8 KV, y una de 69/2.4 KV. En las tablas siguientes se indica el listado de la S/E, además la lista de las líneas de distribución de 69 KV.

Líneas de Distribución de 138 KV

ITEM	DESDE	HASTA	LONG KMIS	CONDUCTOR AWG
1	Pascuales	El Morro	90	397.5 MCM ACSR
2	Pascuales	Sta. Elena	107	397.5 MCM ACSR
TOTAL			197	

Líneas de Distribución de 69 KV

En el Anexo 4 se presenta el diagrama unifilar de la Empresa Eléctrica de la Península, las mismas que son las que siguen:

ITEM	DESDE	HASTA	LONG KMTS	CONDUCTOR AWG
1	Posorja	El Morro	16	312.8 MCM 5005 AAC
2	El Morro	Cerecita	43	312.8 MCM 5005 AAC
3	El Morro	Playas	4.5	312.8 MCM 5005 AAC
4	Sta. Elena	Seacoast	-	312.8 MCM 5005 AAC
5	Sta. Elena	Chanduy	16	394.5 MCM 5005 AAC
6	Sta. Elena	San Vicente	7.6	394.5 MCM 5005 AAC
7	Sta. Elena	La Libertad	-	394.5 MCM 5005 AAC
8	Sta. Elena	Colonche	-	312.8 MCM 5005 AAC
9	Colonche	Manglaralto	-	312.8 MCM 5005 AAC
10	La Libertad	Petropeninsula	0.45	2/0 AWG ACSR
11	La Libertad	Sta. Rosa	6.5	266.8 MCM AAC
12	San Vicente	Salinas	10	246.9 MCM 5005 AAC
13	Salinas	Chiripe	4.5	312.8 MCM 5005 AAC

Subestaciones

SUBESTACION	CAPACIDAD MVA	REACTANCIA %	CARGA KVA
Posorja	10/12.5	7.71	4857
El Morro	20/33	6.50	-
Playas	3.75	7.28	4708
Cerecita	5	6.87	1517
Santa Elena	40/60	5	-
Seacoast	55	8.65	-

Chanduy	3.35	7.28	2817
San Vicente	3.75	7.28	3511
Salinas	10/12.5	7.66	7140
Chipe	5	6.87	3435
La Libertad	10/12.5	7.5	11912
La Libertad 2	10	5.9	0
Santa Rosa	6	6.87	4744
Petropeninsula	2.5	7.06	306
Colonche	10/12.5	7.71	5962
Manglaralto	3.75	7.28	2574

1.3.2 Descripción Operacional del Sistema .

a. Datos estadísticos del Sistema EMEPE.

1. Potencia contratada al DOSNI para el año 1.994 fue de 60500 KW.

La diferencia entre la demanda tomada y la contratada es mínima y se tuvo que generar para no sobrepasar la energía contratada.

2. Demanda Máxima, Demanda Mínima y Factor de Carga

Los principales parámetros de demandas se resumen en la siguiente forma :

	PENINSULA	PLAYAS	TOTAL
Demanda Maxima KW	31.500	7.000	38.500
Demanda Media KW	13.700	3.100	16.800
Demanda Mínima KW	7.000	2.600	9.600
Factor de Carga	0,45	0,49	0,46

Se puede observar que lo proyectado es mayor a lo real debido a la postergación del ingreso de cargas muy importantes como INPECA (1,200 KW) y otras cargas industriales que ingresaron en el año 1994.

3. Porcentaje de utilización de la capacidad de las Subestaciones de EMEPE durante 1994

Con la demanda máxima registrada en el mes de Febrero de 1994 se obtuvieron los siguientes datos de carga y porcentaje de utilización en las Subestaciones de la Empresa.

SUBESTACION	CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	CARGA(KVA)	PORCENTAJE DE UTILIZACION %
La Libertad	10.000	8.969	89,69
Salinas	10.000	9.434	94,34
Santa Rosa	5.000	3.645	72,90
Chanduy	3.750	3.841	102,42
Colonche	10.000	5.102	45,61
Petrocomercial	3.000	150	5,63
Playas	3.750	3.869	114,29
Posorja	0.000	14.022	40,22
Cerecita	5.000	0	0
Posorja	20.000	7.891	39,50
Santa Elena	40.000	31.141	78,00

b. Pérdidas de potencia y energía de Emepa para 1994

b.1. Datos Estadísticos de Energía Producida y Vendida

Se puede resumir en los siguientes resultados:

DESCRIPCION	ENERGIA EN KWH	Porcentaje
Perdidas Totales Anuales en La Península	20'448.078	16,39
Perdidas Totales Anuales en Playas.	6'622.253	22,20
Perdidas Totales Anuales	27'070.331	17,51

Con respecto al año anterior existe una reducción de pérdidas del 5,33 %, 3,53 % en la Península, 12,32 % en Playas. Esto se ha debido principalmente al control de pérdidas negras realizada por el Area Comercial y las Obras de Infraestructura, como cambio de conductores de las Líneas actuales, instalación de nuevas Subestaciones, etc.

2. Pérdidas de Potencia de EMEPE Para el año de 1994

Para determinar las pérdidas de potencia se corrió un programa de flujo de carga del Sistema Eléctrico de la Empresa utilizando la condición de "MAXIMA DEMANDA DE CARNAVAL" con las cargas máximas en los alimentadores y subestaciones de la Empresa.

Como resultado se obtuvo que existen pérdidas de potencia que están en el orden del 4,45 % en las Líneas a 69 KV., en las Subestaciones reductoras y en las alimentadoras o líneas primarias de Distribución y en Distribución el 8,15 %. Por lo que las pérdidas de potencia totales ascienden al 12,60 % cuyo desglose se indica en el siguiente cuadro:

3. Pérdidas de Energía de EMEPE para el año 1994

En base a los datos estadísticos obtenidos de energía disponible y facturada (dato suministrado por Comercialización) hemos determinado las pérdidas totales de la Empresa y a su vez estas las hemos desglosado en cada uno de las partes del sistema eléctrico "PERDIDAS TECNICAS" y las Pérdidas Negras o "PERDIDAS COMERCIALES". En resumen podemos indicar que tanto las pérdidas técnicas como las pérdidas comerciales se redujeron en un 5,33 %.

A continuación se indican los valores obtenidos:

Perdidas de energía año 1994

Energía disponible	154'067.776 KWH
Energía facturada	126'997.445 KWH
Pérdidas de energía	27'070.331 KWH

c. Operaciones de los Reconectores de 13.8 KV. de las Subestaciones

Durante 1994 se registraron 2.792 operaciones de los reconectores de las Subestaciones de La Libertad (9 salidas), Salinas (5 salidas), Santa Rosa (4 salidas), Chanduy (3 salidas), Colonche (4 salidas) comparando con 1993 en que se produjeron 3.094 se han reducido en un 10,81 %, debido al aumento de los mantenimientos preventivos y lavado de aisladores en caliente que han dado buenos resultados.

En la División General Villamil Playas durante este año se registraron 813 operaciones, de las Subestaciones Playas (3 salidas), Posorja (4 salidas) y Cerecita (3 salidas) comparando con el año de 1993 que fueron de 981 operaciones ha habido una disminución del 20,6 %. Esto es debido a las mejoras realizadas en los principales alimentadores de Playas y Posorja, así como al mantenimiento preventivo realizado.

1. Datos Estadísticos de Energía Producida y Vendida

A continuación se presentan los cuadros de energía generada, comprada, autoconsumo, energía disponible y las pérdidas de energía mensuales en KWH y en % para la Península, Playas y totales para la Empresa.

De estos cuadros podemos resumir que se han obtenido los siguientes resultados:

DESCRIPCION	ENERGIA EN KWH	%
Perdidas Totales Anuales en La Península	20'448.078	16,39
Perdidas Totales Anuales en Playas	6'622.253	22,20
Perdidas Totales Anuales de La Empresa.	27'070.331	17,51

Con respecto al año anterior existe una reducción de pérdidas del 5,33 %, 3,53 % en la Península, 12,32 % en Playas. Esto se ha debido principalmente al control de pérdidas negras realizada por el Area Comercial y las Obras de Infraestructura, como cambio de conductores de las Líneas actuales, instalación de nuevas Subestaciones, etc.

1.3.3 INFORMACION REFERENCIAL SISTEMA COMERCIAL

La Empresa contaba con un total de 45.419 abonados; 36.615 en la Península y 8.794 en Playas clasificándose de la siguiente manera:

Abonados Totales Instalados hasta el 31 de Diciembre de 1994

TARIFA	AREA PENÍNSULA	AREA PLAYAS	TOTAL
Residenciales	28.443	6.984	35.437
Temporales	4.817	939	5.756
Comerciales	2.424	687	3.111
Industriales Artesanal	88	2	90
Alumbrado Servicio Comunitario	113	0	113
Beneficio Publico	227	60	287
Entidades Oficiales	117	28	145
Entidades Municipales	99	12	111
Bomba de Agua	32	11	43
Industrial con demanda	1320	30	162
Alumbrado Publico	3	2	5
Suministro ocasional	30	7	37
Autoconsumo Clubes	14	0	14
Asist. Social	15	3	18
Servicio Ocasional	8	0	8
Autoconsumo EMEPE	19	7	26
Comercial con Demanda	34	22	56
TOTAL	36.615	8.794	45.419

1.3.4 Automatización del Sistema de Distribución

En el año 1994 la Empresa adquirió el Sistema de Gerencia de Redes Cableada (P).

Este programa computacional permitirá en corto, mediano y largo plazo automatizar el sistema eléctrico de la Empresa.

En resumen podemos indicar que se efectuaron los siguientes pasos para la implementación total de este programa en la Empresa:

- a) Creación e ingreso de planos o mapas geográficos de toda la Región.
- b) Diagramación e ingreso de datos de las Redes Eléctricas de alta y baja tensiones, con subestaciones, transformadores, luminarias y acometidas de los clientes, pudiendo ser estos aéreos o subterráneos.
- c) Simulación de maniobras en los diferentes elementos de un Sistema de Distribución que incluyen desde la Subestación hasta el usuario final.
- d) Determinación de parámetros de regulación de voltaje, carga de transformadores, carga de alimentadores y ramales primarios.
- e) Extracción de una parte del mapa para utilizar en diseños.
- f) Valoración de cada uno de los elementos del Sistema de Distribución.
- g) Localización de cualquier elemento del sistema de Distribución.

El Programa CABLECAD

2.1 Análisis Teórico de la Ingeniería del Sistema de Distribución de Cablecad.

El presente capítulo trata de la aplicación directa del comando ENGINEERING del menú ENGEN, de las cuales las aplicaciones específicas que analizaremos son las siguientes :

- VOLTAGED DROP
- TLM
- AC VOLTAGE DIP

Cada uno de estos programas se encuentran archivados en los siguientes directorios, respectivamente :

D:\ENGEN\ELECTRIC\SOURCE\VOLTAGED.UDC

D:\ENGEN\ELECTRIC\SOURCE\TLM.UDC

D:\ENGEN\ELECTRIC\SOURCE\ACVOLTAG.UDC

El primero de estos programas calcula las caídas de voltaje en cada uno de los ramales de un sistema de potencia específico, presentándonos un reporte de las mismas con sus respectivas corrientes y longitudes. El programa TLM en cambio presenta un reporte del transformador seleccionado, dándonos resultados de factores de demanda, coincidencia, etc. AC VOLTAGE DIP presenta datos de caída de voltaje debido a una carga que tiene motores y acondicionadores de aire.

A continuación se presentan diagramas de flujo, resúmenes de comandos y funciones usadas, formulación de cálculos de cada una de estas aplicaciones. Luego para confirmar el análisis teórico se presentará una comprobación manual de dichos cálculos.

2.2 Caída de Voltaje

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA : VOLTAGED.UDC

El programa VOLTAGED.UDC es utilizado para determinar la caída de voltaje de cada uno de los consumidores que se conectan a un transformador de distribución, o a un banco de transformadores. También permite calcular la caída de voltaje que se produce cuando se pone en marcha un motor.

El programa comienza definiendo una serie de variables globales y locales que serán utilizados en la ejecución del mismo. Posteriormente realiza la lectura de los datos del archivo ENGEN.INI del factor de potencia, factor de caída del motor, del factor de conversión de unidades y del LOKET_ROOT_AMP; si alguno de estos datos no está especificado en el archivo ENGEN.INI el programa envía un mensaje de error y termina la ejecución del mismo.

Después de inicializar algunas variables para las iteraciones internas del programa, éste puede seleccionar el transformador al cual están conectados los abonados cuya caída de voltaje se desea conocer. Aquí el programa reconoce si el transformador seleccionado es de distribución monofásico o un banco de transformadores para leer los datos de voltaje primario, secundario y capacidad; %IR y %IX de la tabla XFMRDATA.DAT.

Para una capacidad del banco que no conste en esta, pero este validado en el archivo ENGEN.DAT los valores de %IR y %IX son cero.

Luego elabora el formato de salida para los archivos VDRPCUST.OUT, VDRPMOTR.OUT y VDRPSMRY.OUT que contendrán los resultados de las caídas de voltaje para el transformador seleccionado debido a los abonados, a los motores, o por ambas cargas.

A continuación se realiza la acumulación de información de las cargas para lo cual primero se realiza un recorrido de toda la traza a seguir; se lleva a cabo la conversión de cada tramo del circuito a colores y al mismo tiempo se toman los datos de la longitud, resistencia y reactancia de la línea, la carga del motor y de los acondicionadores de aire, de los abonados, luego realiza los cálculos de la caída de voltaje en cada tramo de la línea utilizando la formulación descrita en 2.1; 2.2; y , 2.3, para generar la tabla 1, 2 y 3 respectivamente, la demostración de la consistencia de los resultados lo podemos encontrar en el numeral 3.

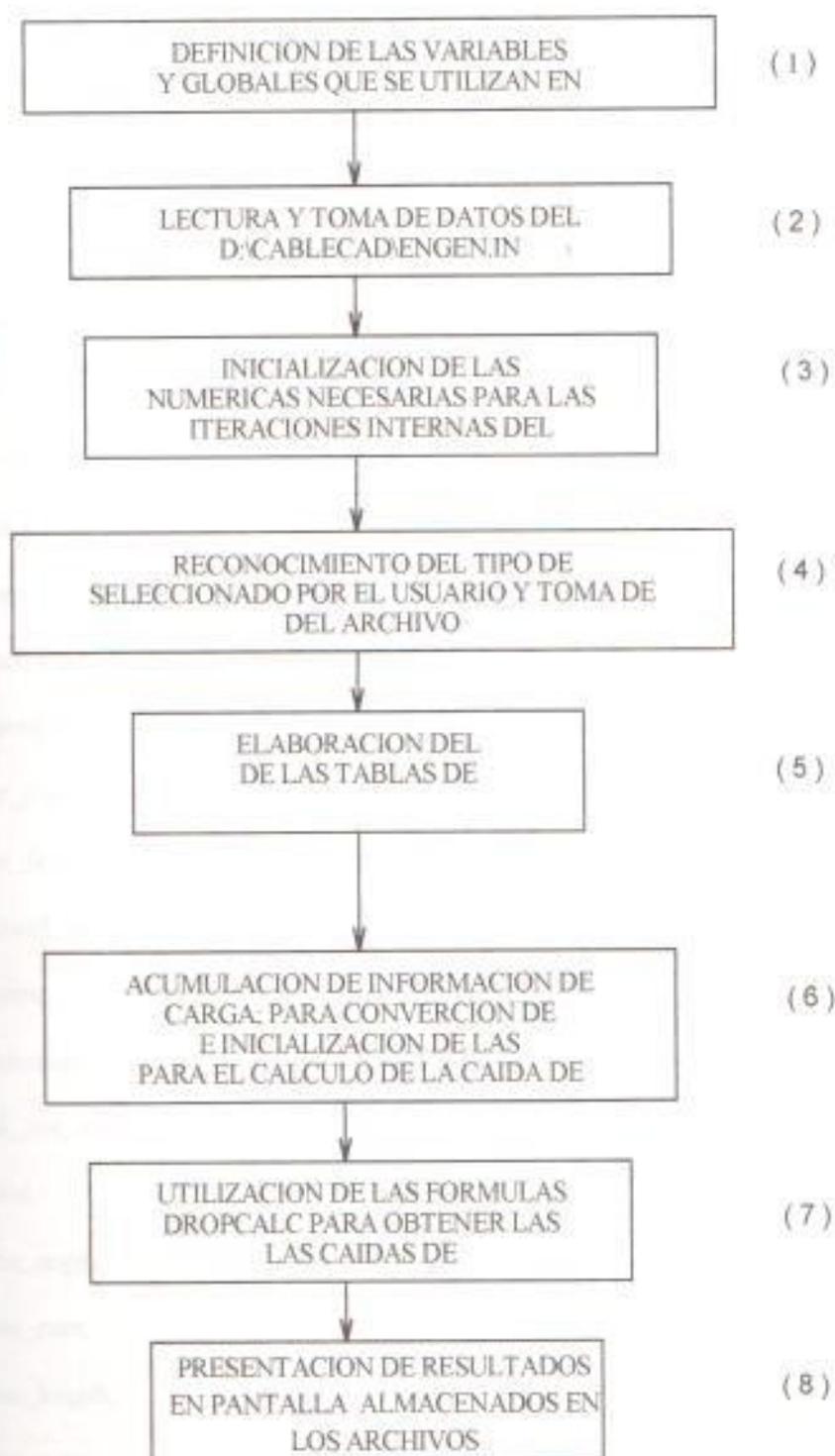
La presentación de resultados es el final de todos los cálculos de la subrutina DROPCALC.

El programa además presenta dos subrutinas importantes que son: COLOR_CONVERT que tiene un máximo de 15 colores para los tramos de línea que va recorriendo y FIND_RESIST_INDUCT que se encarga de reconocer si el conductor es de cobre o de aluminio, para leer los datos de resistencia e inductores de las tablas COPPER.TXT Y ACSR.TXT respectivamente.

En esta parte del programa se realizó un cambio del factor de conversión ya que originalmente los valores de resistencia y reactancia se expresan en (Ω /pies), con el factor de 5280; para obtener estos valores en (Ω /m), el factor es 1609.

Aquí es necesario resaltar que el programa CABLECAD lee unidades gráficas y estas pueden interpretarse como metros o como pies (dependiendo del factor de conversión); en nuestro caso asumimos que una unidad gráfica es igual a un metro por lo que el factor de conversión es uno .

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROGRAMA VOLTAGED.UDC



BLOQUE 1

En general las variables @, se definen como globales, locales y pueden ser numéricas, texto, alfanumérica o fecha:

global(@Gmotr_start,	'NUMERIC')
global(@tabdir,	'TEXT')
local(@skip_it,	'NUMERIC')
local(@base_imped,	'NUMERIC')
local(@bl[2],	'NUMERIC')
local(@branch,	'NUMERIC')
local(@cload[15],	'NUMERIC')
local(@color_num,	'NUMERIC')
local(@conv_to_feet,	'NUMERIC')
local(@cust_load,	'NUMERIC')
local(@dims[2],	'NUMERIC')
local(@err_flag,	'NUMERIC')
local(@file_line,	'NUMERIC')
local(@found_service,	'NUMERIC')
local(@index,	'NUMERIC')
local(@inductance,	'NUMERIC')
local(@lck_rot_amp,	'NUMERIC')
local(@level,	'NUMERIC')
local(@line_angle,	'NUMERIC')
local(@line_curr,	'NUMERIC')
local(@line_length,	'NUMERIC')
local(@line_num,	'NUMERIC')
local(@mload[15],	'NUMERIC')
local(@motor_load,	'NUMERIC')

local(@motor_pfact,	'NUMERIC')
local(@motor_vdrop,	'NUMERIC')
local(@ngf_nbr,	'NUMERIC')
local(@old_win_bl[2],	'NUMERIC')
local(@old_win_tr[2],	'NUMERIC')
local(@p1,	'NUMERIC')
local(@p2,	'NUMERIC')
local(@p3,	'NUMERIC')
local(@p4,	'NUMERIC')
local(@p5,	'NUMERIC')
local(@p6,	'NUMERIC')
local(@p7,	'NUMERIC')
local(@p8,	'NUMERIC')
local(@p9,	'NUMERIC')
local(@p10,	'NUMERIC')
local(@pcent_resist,	'NUMERIC')
local(@phi,	'NUMERIC')
local(@pcent_react,	'NUMERIC')
local(@pcent_vdrop[6],	'NUMERIC')
local(@primry_volt,	'NUMERIC')
local(@pt1[2],	'NUMERIC')
local(@pt2[2],	'NUMERIC')
local(@pwr_factor,	NUMERIC)
local(@recalc[15],	'NUMERIC')
local(@resistance,	'NUMERIC')
local(@root3,	'NUMERIC')

local(@secnd_volt,	'NUMERIC')
local(@splice_ngf,	'NUMERIC')
local(@sw_length,	'NUMERIC')
local(@swlen[15],	'NUMERIC')
local(@t,	'NUMERIC')
local(@tot_cload,	'NUMERIC')
local(@tr[2],	'NUMERIC')
local(@txtdist,	'NUMERIC')
local(@vdrop,	'NUMERIC')
local(@vdrop_motor,	'NUMERIC')
local(@volt_drop,	'NUMERIC')
local(@vold[15],	'NUMERIC')
local(@vold_motor[15],	'NUMERIC')
local(@w,	'NUMERIC')
local(@win_bl[2],	'NUMERIC')
local(@win_center[2],	'NUMERIC')
local(@win_dims[2],	'NUMERIC')
local(@win_tr[2],	'NUMERIC')
local(@x_diff,	'NUMERIC')
local(@xfmr_cdrop,	'NUMERIC')
local(@xfmr_epcnt,	'NUMERIC')
local(@xfmr_mdrop,	'NUMERIC')
local(@xfmr_mpcnt,	'NUMERIC')
local(@xfmr_ngf,	'NUMERIC')
local(@xfmr_prcnt,	'NUMERIC')
local(@xfmr_size,	'NUMERIC')

```

local( @xfmr_vdrop,          'NUMERIC')
local( @xpvolt,             'NUMERIC')
local( @xsize,              'NUMERIC')
local( @xsvolt,             'NUMERIC')
local( @y_diff,             'NUMERIC')
local( @color_name,         'TEXT' )
local( @inline,             'TEXT' )
local( @lnumber,            'TEXT' )
local( @msg39,              'TEXT' )
local( @pfe_acsr_txt,       'TEXT' )
local( @pfe_copper_txt,     'TEXT' )
local( @pfe_custload_dat,   'TEXT' )
local( @pfe_vdrpcust_out,   'TEXT' )
local( @pfe_vdrpmotr_out,   'TEXT' )
local( @pfe_vdrpsmry_out,   'TEXT' )
local( @pfe_xfmrdata_dat,   'TEXT' )
local( @temp_dir,           'TEXT' )
local( @tmp_txt,            'TEXT' )
local( @wite_size,          'TEXT' )
local( @wsize,              'TEXT' )
local( @wt,                 'TEXT' )

```

BLOQUE 2-

Los datos leídos del ENGEN.INI son:

- POWER FACTOR DROP.
- POWER FACTOR MOTOR.

- LOCKET ROOT AMPS.
- BASE UNIT TO FOOT CONV FACTOR.

BLOQUE 3.

Las variables inicializadas son:

```

@line_num = 0
@err_flag = 0
@level = 0
@found_service = 0
@pass = 1
@color_num = 1
@tot_cload = 0
if ( @Gmotr_start = 1)
@tot_mload = 0
endif
@root3 = %sqrt(3)
@win_tr[1] = 0
@win_tr[2] = 0
@win_bl[1] = 0
@win_bl[2] = 0

```

BLOQUE 4.

En este bloque se define:

- Nivel de voltaje primario.
- Nivel de voltaje secundario.
- Transformador de distribución.

- Banco de transformadores.
- Porcentaje Ir.
- Porcentaje Is.

BLOQUE 5.

Se establece formato de las tablas a presentarse :

```
textfile('W',")
```

```
textfile('W','          Voltage  Total Current')
```

```
textfile('W','          Wire      Dmd     Drop  V. Drop  Flow')
```

```
textfile('W','Line  Color  Type  Length (KW)  (%)  (%)  (Amps)')
```

```
textfile('W','-----  -----  ---  ---  ---  -----  -----  -----')
```

BLOQUE 6.

Este bloque realiza un seguimiento de todo el circuito a calcular para acumular la información de todas las cargas para la cual hace uso de las subrutinas:

- CONVER COLOR
- FIND RESIST INDUCT

Al mismo tiempo realiza el cálculo de la caída de voltaje en el tramo de la línea trazado con las fórmulas de DROPALC.

BLOQUE 7.

Aquí se realiza los cálculos de la caída de voltaje en cada tramo de la línea utilizando la formulación descrita en la sección 3.1, para generar las tablas 4.2 y 4.3.

BLOQUE 8.

Presenta los resultados de la pantalla y estos los encontramos almacenados en los archivos de salida:

```
D:\ CABLECAD \ VDRPCUST.OUT
```

```
D:\ CABLECAD \ VDRPMOTOR.OUT
```

```
D:\ CABLECAD \ VDRPSMRY.OUT
```

2.2 Análisis de AC Voltaged Dip

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA : ACVOLTAGED:UDC

Este programa evalúa el porcentaje de caída de voltaje total que se produce desde las bobinas del transformador o banco de transformadores hasta el equipo eléctrico ubicado en la residencia del abonado. Este procedimiento a su vez se lo realiza en cuatro pasos relacionados con los seis bloques del diagrama que se presenta luego del análisis, para lo que hacemos uso de las siguientes fórmulas técnicas que el programa usa para obtener los resultados.

Según la fórmula (1) que se presenta en el artículo 3.2, hace uso de las variables MOTOR DEMAND y AIRCOMD LOAD las cuales se encuentran como registros de la base de datos BROWSE en la cual se encuentra toda la información del abonado. MOTOR DMD .- Realiza la conversión de potencia en KW a HP usando la fórmula (1).

Luego de realizar la conversión el programa utiliza las fórmulas 2 y 3 que también está en el artículo 3.2, para comprender el significado y uso de las mismas definimos cada una de las variables y constantes que son utilizadas.

PCNT VDP A

Porcentaje de caída de voltaje debido a los acondicionadores de aire.

PCNT VDP M

Porcentaje de caída de voltaje debido a la carga de motores.

C1

Es la resistencia de la línea en (Ω / uni. de long.), debido a la carga de los acondicionadores de aire y que dependen del diámetro del conductor desde los terminales de baja del transformador hasta el equipo eléctrico que corresponde a la base de datos en el registro VDCOMP.TXT , que es una tabla de datos del NEC.

C2

Es la resistencia de la línea en (Ω / uni. de long.), debido a la carga de los motores eléctricos y que dependen del diámetro del conductor desde los terminales de baja del transformador hasta el equipo eléctrico que corresponde a la base de datos en el registro VDCOMP.TXT, que es una tabla de datos del NEC.

T1

Es el porcentaje de caída de voltaje en las bobinas del transformador debido a la carga de acondicionadores de aire que están en la base de datos del registro VDX FMR.TXT, que es una tabla de NEC.

T2

Es el porcentaje de caída de voltaje en las bobinas del transformador debido a la carga de motores que están en la base de datos del registro VDX FMR.TXT, que es una tabla de NEC.

Adicionalmente las fórmulas 2 y 3 del artículo 3.2, son inicializadas en cero de la siguiente manera:

- @PCNT VDIP A = 0
- @PCNT VDIP M = 0

El programa entra en un bucle repetitivo donde realiza la suma de productos de la longitud de cada tramo desde el transformador hasta el equipo por la constante (C1) si se trata de acondicionadores de aire, o (C2) si se trata de motores y divide por cien para tener en porcentaje,

- [@ C1 * @ LENGTH / 100]
- [@ C2 * @ LENGTH / 100]

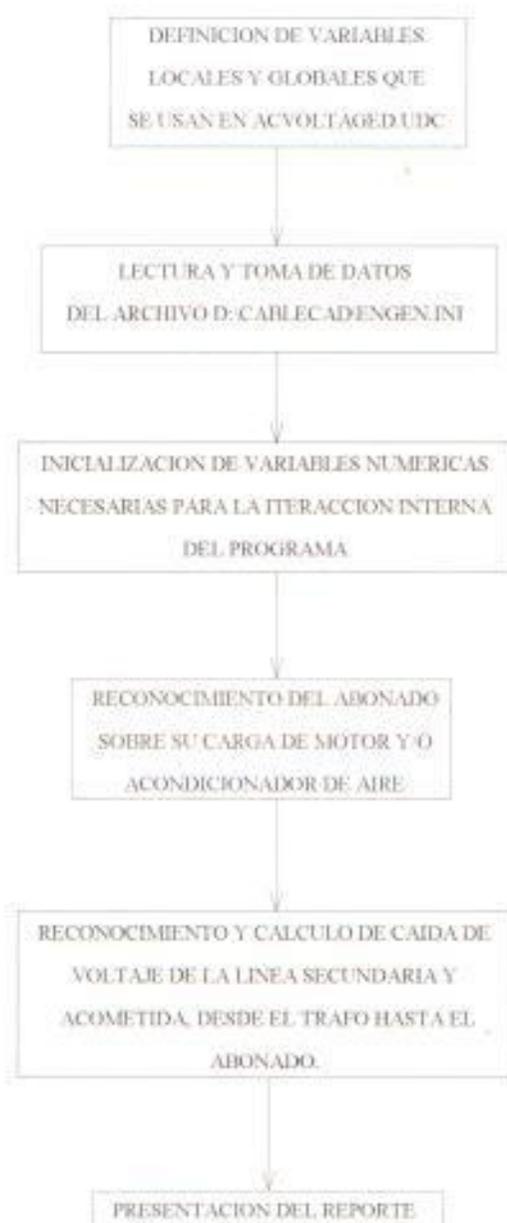
Posteriormente evalúa el porcentaje de caída de voltaje total desde el transformador hasta el equipo para lo cual hace uso de las fórmulas 4 y 5 del artículo 3.2, donde tanto la variable @PCNT VDIP A y @PCNT VDIP M se van actualizando de acuerdo al programa.

De esta forma la suma de la variable y constante que estructuran las fórmulas 4 y 5 del artículo 3.2, el programa determina el porcentaje de caída de voltaje desde el transformador hasta el equipo sin considerar aún la carga del mismo.

Finalmente el programa hace uso de las fórmulas 6 y 7 del artículo 3.2, para obtener el porcentaje de caída total considerando la carga de los equipos.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROGRAMA

ACVOLTAG.UDC



2.3 Análisis de TLM

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA : TLM.UDC

Este programa realiza los cálculos de los siguientes parámetros:

- Factor de utilización
- KVA ajustados
- Demanda Promedio
- Demanda Pico
- Factor de coincidencia
- Factor de carga
- Factor de pérdidas
- KWHR ajustables

Para ello pide la selección de un transformador de distribución o un banco de transformadores.

Las líneas alimentadas por el transformador seleccionado se puede visualizar en la pantalla porque el programa hace que se tomen amarillas .

Para realizar los calculos obtiene los datos de carga de todos los abonados.

Toma como máximo pico el mes de mayor carga. La carga promedio la obtiene sumando la carga de los doce meses del año y los divide para 12.

Luego de definir las variables de salida obtiene los datos del transformador seleccionado para realizar los calculos y por último muestra los resultados en la pantalla junto con los datos del transformador.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROGRAMA TLM.UDC



BLOQUE 1

En este bloque las variables definidas son:

```
global( @main_dir, 'text')
```

```
global( @tabdir, 'text')
```

```
global( @datdir, 'text')
```

```
removemenus()
```

```
@numcust = 0
```

```
@kwhsum = 0
```

```
@kwhtotal = 0
```

```
@rating = 0
```

```
@dtkva = 0
```

```
@cf = 0
```

```
@report = 0
```

```
@cfac = 0
```

```
@file_status = 0
```

```
@p1 = 0
```

```
@p2 = 0
```

```
@p3 = 0
```

```
@p4 = 0
```

```
@p5 = 0
```

```
@p6 = 0
```

```
@p7 = 0
```

```
@p8 = 0
```

```
@p9 = 0
```

```
@p10 = 0
```

```
@p11 = 0
```

```
@p12 = 0
```

```
@peak = 0
```

```
@kva = 0
```

```
@kvab = 0
```

```
@kvac = 0
```

```
textcopy( @tmp_txt, 'text')
```

```

textcopy( @file, 'text')
textcopy( @line, 'text')
textcopy( @tmpfile, "")
textcopy( @coinf_out, "")
textcopy( @err_text1, "")
textcopy( @err_text2, "")
textcopy( @efile, 'error.log')
removemenus()

```

BLOQUE 2

Al seleccionar el transformador o banco de transformadores el programa verifica la relación padre hijo para seguir la traza asignándole color amarillo a las líneas alimentadas por el transformador seleccionado.

BLOQUE 3

- Obtiene los datos de carga mensual de los abonados.
- Identifica el mes de mayor carga y lo toma como la carga pico máximo.
- Realiza la suma de toda la carga de los doce meses y los divide para 12 asignando este valor como KWH promedio.

BLOQUE 5

Definición de las variables de salida:

```

textformat( @coinf_out, '%-7.3f', @cf) /* Coincidence factor */
textformat( @avmaxd_out, '%-7.3f', @avmaxd) /* Average max diversified */
textformat( @cumd_out, '%-7.3f', @cumd) /* Cumulated diversified */
textformat( @ldf_out, '%-7.3f', @ldf) /* Load Factor */
textformat( @lsf_out, '%-7.3f', @lsf) /* Loss Factor */
textformat( @prfd_out, '%-7.3f', @prfd) /* Peak Responsibility */

```

Carga los datos del transformador para presentarlos en pantalla.

BLOQUE 6 -

Presenta la tabla de resultados. Esta tabla muestra información referente al transformador indicando lo siguiente : número del transformador, voltaje primario, voltaje secundario, fase al que está conectado, manufactura, su impedancia, número de clientes, demanda calculada y típica, demanda máxima calculada, factor de coincidencia, factor de utilización , factor de carga, factor de pérdidas, los kva conectados, los kva ajustados, los kwhr conectados y los kwhr ajustados. los valores han sido calculados mediante los procedimientos que realiza internamente el programa y que fueron explicados anteriormente.

Formulación Matemática y Análisis de Ingeniería.

3.1 Voltaged Drop

3.1.1 Determinación de la Caída de Voltaje de la Red de Distribución debido a la Carga de Abonados.

La demanda en KW desde un punto es la suma de los abonados mirados desde ese punto y se calcula con la siguiente fórmula:

$$P1 = (CUST_LOAD * 1000) / 3$$

La resta de voltaje secundario menos la caída de voltaje se calcula con:

$$P2 = (SECD_VOLT_VDROP) / \sqrt{2}$$

Para obtenermos la resistencia en ohmios se usa la siguiente fórmula.

$$P3 = LONG * RESIS * fp$$

El factor que sirve para obtener la reactancia se obtiene con:

$$P4 = SEN (ARCOS (fp))$$

La reactancia en ohmios se obtiene con la fórmula siguiente:

$$P5 = LOG * INDUC * P4$$

La caída de voltaje en el tramo que se está analizando se calcula con la siguiente fórmula.

$$VOL-DROP = [P1 / P2] * (P3 + P5) * \sqrt{3}$$

Para calcular la corriente en el tramo usa la siguiente fórmula:

$$\text{LINE-CURRENT} = (\text{VOL_DROP} / (\text{P3} + \text{P5}))$$

Para la caída de voltaje en porcentaje usa la siguiente fórmula:

$$\text{PRCNT-VDROP} = (\text{VOL_DROP} / \text{SECD_VOLT}) * 100$$

La caída de voltaje total en porcentaje se calcula:

$$\text{VOLT_DROP} = (@\text{VOLT_DROP} + @\text{VDROP})$$

Con los resultados de estas fórmulas se elabora la tabla número 1.

3.1.2 Determinación de la Caída de Voltaje de la Red de Distribución debido a Carga de Motores.

La demanda en KW en el tramo que se está analizando se obtiene con la siguiente fórmula.

$$\text{P6} = \text{CARGA DEL MOTOR} * 100 * \text{LCK ROT AMP} / 3$$

La obtención del voltaje receptor se obtiene de la diferencia del voltaje secundario menos la caída de voltaje :

$$\text{P7} = (\text{Vsecund} - \text{Vdrop}) / \sqrt{3} \quad \text{ó}$$

$$\text{P7} = \text{P2}$$

Para obtenermos la resistencia en ohmios se usa la siguiente fórmula :

$$\text{P8} = \text{LONG} * \text{RESIST} * \text{MOTOR pfact}$$

El factor que sirve para obtener la reactancia se obtiene con :

$$\text{P9} = \text{SEN} (\text{ARCOS} (\text{motorpfact}))$$

La reactancia en ohmios se obtiene con la fórmula siguiente :

$$\text{P10} = \text{LOG} * \text{INDUC} * \text{P9}$$

La caída de voltaje en el tramo que se está analizando se calcula con la siguiente fórmula :

$$\text{MOTOR_VDROP} = [P6 / P7] * (P8 + P10) * \sqrt{3}$$

Para la caída de voltaje en porcentaje usa la siguiente fórmula :

$$\text{PRCNT_VDROP} = (\text{VOL_DROP} / \text{SECD_VOLT}) * 100$$

La caída de voltaje total en porcentaje se calcula :

$$\text{EMOTOR_VDROP} = (@\text{MOTOR_VDROP} + @\text{VDROP_MOTOR})$$

Con los resultados de estas fórmulas se genera la tabla número 2.

Caída de Voltaje del transformador debido a ambas cargas.

$$\text{PRCNT_VDROP} = ((\text{VOLT_DROP} + \text{MOTOR_DROP}) / \text{VOLT_SECOND}) * 100$$

3.2 AC Voltaged dip

3.2.1 Determinación de la Caída de Voltaje debido a Carga de Aire Acondicionados y Motores.

Conversión de los KW del motor a HP:

$$\text{@motor_dmd} = \text{.MOTOR_DEMAND} * 1000 / (746 * 0.85)$$

Convierte la longitud de la línea a pies:

$$\text{@length} = (\text{@length} * \text{@conv_to_feet})$$

Calcula el porcentaje de caída de voltaje debido a los acondicionadores de aire.

$$\text{pcnt_vdip_a} = \text{@pcnt_vdip_a} + (\text{@c1} * (\text{@length} / 100))$$

Calcula la caída de voltaje debido a los motores

$$\text{@pcent_vdip_m} = \text{@pcent_vdip_m} + \text{@c2} * (\text{@length} / 100)$$

Porcentaje de caída de voltaje de la línea más la caída de voltaje de las bobinas del transformador debido a los acondicionadores de aire (t1):

$$\text{@pcent_vdip_a} = \text{@pcent_vdip_a} + \text{@t1}$$

Porcentaje de caída de voltaje de la línea más la caída de voltaje de las bobinas del transformador debido a los motores (t2):

$$\text{@pcent_vdip_m} = \text{@pcent_vdip_m} + \text{@t2}$$

Caída de voltaje total debido a los acondicionadores de aire:

$$\text{@pcent_vdip_a} = \text{@pcent_vdip_a} * \text{@aircond load.}$$

Caída de voltaje total debido a los motores:

$$\text{@pcent_vdip_m} = \text{@pcent_vdip_m} + \text{@ motor dmd}$$

3.3 TLM

3.3.1 Administración de Carga de Transformadores

La razón de capacidad del sistema es la suma de los KVA distribuidos por fase .

$$\text{@Rating} = (\text{@Kvaa} + \text{@Kvab} + \text{@Kvac})$$

El promedio de la demanda es el promedio total de los KWH dividido para el número de abonados.

$$\text{AVERAGE-DEMAND} = (\text{total average KWHR}/\text{number customers})/720$$

$$\text{@mdavgkwh} = (\text{@totavgkwh} / \text{@numcust})$$

$$\text{@maxgkwh} = (\text{@maxavgkwh} / 720)$$

La demanda pico o la máxima demanda se evalúa con la siguiente fórmula:

$$\text{PEAK-DEMAND} = (\text{Máximo pico de la demanda}) / 720$$

$$\text{@max-peak} = (\text{@maxpeak} / 720)$$

El factor de coincidencia se evalúa de la siguiente forma:

$$\text{CF} = 0.5 (1 + (5 / ((2 * \text{NUMBER OF CUSTOMERS}) + 3)))$$

Es decir:

$$\text{@cfac} = (0.5 * (1 + \text{@sum2}))$$

Donde

$$\text{@sum2} = (5 / \text{@sum1}) \quad \text{y,}$$

$$\text{@sum1} = ((2 * \text{@numcust}) + 3)$$

Entonces en primer lugar debe evaluar @Sum1, luego @Sum2 y luego @cfac

El factor de utilización es la máxima demanda del sistema dividida para la razón de capacidad del sistema.

$$\text{UF} = \text{Máxima demanda del Sist.} / \text{razón de capacidad del sist.} \leq 1.0$$

$$\text{@utilfac} = \text{@maxpeak} / \text{@rating}$$

El factor de carga debe ser menor o igual a uno y se evalúa de la siguiente manera:

$$\text{LDF} = \text{Carga promedio} / \text{máxima carga} \leq 1.0$$

$$\text{@loadfac} = \text{@maxavgkwh} / \text{@max peak}$$

El factor de pérdidas es el resultado de dividir el porcentaje de demanda y la demanda pico al cuadrado.

$$\text{@lossfac} = \text{@maxavgkwh} * \text{@maxavgkwh} / \text{@max peak} * \text{@max peak}$$

El ajuste de los KVA es el cambio de capacidad por el factor de utilización dividido para cien.

$\text{AJUSTE KVA} = \text{Razón de carga} \cdot \text{factor de utilización} / 100$

$$\text{Adj_kva} = @rating \cdot (@utilfac / 100)$$

El ajuste de los KWHR es la demanda pico por el factor de utilización dividido para 100.

$$\text{Adj_kwhr} = @maxpeak \cdot (@utilfac / 100)$$

transformadores. Este trabajo de campo se realizó en la primera visita a la Península; la misma que duró 3 días.

En un segundo viaje se realizó el levantamiento de la línea secundaria, siendo este un trabajo minucioso : partiendo siempre de un transformador, se recorrió la línea, anotando número de abonados conectados al transformador y su ubicación física.

La información de consumos de cada abonado se lo recopiló en una tercera visita a EMEPE, la misma que nos proporcionó una base de datos en FOXPRO con los consumos de 12 meses de los abonados.

4.2.1 Ingreso de la Cartografía.

Como se ha mencionado anteriormente, CABLECAD es un programa que brinda muchas facilidades para el diseño de un Sistema de Distribución, el cual debe ser levantado dentro de un sector geográfico (cartografía) previamente elaborado.

Cablecad permite ingresar la cartografía de manera rápida mediante la digitalización del plano. Sin embargo este proceso involucra dos pasos previos, los mismos que son :

- Configurar la mesa digitalizadora (Según Información dada por el Fabricante de la mesa y Manuales de CableCad).
- Seleccionar el digitalizador en la configuración del programa.

Selección de la Mesa Digitalizadora en la Configuración del Programa.

- Seleccionar OS2 FULL SCREEN.
- Ingresar a CONFIG y proceder a seleccionar el modelo de la tabla digitalizadora apropiada.

Una vez preparado el equipo se deben seguir los siguientes pasos para proceder a la digitalización de la Cartografía del sector Las Dunas de Salinas.

El comando que permite ingresar al sistema de digitalización es DIGTZE que se encuentra en la ruta CABLECAD \ TOOLS \ BASEPLAN \ UTILITY, esta opción permite ajustar el plano por medio de los siguientes menues :

SET

Controla los switches del digitalizador, permite digitalizar un plano con precisión. Al responder SI a la entrada de precisión se digitaliza un punto de control (esquina inferior izquierda de la tabla digitalizadora) y a continuación se debe ingresar las coordenadas (Easting, Northing) de las esquinas de la tabla digitalizadora. Finalmente se presiona el botón 3 del mouse digitalizador (según el modelo existente) y el monitor presenta una ventana que muestra la transformada de los puntos de control. Ejemplo :

Point	x	y	Easting	Northing	Dx	Dy
1	0.04	-0.12	0	0	0.043	-0.115
2	99.96	0.12	100	0	-0.044	0.116
3	100.04	99.98	100	100	0.044	0.115
4	-0.04	100.11	0	100	-0.043	0.115

Si la diferencia Dx y Dy son pequeñas aceptamos la transformación y el programa directamente sale del sistema de digitalización. Si esta diferencia es considerable no aceptamos la transformación e ingresamos nuevamente al modo de digitalización con DIGTZE.

Por otra parte si se responde con NO a la entrada de precisión, el programa pregunta si el dibujo tiene una escala conocida, al contestar afirmativamente se ingresa la escala del dibujo y a continuación ubicar dos puntos horizontales que representan la escala anteriormente señalada. Si la escala es desconocida se debe digitalizar dos puntos horizontales e indicar la distancia entre ellos la cual será tomada como la escala del dibujo.

DISABLE

Esta opción permite salir del modo digitalizador.

MATCH

Se utiliza para reajustar el plano cuando por alguna circunstancia se mueve durante el proceso de digitalización ó para continuar con otra área del dibujo durante otra sesión de trabajo. Para ejecutar la opción MATCH seleccionamos una esquina digitalizada del plano y luego se ubica la misma esquina en el dibujo del monitor, este procedimiento se repite hasta seleccionar cuatro puntos ya digitalizados que permitan continuar con el proceso.

Después de terminar la digitalización del plano se debe realizar un ajuste de escala de tal forma que una unidad gráfica corresponde a un metro en la escala real. Para esto hacemos un FENCE a todo el gráfico y seleccionamos la opción SCALE para ajustar la escala, finalmente localizamos un punto de referencia dentro del gráfico y entramos el factor apropiado para nuestro requerimiento

CONTINUE

Esta opción nos permite regresar al modo de digitalización

4.2.2 Ingreso del Sistema de Distribución.

Una vez ingresada la cartografía de el sector de Salinas denominado Las Dunas, se procedió con el ingreso de las Subestaciones Salinas y Santa Rosa, la alimentadora del mismo nombre del sector, líneas secundarias, acometidas, abotados, y demás elementos adicionales tales como : transformador de distribución, switch de línea, fusible, poste.

Primeramente una vez dentro del archivo ingresamos al menú ELECTRIC\ENGINEERING\FACILITIES, luego comenzamos a dibujar siguiendo los siguientes pasos :

Subestaciones

Una vez dentro de este menú se selecciona PLACE SUBSTATION y se ingresan los siguientes datos :

- Nombre de la Subestación.
- Número de la Subestación.
- Se coloca la etiqueta de la S/E.

Transformador de Potencia

Se selecciona la S/E a la cual se conectará el transformador con el botón 1 (snap), luego se contesta afirmativamente con el botón 0. Después se ubica al transformador de potencia dentro de la S/E, se elige la orientación del mismo y el programa pregunta si es aceptable el lugar en que se colocó al transformador, si la respuesta es negativa el programa brinda la posibilidad de cambiar la ubicación, en cambio si es afirmativa lo coloca definitivamente y por última se ingresa el número del transformador.

Barra de Subestación

Para colocar la barra de la S/E se realiza el "snap" al transformador de potencia ó donde exista el lado de baja de alguna barra, pregunta si es el punto correcto, de ser afirmativo se localiza el segundo punto y se descuelga con QUIT ó < ESC >. Finalmente se ingresa el número de la barra de la S/E.

Breaker de la Subestación

Se selecciona con el botón 1 la barra de la S/E donde se desea colocar el breaker, si el lugar es satisfactorio se ingresa el número, la capacidad, el tipo de breaker y se coloca la etiqueta.

Switch de Subestación

Se ubica el punto en el cual se desea colocar el switch luego se selecciona su capacidad, el estado normal, se ingresa su respectivo número y se coloca la etiqueta del mismo.

Una vez que terminamos con la Subestación salimos de esta opción con QUIT ó < ESC > é ingresamos al menú ELECTRIC \ FACILITIES en el cual encontramos:

OH Primary

Esta opción nos permite ingresar el primario aéreo localizando el punto de inicio y el punto final del mismo, luego se selecciona el tipo de conductor, material, fase y posición de las fases, finalmente ingresamos el número del circuito.

OH Secondary

Este comando ubica un conductor aéreo secundario. Se pueden ingresar valores por default ó por prompt para llenar la base de datos no-gráfica que se la define con el comando DEFAULTS.

Se selecciona un punto inicial donde exista un transformador ó un secundario, luego se localiza el punto final del mismo. A continuación se escoge el material, el calibre, número de cables; se descuelga con QUIT ó < ESC >.

OH Service

Esta opción coloca un cable de acometida aérea desde donde existe un secundario ó en su defecto un transformador de distribución hasta el abonado, finalmente se selecciona el material, calibre y número de cables.

Single Account

Esta terminología es conocida en nuestro medio como Abonado, el cual es una persona natural o jurídica, que dispone del servicio eléctrico suministrado por la Empresa.

CAMINO: ENGEN/ELECTRIC/FACILITIES/SINGLE ACCOUNT

DESCRIPCION: Este comando coloca una cuenta de servicio eléctrico de un abonado sencillo (un solo cliente), se pide también un registro de consumo eléctrico para doce meses. Se debe tener en cuenta que para colocar una cuenta de consumo eléctrico se debe tener una alimentación de secundario y el registro de consumos de los doce meses del año.

Para cada abonado se indica :

- 1) Nombre (Enter customer name:)
- 2) Código de abonado o # de medidor (Enter customer account number:)
- 3) Dirección (Enter customer billing adress:)
- 4) Consumo en KWH de 12 meses.

OH XFMRT (Transformador de Distribución)

CAMINO: ENGEN/ELECTRIC/FACILITIES/OH DEVICES/OH XFMRT

Este comando nos permite colocar un banco de transformadores en un cable aéreo, requiriendo del usuario los datos no gráficos que han sido definidos en "DEFAULT".

Para cada Fusible se indica:

- 1) Tipo de transformador (Select Transformer type)
- 2) KVA conectados (Select Transformer connected KVA)
- 3) KVA ajustados (Select Transformer adjusted KVA)
- 4) Número de usuarios (Enter number of customer)
- 5) Ubicación del Transformador (Enter Transformer location)
- 6) Manufactura del transformador (Select Transformer Manufacturer)

- 7) Seleccione amperaje del fusible en el primario (Select Transformer Primary fuse size)
- 8) Seleccione el tipo del fusible primario (Select Transformer Primary fuse type)

FUSE (Fusible)

Este comando nos permite colocar un fusible en un cable aéreo, requiriendo del usuario los datos no gráficos que han sido definidos en "DEFAULT".

Para cada Fusible se indica:

- 1) Número del fusible (Fuse number)
- 2) Fase del fusible (Select phase for fuse)
- 3) Seleccione Estado del fusible (Select normal estate for fuse)
- 4) Amperaje del Fusible (Select fuse Size).

POLE (Poste)

Este comando nos permite colocar un poste para un cable aéreo, requiriendo del usuario los datos no gráficos que han sido definidos en "DEFAULT".

4.2.3 Ingreso de la Información Comercial

El departamento de Comercialización de EMEPE nos facilitó la información de los abonados de la alimentadora Las Dunas, ya que estos llevan una base de datos con un código para cada circuito; para nuestro caso los códigos van desde 10109 a 10112. Esta base de datos contiene información de ruta, número de usuario, nombre del abonado, dirección, número de medidor y consumo de los últimos 12 meses en KWH. Además nos fue proporcionado un levantamiento de abonados por transformador de distribución, el mismo que contenía la longitud de la acometida y un pequeño plano de la ubicación física de los mismos. Toda esta información fue ingresada por teclado al usar la opción SINGLE ACCOUNT, tal como se explica en la sección 4.2.2.

4.3 Procesamiento de la Información

Una vez realizado el ingreso tal como se detalla en las secciones 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3 se procedió a realizar la aplicación de los programas de ingeniería: VOLTAGE DROP, TLM, AC VOLTAGE DIP. Para lo cual seleccionamos un transformador de distribución cuyos datos técnicos aparecen en la tabla # 4.1.

El gráfico de dicho transformador se muestra en el Anexo 6.

Es necesario destacar que al ejecutar la opción VOLTAGE DROP para el cálculo de caída de voltaje, esta no se realizaba debido a que el programa VOLTAGED.UDC está dimensionado para operar solo con 21 abonados, razón por la cual se modificó las siguientes matrices : @mload [15], @récalc [15], @swlen [15], @voldt_motor [15] y @voldt [15] a una dimensión de 100. También se consideró un almacenamiento más grande de los nodos de salida de la traza con la sentencia GETCON ' I ', 1000.

4.3.1 Procesamiento Manual.

Demostración de la consistencia de los resultados del Voltaged Drop.

Los datos que se utilizan en el circuito radial son:

TABLA

CABLE	R (OHMM/FT)	L (OHMM/FT)
2/0	0.706	0.641
1/0	0.888	0.656
2	1.69	0.665
1	1.12	0.665

Los valores arriba mencionados los obtuvimos de las tablas : ACSRT.TXT, si el material del conductor es de aluminio, y COOPER.TXT, si es de cobre.

- LINEA (1): Línea Secundaria de 59 mt.

$$P1 = 1600 / 3 = 5333,333$$

$$P2 = 120 / \sqrt{3} = 69.282$$

$$P3 = 59 * 1.69 * 0.9 / 1609 = 0.055773$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 59 * 0.665 * 0.436 / 1609 = 0.010629$$

$$VOL_DROP = (5333.33300 / 69.282) * (5.5773E-2 + 0.010629) * \sqrt{3} = 8.8539 [V]$$

$$CURRENT_FLOW = 8.8539 / (5.5773E-2 + 0.010629) = 133.33 [A]$$

$$PRCNT_VDROP = 8.8539 / 120 * 100 = 7.37 [\%]$$

- LINEA 2: Acometida 26 mt. (Abonado # 039945)

$$P1 = 2000 / 3 = 666.667$$

$$P2 = (120 - 8.8539) / \sqrt{3} = 64.1704$$

$$P3 = 26 * 0.9 * 1.69 / 1609 = 2.4577 E -2$$

$$P4 = SEN(ARCOS(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 26 * 0.436 * 0.665 / 1609 = 4.6839E -3$$

$$VOL_DROP = (666.667 / 64.1704) * (2.4577 E -2 + 4.6839E -3) * \sqrt{3} = 0.5265 [V]$$

$$CURRENT_FLOW = 0.5265 / (2.4577E -2 + 4.6839E -3) = 17.99 [A]$$

$$PRCNT_VDROP = 0.5265 / 120 * 100 = 0.47 [\%]$$

- LINEA 3: Acometida 7 mt. (Abonado # 100050)

$$P1 = 1000 / 3 = 333.333$$

$$P2 = (120 - 8.8539) / \sqrt{3} = 64.1704$$

$$P3 = 7 * 0.9 * 1.69 / 1609 = 6.6171 E -3$$

$$P4 = SEN(ARCOS(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 7 * 0.436 * 0.665 / 1609 = 1.26107E -3$$

$$VOL_DROP = (333.333 / 64.17) * (6.6171 E -3 + 1.2610E -3) * \sqrt{3} = 7.08E -2 [V]$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 7.08\text{E}-28.8539 / (6.6171\text{E}-3 + 1.2610\text{E}-3) = 8.99 \text{ [A]}$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 7.08\text{E}-2 / 120 * 100 = 0.063 \text{ [%]}$$

- LINEA (7): Línea Secundaria de 48 mt.

$$P1 = 6000 / 3 = 2000$$

$$P2 = (120 - 8.8539) / \sqrt{3} = 64.1704$$

$$P3 = 48 * 1.69 * 0.9 / 1609 = 4.537\text{E}-2$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 48 * 0.665 * 0.436 / 1609 = 8.647\text{E}-3$$

$$\text{VOL_DROP} = (2000 / 64.1704) * (4.537\text{E}-2 + 8.647\text{E}-3) * \sqrt{3} = 2.9162 \text{ [V]}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 2.9162 / (4.537\text{E}-2 + 8.647\text{E}-3) = 54.0 \text{ [A]}$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 2.9162 / 120 * 100 = 2.6 \text{ [%]}$$

- LINEA 6: Acometida 8 mt. (Abonado # 040005)

$$P1 = 1000 / 3 = 333.333$$

$$P2 = (120 - 8.8539 - 2.9162) / \sqrt{3} = 64.1702$$

$$P3 = 8 * 0.9 * 1.69 / 1609 = 7.5624\text{E}-3$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 7 * 0.436 * 0.665 / 1609 = 1.4412\text{E}-3$$

$$\text{VOL_DROP} = (333.333 / 64.17) * (6.6171\text{E}-3 + 1.2610\text{E}-3) * \sqrt{3} = 0.243 \text{ [V]}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0.243 / (7.5624\text{E}-3 + 1.4412\text{E}-3) = 27 \text{ [A]}$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 0.243 / 120 * 100 = 0.21 \text{ [%]}$$

- LINEA (14): Línea Secundaria de 25 mt.

$$P1 = 15000 / 3 = 5000$$

$$P2 = (120) / \sqrt{3} = 69.282$$

$$P3 = 25 * 1.69 * 0.9 / 1609 = 2.3632E-2$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 25 * 0.665 * 0.436 / 1609 = 4.5038E-3$$

$$\text{VOL_DROP} = (5000 / 69.282) * (2.3632E-2 + 4.5038E-3) * \sqrt{3} = 3.517 \text{ [V]}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 2.9162 / (4.537E-2 + 8.647E-3) = 54.0 \text{ [A]}$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 2.9162 / 120 * 100 = 2.6 \text{ [\%]}$$

- LINEA 15: Acometida 18 mt. (Abonado # 023850)

$$P1 = 1000 / 3 = 333.333$$

$$P2 = (120 - 3.517) / \sqrt{3} = 67.2514$$

$$P3 = 18 * 0.9 * 1.69 / 1609 = 0.017015$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 18 * 0.436 * 0.665 / 1609 = 3.2427E-3$$

$$\text{VOL_DROP} = (333.333 / 67.2514) * (0.017015 + 3.2427E-3) * \sqrt{3} = 0.17393 \text{ [V]}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0.17393 / (0.017015 + 3.2427E-3) = 8.6 \text{ [A]}$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 0.17393 / 120 * 100 = 0.14931 \text{ [\%]}$$

- LINEA (10): Línea Secundaria de 19 mt.

$$P1 = 9000 / 3 = 3000$$

$$P2 = (120 - 3.517) / \sqrt{3} = 67.251$$

$$P3 = 19 * 1.69 * 0.9 / 1609 = 1.79608E-2$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 25 * 0.665 * 0.436 / 1609 = 3.4229E-3$$

$$\text{VOL_DROP} = (5000 / 69.282) * (1.79608E-2 + 3.4229E-3) * \sqrt{3} = 1.6522 \text{ [V]}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 1.6522 / (4.537\text{E-}2 + 8.647\text{E-}3) = 77.3 \text{ [A]}$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 1.6522 / 120 * 100 = 1.40 \text{ [%]}$$

- LINEA 20: Acometida 29 mt. (Abonado # 0473000)

$$P1 = 10000 / 3 = 1333.333$$

$$P2 = (120 - 3.517 - 1.6522) / \sqrt{3} = 66298$$

$$P3 = 29 * 0.9 * 1.69 / 1609 = 2.74139 \text{ E-}2$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 29 * 0.436 * 0.665 / 1609 = 2.2244\text{E-}3$$

$$\text{VOL_DROP} = (1333.333 / 66298) * (2.74139 \text{ E-}2 + 2.2244\text{E-}3) * \sqrt{3} = 1.1319 \text{ [V]}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 1.1319 / (2.74139 \text{ E-}2 + 2.224\text{E-}3) = 34.9 \text{ [A]}$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 1.1319 / 120 * 100 = 0.99 \text{ [%]}$$

- LINEA 20: Acometida 7 mt. (Abonado # 047186)

$$P1 = 10000 / 3 = 1333.333$$

$$P2 = (120 - 3.517 - 1.6522) / \sqrt{3} = 66.298$$

$$P3 = 7 * 0.9 * 1.69 / 1609 = 6.6171 \text{ E-}3$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 7 * 0.436 * 0.665 / 1609 = 1.261\text{E-}3$$

$$\text{VOL_DROP} = (1333.333 / 66298) * (6.6171 \text{ E-}3 + 1.261\text{E-}3) * \sqrt{3} = 6.86\text{E-}2 \text{ [V]}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 6.86 / (6.6171 \text{ E-}3 + 1.261\text{E-}3) = 34.9 \text{ [A]}$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 6.86 / 120 * 100 = 0.06 \text{ [%]}$$

Demostración de la consistencia de los resultados del TLM.

La razón de capacidad del sistema es la suma de los KVA distribuidos por fase.

$$\text{@Rating} = (\text{@Kvaa} + \text{@Kvab} + \text{@Kvac})$$

$$\text{@Rating} = 37$$

El promedio de la demanda es el promedio total de los KWH dividido para el número de abonados.

$$\text{@maxavgkwh} = (\text{@totavgkwh} / \text{@numcust})$$

$$\text{@maxavgkwh} = 4820/22 = 219.0909$$

$$\text{AVERAGE-DEMAND} = (\text{@maxavgkwh})/720$$

$$\text{DEMANDA PROMEDIO} = (219.0909)/720 = 0.3042$$

$$\text{DEMANDA PROMEDIO} = 0.3042$$

La demanda pico o la máxima demanda se evalúa con la siguiente fórmula:

$$\text{PEAK-DEMAND} = (\text{Maximo pico de la demanda}) / 720$$

$$\text{@max-peak} = (\text{@maxpeak} / 720)$$

$$\text{PEAK-DEMAND} = 2114/720 = 2.936$$

$$\text{PEAK-DEMAND} = .936$$

El factor de coincidencia se evalúa de la siguiente forma:

$$\text{CF} = 0.5 (1 + (5 / ((2 * \text{NUMBER OF CUSTOMERS}) + 3)))$$

Es decir:

$$\text{@sum1} = ((2 * \text{@numcust}) + 3)$$

$$\text{@sum1} = ((2 * 22) + 3) = 47$$

$$\text{@sum2} = (5 / \text{@sum1})$$

$$\text{@sum2} = (5 / 47) = 0.10638$$

$$\text{@clac} = (0.5 * (1 + \text{@sum2}))$$

$$\text{@clac} = (0.5 * (1 + (5 / 47))) = 0.553$$

COINCIDENCIA FACTOR = 0.553

Entonces en primer lugar debe evaluar @Sum1, luego @Sum2 y luego @cfac. El factor de utilización es la máxima demanda del sistema dividida para la razón de capacidad del sistema.

UF = Máxima demanda del Sist. / razón de capacidad del sist. <= 1.0

@utilfac = @maxpeak / @rating

@utilfac = 2114/37 = 57.135

UTILIZACION FACTOR = 57.135

El factor de carga debe ser menor o igual a uno y se evalúa de la siguiente manera:

LDF = Carga promedio / máxima carga <= 1.0

@loadfac = @maxavgkwh / @max peak

@loadfac = 219.09009/2114 = 0.1036

LOAD FACTOR = 0.1036

El factor de pérdidas es el resultado de dividir el porcentaje de demanda y la demanda pico al cuadrado:

@lossfac = @maxavgkwh * @maxavgkwh / @max peak * @max peak

@lossfac = (219.0909) * (219.0909) / (2114) * (2114) = 0.0107

LOSS FACTOR = 0.0107

El ajuste de los KVA es el cambio de capacidad por el factor de utilización dividido para cien.

AJUSTE KVA = Razón de carga * factor de utilización / 100

@adj_kva = @rating * (@utilfac / 100)

@adj_kva = 37 * 57.135 / 100 = 21.14

ADJUSTED KVA = 21.14

El ajuste de los KWHR es la demanda pico por el factor de utilización dividido para 100.

$$\text{@adj_kwhr} = \text{@maxpeak} * (\text{@utilfac} / 100)$$

$$\text{@adj_kwhr} = 2114 * 57.135 / 100 = 1207.83$$

$$\text{ADJUSTEDKWHR} = 1207.83$$

Demostración de la consistencia de los resultados de AC VOLTAGE DIP

Los datos que se utilizan en el circuito radial son:

TABLA (1)

CABLE	C1AA	C2MOT.
1/0	0.59	0.36
2	0.92	0.56

Estos valores los obtenemos de las tabla: VDCOM.TXT.

TABLA (2)

TRAFQ.	T1AA	T2MOT.
1/0	0.38	0.23

Estos valores los obtenemos de las tabla: VDXFRM.TXT.

- ABONADO # 040195.

MOTOR DEMAND = 0 KW

AIR CONDITIONING = 1 KW

CABLE 2/0

$$@motor_dmd = .MOTOR_DEMAND * 1000 / (746 * 0.85)$$

$$@motor_dmd = (0KW * 100) / (746 * 0.85) = 0.0 HP$$

Calcula el porcentaje de caída de voltaje debido a los acondicionadores de aire.

$$pcent_vdip_a = @pcent_vdip_a + (@c1 * (@length / 100))$$

$$pcent_vdip_a = 0 + ((0.92 * 25) + (0.92 * 23)) / 100 = 0.4416 \%$$

Calcula la caída de voltaje debido a los motores

$$@pcent_vdip_m = @pcent_vdip_m + @c2 * (@length / 100)$$

Porcentaje de caída de voltaje de la línea más la caída de voltaje de las bobinas del transformador debido a los acondicionadores de aire (t1):

$$@pcent_vdip_a = @pcent_vdip_a + @t1$$

$$@pcent_vdip_a = 0.4416 + 0.38 = 0.821$$

Porcentaje de caída de voltaje de la línea más la caída de voltaje de las bobinas del transformador debido a los motores (t2):

$$@pcent_vdip_m = @pcent_vdip_m + @t2$$

Caída de voltaje total debido a los acondicionadores de aire:

$$@pcent_vdip_a = @pcent_vdip_a * @aircond load.$$

$$@pcent_vdip_a = .821 * 1 = 0.821 \%$$

Caída de voltaje total debido a los motores:

$$@pcent_vdip_m = @pcent_vdip_m + @ motor dmd$$

4.3.2 Procesamiento Automático.

Tabla que se genera al aplicar el comando TLM.

TABLA # 4.1
ENGHOUSE SYSTEMS LTD
TRANSFORMER LOAD REPORT
 Oct 26 1996

```

*****
Transformer Number .....:878
Primary Voltage .....: 7620
Secondary Voltage .....: 120/240
Phasing .....: A
Manufacturer .....: GEN
Impedance .....:1.200
Number of Customers .....: 22
  
```

```

*****
                                CALCULATED      TYPICAL
Average Demand .....: 0.304                3.053
Peak Demand .....: 2.936                    ---
Coincidence Factor .....: 0.553            0.558
Utilization Factor .....: 57.135            ---
Load Factor .....: 0.104                    0.341
Loss Factor .....: 0.011                    0.150
  
```

```

*****
Connected KVA .....: 37.000
Adjusted KVA .....: 21.140
Connected KWHR .....: 2114.000
Adjusted KWHR .....: 1207.837
  
```

Tablas que se generan al aplicar el comando MOTOR START. Se optó por utilizar este comando debido a que se generan dos reportes distintos.

TABLA # 4.2

Voltage Drops for Transformer 878 Due to Both Loads

KVA Size: 37.0

Primary Voltage: 7620

Percent IR: 0.0% Percent IX: 0.0% Secondary Voltage: 120/240

Line	Color	Wire Type	Length	Dmnd	Voltage	Total V.	Current
1	WHITE	2	59	16	7.36	7.36	133.3
2	RED	2	26	2	0.44	7.80	18.0
3	GREEN	2	0	14	0.00	7.36	125.9
4	BLUE	2	7	1	0.06	7.43	9.0
5	BLUE	2	7	8	0.50	7.86	72.0
6	YELLOW	2	38	0	0.00	7.86	0.0
7	CYAN	2	48	6	2.42	10.28	54.3
8	MAGENTA	2	8	3	0.20	10.48	27.9
9	OFFWHITE	2	12	3	0.30	10.58	27.9
10	ORANGE	2	23	2	0.38	8.24	18.1
11	PINK	2	9	1	0.07	7.44	9.0
12	DARK_RED	2	23	1	0.20	7.56	9.0
13	KHAKI	2	11	3	0.29	7.65	27.0
14	DARK_BLUE	2	25	15	2.91	2.91	125.0
15	PURPLE	2	18	1	0.14	3.05	8.6
16	WHITE	2	19	9	1.39	4.29	77.2
17	RED	2	12	1	0.10	4.39	8.7
18	RED	2	12	4	0.41	4.70	34.8
19	GREEN	2	9	0	0.00	4.70	0.0
20	YELLOW	2	29	4	0.95	5.65	35.0
21	CYAN	2	7	1	0.05	4.35	8.7
22	MAGENTA	2	30	1	0.24	4.54	8.7
23	GREY	2	16	1	0.13	4.42	8.7
24	OFFWHITE	2	19	1	0.16	4.45	8.7
25	ORANGE	2	16	0	0.00	2.91	0.0
26	PINK	2	23	2	0.37	3.28	17.2
27	DARK_RED	2	11	0	0.00	2.91	0.0
28	KHAKI	2	11	2	0.17	3.08	17.2
29	DARK_BLUE	2	5	1	0.04	2.95	8.6

TABLA # 4.3

Voltage Drops for Transformer 878 Due to Customer Loads

KVA Size: 37.0

Primary Voltage: 7620

Percent IR: 0.0% Percent IX: 0.0% Secondary Voltage: 120/240

Línea	Color	Wire Type	Length	Demd	Voltage Drop	Total V.	Current
1	WHITE	2	59	16	7.36	7.36	133.3
2	RED	2	26	2	0.44	7.80	18.0
3	GREEN	2	0	14	0.00	7.36	125.9
4	BLUE	2	7	1	0.06	7.43	9.0
5	BLUE	2	7	8	0.50	7.86	72.0
6	YELLOW	2	38	0	0.00	7.86	0.0
7	CYAN	2	48	6	2.42	10.28	54.3
8	MAGENTA	2	8	3	0.20	10.48	27.9
9	OFFWHITE	2	12	3	0.30	10.58	27.9
10	ORANGE	2	23	2	0.38	8.24	18.1
11	PINK	2	9	1	0.07	7.44	9.0
12	DARK RED	2	23	1	0.20	7.56	9.0
13	KHAKI	2	11	3	0.29	7.65	27.0
14	DARK BLUE	2	25	15	2.91	2.91	125.0
15	PURPLE	2	18	1	0.14	3.05	8.6
16	WHITE	2	19	9	1.39	4.29	77.2
17	RED	2	12	1	0.10	4.39	8.7
18	RED	2	12	4	0.41	4.70	34.8
19	GREEN	2	9	0	0.00	4.70	0.0
20	YELLOW	2	29	4	0.95	5.65	35.0
21	CYAN	2	7	1	0.05	4.35	8.7
22	MAGENTA	2	30	1	0.24	4.54	8.7
23	GREY	2	16	1	0.13	4.42	8.7
24	OFFWHITE	2	19	1	0.16	4.45	8.7
25	ORANGE	2	16	0	0.00	2.91	0.0
26	PINK	2	23	2	0.37	3.28	17.2
27	DARK RED	2	11	0	0.00	2.91	0.0
28	KHAKI	2	11	2	0.17	3.08	17.2
29	DARK BLUE	2	5	1	0.04	2.95	8.6

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

El programa CABLECAD es una herramienta útil para la planificación, diseño y operación de Sistemas eléctricos de distribución, automatizando los procesos eléctricos ahorrándonos tiempo, esto es una vez que se tiene un plano eléctrico se puede realizar las modificaciones necesarias actualizando el diseño. El presente trabajo se refiere específicamente a la aplicación de Ingeniería del Sistema Cablecad.

El programa está constituido de una base de datos gráfica y no-gráfica, los que operan en forma indivisible, las cuales hacen inteligente el programa, no permitiendo de esta manera cometer errores al analizar el sistema de distribución, puesto que si no se conecta de una manera correcta los elementos, el programa envía un mensaje de error. Se puede realizar una revisión lógica de conexión de los elementos, ya que el programa busca la información asociada a un ítem por la condición de árbol (relación padre-hijo).

Los registros de información de los elementos, pueden ingresarse cuando se realiza la conexión del ítem ó en su defecto algunos datos son comunes a todos los elementos se puede usar la opción DEFAULTS quedando almacenada la información. Se puede corregir dicha información usando la opción BROWSE del menú principal.

Al realizar el análisis de los programas CABLECAD notamos que el lenguaje de programación utilizado es original de la empresa ENGHOUSE, sin embargo tiene una gran similitud al lenguaje C y con ayuda del manual de instrucciones se pueden comprender de una manera más fácil. Por otra parte estos programas han sido elaborados por profesionales del área de Distribución de Empresas Eléctricas que se han dedicado al desarrollo de los mismos, razón por la cual observamos que la formulación utilizada es sencilla y práctica.

Los diagramas presentados en el capítulo 2 corresponden a un flujo de programación simplificado, ya que el objetivo al desarrollar este Tópico, es únicamente comprender la estructura y el funcionamiento de los mismos.

El cálculo de la caída de voltaje aplicado la opción VOLTAGE DROP presentó algunas dificultades debido a que utiliza un programa elaborado por técnicos de Empresas

Eléctricas norteamericanas que operan bajo otros standars, razón por la que se tuvo que modificar el programa que se encuentra en D:\CABLECAD\VOLTAGED.UDC para dimensionar las matrices para la carga de nuestro análisis y cambiar el factor 5280 por 1609 para trabajar en unidades métricas, luego de estos cambios el programa debe ser compilado en OS2 FULL SCREEN con la función CLCOMP D:\CABLECAD\VOLTAGED.UDC que crea el archivo VOLTAGED.UCC que se guarda directamente en la ruta D:\ENGENMAP, sin embargo para que este archivo sea llamado debe estar en la ruta D:\CABLECAD. Como el factor de conversión es 1609 la longitud de los cables del sistema de distribución debe estar en metros, razón por la cual el factor de conversión de pies debe modificarse a metros que por default es 1 si se considera que una unidad gráfica es igual a un metro; este cambio debe ser realizado en el CONFIG.

Hay que tener presente que los cálculos que realiza el programa son por fase, razón por la cual los datos a ser ingresados deben ser los de fase. Cabe anotar que el método utilizado para calcular la caída de voltaje es el método del factor K, explicado detalladamente en la mayoría de los textos de Sistemas de Distribución.

Al dibujar el sistema de distribución se debe comprobar que todos los items del mismo deben estar conectados entre sí; es decir se debe mostrar la relación padre-hijo con la opción SHOW CONNECTS, de tal forma que un elemento solo tenga un padre y uno ó varios hijos; caso contrario al utilizar el programa TLM ó VOLTAGED DROP la computadora se inhibe lo implicaría tener que apagar el computador, encenderlo nuevamente y ejecutar el programa UTL con las opciones COM ó FIU para recuperar el archivo que no fue cerrado. Esto muchas veces causa la pérdida de información no-gráfica de algún elemento, y la única manera de solucionar este problema es borrar dicho item y dibujar nuevamente. Si se desea borrar un elemento del sistema debe usarse el comando DEL ITEM que elimina la información gráfica y no-gráfica asociada a dicho item.

Luego de realizar la digitalización completa del plano se ajusto la escala, debido a que esta no fue precisada en la calibración de la tabla por ser un plano de escala desconocida. El procedimiento seguido fue medir la distancia de dos puntos del plano cuyo valor real es conocido, luego dividir el valor real para el medido en el gráfico y tomar este valor como el factor de escala; luego se realiza una FENCE a toda la cartografía ingresada, se escoge el comando SCALE y se ingresa como factor de escala el valor calculado. Esto es importante debido a que para ingresar el sistema de distribución la escala del plano debe ser la correcta, ya que las líneas primarias y secundarias se rigen bajo estas dimensiones.

Finalmente este conjunto de programas de ingeniería permiten, mediante sus reportes ó resultados a mas de analizar su estado actual de operación, tomar las precauciones debidas ó correctivas ante cualquier insidente que se presentare.

5.2 Recomendaciones

Algunas mejoras se pueden realizar mediante el desarrollo de programas internos (UDC) y externos (en lenguaje C) al programa Cablecad para la aplicación de Ingeniería.

El ingreso de datos del consumo de los abonados puede ser leído directamente desde una base de datos cualquiera e ingresada a la base de datos no-gráfica de CABLECAD, esto puede hacerse mediante un programa.

Se deben crear programas Macros para realizar una serie de pasos que faciliten el manejo de las utilidades de Cablecad.

De igual forma se aconseja que en el próximo tópico se desarrollen las otras aplicaciones que tiene Cablecad como son:

- * Aplicación a los Inventarios y Avalúos de Empresas.
- * Costos de materiales y Ordenes de trabajo.
- * Aplicación a la determinación de Pérdidas del Sistema.
- * Aplicaciones a las Operaciones AM/FM.

Finalmente se considera que los Sistemas AM/FM son una herramienta útil que podría aplicarse a las Empresas Eléctricas y que mejorará la calidad de servicio de las mismas.

Anexos

Anexo 1

Conversion DXF a DWG

Los dibujos realizados en CABLECAD son inteligentes debido a la información de texto asociado a ellos, sin embargo en muchas aplicaciones se requiere que estos dibujos puedan ser analizados por otros programas (Ejemplo Autocad) o viceversa. El programa DXF es un traductor de dibujos que procesa ficheros de intercambio dxf, donde la información del dibujo se puede extraer para, uso y conversión posterior en un formato interno de Autocad.

Como traductor tiene sus tablas de equivalencia entre un formato y otro, estas son:

DCOLLKP.- Tabla de traducción de colores.

DFNT.LKP.- Tabla que traduce los caracteres.

DHEA.LKP.- Tabla que traduce los encabezamientos.

DLEV.LKP.- Tabla de traducción de los niveles.

DSTY.LKP.- Tabla que traduce los estilos de línea.

DSYM.LKP.- Tabla de traducción de los símbolos.

DWEI.LKP.- Traduce la cantidad de pasadas que se usan en el ploteo.

Todas estas tablas tienen dos columnas, la primera de ellas corresponde a los elementos de CABLECAD, mientras que la segunda corresponda a los elementos DXF.

Sin embargo todas estas tablas, que están en D:\CABLECAD\DAT\; deben ser modificadas para que cada elemento de CABLECAD sea reconocido en Autocad, en especial la tabla de DHEA.LKP., que contiene toda la información del dibujo ya que cada ítem tiene un valor asociado y el nombre de una variable; al igual que la tabla DLEV.LKP.

También hay que tener un archivo en Autocad para cada símbolo de CABLECAD para que en el instante de cargar un gráfico en Autocad esta puede ser reconocido, Esto se

logra realizando un DXF al archivo ENGENSYN.GRF para luego crear los archivos correspondientes con cada uno de los bloques que contiene el archivo antes mencionado.

Para realizar la conversión de gráficos se utiliza el comando DXF el cual al ser ejecutado presenta el siguiente cuadro de opciones:

- 0.- Return with no processing.
- 1.- Cablecad graphics and Symbols to an Autocad dxf File.
- 2.- Cablecad and symbol nodes to an Autocad dxf file.
- 3.- Autocad dxf file to Graphics.

Con la opción 1 el programa pide el nombre del archivo gráfico a ser convertido, después de ingresar el nombre solicitado se piden los archivos que contienen las tablas de conversión anteriormente mencionados.

Todo este procedimiento se puede omitir si se escribe la siguiente orden :

```
D:\(ENGENMAP) DXF 1 nombre.GRF nombre.DXF
```

Procedimiento para abrir un archivo DXF en Autocad

Si se detecta algún error durante la lectura, se desechará el nuevo dibujo, y en caso contrario se efectuará un ZOOM- todo automático para ajustar la extensión del dibujo.

Debido a que la carga del dibujo se realiza sin que se haga revisión alguna, es posible que datos erróneos sean cargados en el dibujo, por lo que es aconsejable efectuar una revisión automática de dicha carga para lo que se llamará a la orden CONFIGURE.

Cuando aparece dicha configuración, se pulsa RETURN, con lo que se visualiza el menú de configuración :

0. Exit to drawing editor.
1. Show current configuration.
2. Allow detailed configuration.
3. Configure video display.
4. Configure digitizer.
5. Configure plotter.
6. Configure system console.

7 Configurar parámetros operativos

Eligiendo la opción 7., a continuación aparecerá el próximo menú :

Configure operating parameters :

0. Exit to configuration menu
1. Alarm on error.
2. Initial drawing setup.
3. Default plot file name.
4. Plot spooler directory.
5. Placement of temporary files.
6. Network node name.
7. Automatic-save feature.
8. Full-time CRC validation.
- 9 Automatic Audit after IGESIN, DXFIN, DXBIN.
10. Select Release 11 hidden line removal algorithm.
11. Login name.
12. Server authorization and file locking.

Al escoger la opción 9., el programa pregunta ¿ Desea Ud. una auditoría automática después de un IGESIN, DXFIN, or DXBIN ? <Y>

Anexo 2

Configuración del PLOTTER

El ploter CALCOMP de la ESPOL para poder ser utilizado por CableCad se debe configurar siguiendo las siguientes instrucciones :

- 1.- Presionar el boton " ON LINE " hasta que la pluma este sobre el valor deseado para un parametro.
- 2.- Presione el boton "SET UP" para seleccionar el valor y pase al siguiente parametro.
- 3.- Guarde la configuración seleccionada en la memoria del trazador quitando el medio de impresión (papel) del mismo.

La configuración que se presenta es una emulación del modelo # 5 HEWLETT PACKARD STANRD HPG, ya que no se dispone de los driver de instalación del modelo CALCOMP 3036.

Idioma	Español
Optimizador	Habilitado
Configuración PCI	B : (1,2,SI,3)
Saludo [Hanshake]PCI	HARDWARE
Paridad	8-SIN
Velocidad de Transmisión	19200
Tipo de Puerta	CENTRONICS
Protocolo	IIPGL(Formato Grande)
Velocidad	Dibujo Rápido
Escala	100%
Orientación	Automática

Anexo 3

Método para imprimir.

Usando la Impresora

Para el proceso de impresión se sigue los siguientes pasos:

- Entrar a Cablecad.
- Seleccionar el diagrama que se desea plotear o imprimir.
- Seguir el camino TOOLS/BASEPLAN/UTILITIES/PLOT.
- Luego el programa pide un nombre para crear un archivo de comando (nombre.pcf), y después pide un nombre para el archivo que se va a plotear o imprimir (nombre.plt).
- Luego pide elegir el método de ploteo el cual puede ser por medio de:
 - a) Cursor: Cuando se quiere tomar una zona específica que se desea plotear por medio de una ventana.
 - b) Plans: Para lo cual tiene que existir un polígono grabado de la zona a imprimir (mediante el comando FENCE/SAVE).
- Luego el programa nos pide la escala requerida para el dibujo. Además nos pide ciertas especificaciones, que no son tan importantes para el ploteo, y que pueden ser tomadas por defecto (ENTER).
- Salimos de CABLECAD (ESC) e ingresamos a CADPLOT y nos pide el nombre del archivo de comando(nombre.pcf).
- Luego ingresamos al PLOT; si queremos enviar a plotear verificamos que el plotter se encuentre listo para recibir información y digitamos el nombre del archivo de ploteo (nombre.plot), y listo; si por el contrario queremos enviar a imprimir aumentamos el parámetro f (name.plot f) que nos crea un archivo con extensión hpg.
- Luego vamos al OS/2 FULL SCREEN y digitamos :

D:\ENGENMAP\ printgl nombre.hfg / fl

Usando el Plotter:

Los pasos para plotear son idénticos a los de la impresora excepto que al ingresar la escala, el programa presenta las dimensiones horizontal y vertical del área de impresión, si estas son las adecuadas de acuerdo a las dimensiones del papel, se las acepta y luego se ingresan las coordenadas negativas de X y Y en centímetros que correspondan a la mitad de los valores del área de la impresión. A continuación salimos de Cablecad e ingresamos a OS2 FULL SCREEN para ejecutar las siguientes sentencias :

D: \ENGENMAP\ MODE COM1 : 19200,N,8,1 ✓1

D: \ENGENMAP\ CADPLOT nombre.PCF

D: \ENGENMAP\ PLOT nombre.PLT_F → ESPACIO

D: \ENGENMAP\ COPY nombre.HPG COM1 ✓2

Donde :

19200 velocidad en baudios

N sin paridad (none)

8 tipo de transmisión (8 bits)

1 bit de paro

Con este procedimiento lo que se hace es simular la configuración de un plotter Hewlett Packard.

ANEXO 4

Bases teóricas de la formulación que utiliza el programa CableCad para realizar el cálculo de la Caída de Voltaje.

La formulación que el programa utiliza para realizar el cálculo de la caída de voltaje se basa en el Método de la Constante K.

DEMOSTRACION :

En CableCad se presenta la siguiente formulación:

$$P1 = (CUST_LOAD * 1000) / 3 \quad (1)$$

$$P2 = (SECD_VOLT_VDROP) / \sqrt{3} \quad (2)$$

$$P3 = LONG * RESIS * fp \quad (3)$$

$$P3 = R * \cos \phi$$

$$P4 = \text{SEN} (\text{ARCOS} (fp)) \quad (4)$$

$$P5 = LOG * INDUC * P4 \quad (5)$$

$$P5 = (X * \text{Sen } \phi)$$

$$VOL_DROP = [P1 / P2] * (P3 + P5) * \sqrt{3} \quad (6)$$

Reemplazandolas fórmulas 1,2,3,4,5,6 se llega :

$$VOL_DROP = W * (R * \cos \phi + X * \text{Sen } \phi) / Vs \quad (7)$$

En tanto que PRCNT-VDROP se llega a :

$$PRCNT_VDROP = W * (R * \cos \phi + X * \text{Sen } \phi) * 100 / Vs1 * Vs2$$

Donde :

Vs : Voltaje Secundario del transformador.

Vs1 : Voltaje en el tramo inicial de la línea a calcular la caída de voltaje.

En el método de la Constante K tenemos :

$$\text{PRCNT_VDROP} = (\text{KVA} / 10 * \text{KV}^2) * (\text{R} * \text{Cos}\varnothing + \text{X} * \text{Sen } \varnothing) \quad (9)$$

COMPROBACIÓN :

- LINEA (14): Línea Secundaria de 25 mt.

$$P1 = 15000 / 3 = 5000$$

$$P2 = (120) / \sqrt{3} = 69.282$$

$$P3 = 25 * 1.69 * 0.9 / 1609 = 2.3632\text{E-}2$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 25 * 0.665 * 0.436 / 1609 = 4.5038\text{E-}3$$

$$\text{VOL_DROP} = (5000 / 69.282) * (2.3632\text{E-}2 + 4.5038\text{E-}3) * \sqrt{3} = 3.517 \text{ [V]}$$

Si utilizamos la fórmula condensada (# 7) se obtiene :

$$\text{PRCNT_VDROP} = 15000 * (2.3632\text{E-}2 + 4.5038\text{E-}3) * 100 / 120 * 120 = 2.93 \%$$

Utilizando la fórmula de la Constante K (# 9) :

$$\text{PRCNT_VDROP} = 15 * (2.3632\text{E-}2 + 4.5038\text{E-}3) / 10 * (0.12)^2 = 2.93 \%$$

- LINEA 15: Acometida 18 mt. (Abonado # 023850)

$$P1 = 1000 / 3 = 333.333$$

$$P2 = (120 - 3.517) / \sqrt{3} = 67.2514$$

$$P3 = 18 * 0.9 * 1.69 / 1609 = 0.017015$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0.9)) = 0.436$$

$$P5 = 18 * 0.436 * 0.665 / 1609 = 3.2427\text{E-}3$$

$$\text{VOL_DROP} = (333.333 / 67.2514) * (0.017015 + 3.2427\text{E-}3) * \sqrt{3} = 0.17393 \text{ [V]}$$

Si utilizamos la fórmula condensada (# 7) se obtiene :

$$\text{PRCNT_VDROP} = 1000 * (0.017015 + 3.2427\text{E-}3) * 100 / (120 - 3.517) * 120 = 0.14\%$$

Utilizando la fórmula de la Constante K (# 9) :

$$Vs1 = 120 - 3.517 = 116.8483$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 1 * (0.017015 + 3.2427\text{E-}3) / 10 * 116.8483 * 0.12 = 0.14 \%$$

ANEXO 6 : Red de Aplicación.



CARTOGRAFIA DE SALINAS

AUTOMATIZACION DE EMPRESAS ELECTRICAS

ALUMNOS : JORGE ARAGUNDI R.
WASHINGTON LAMA M.
MA. ANTONIETTA PONCE V.

REF: E.S.P.O.L.
FECHA: 1. NOVIEMBRE / 96
TOPICO DE GRADUACION