

responsabilidad por los hechos o solicitudes en esta Tesis de
Graduación corresponden exclusivamente a los autores y no a la
Institución y se autoriza a la misma a la ESCUELA
SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACION

TOPICO DE GRADUACION

Previo a la obtención del TITULO de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Especialización: P O T E N C I A

TEMA:

**APLICACION DEL PROGRAMA CABLE-CAD AM/FM A UN
SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO**

Realizado por:

**CESAR A. CACERES GALAN
EFREN L. SARMIENTO PEÑAFIEL
JULIO W. TORRES WILCHES**

DIRECTOR DE TOPICO : ING. JUAN SAAVEDRA M.

Guayaquil

-

Ecuador

1 9 9 6

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas expuestas en este Tópico De Graduación, corresponden exclusivamente a los integrantes antes mencionados; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento De Exámenes Y Títulos Profesionales De La ESPOL)

Efrén Sarmiento Peñafiel

César Cáceres Galán

Julio Torres Wilches

AGRADECIMIENTO

Has el gusto reconocer la buena labor del
Sr. Juan Sandoval M. como Director
de Tesis, así como la colaboración, muchas
gracias por brindarnos su apoyo y
amable disponibilidad en los momentos
más difíciles.

Nuestra gratitud a favor de sus labores
la Facultad de Ingeniería Eléctrica por
de una u otra forma nos ayudaron
para el éxito de nuestra carrera
universitaria.

DEDICATORIA

Dedico el esfuerzo de este trabajo a la memoria de mi Madre Catalina Galan de Cáceres, quien con su cariño y esmero guiaron el camino a la culminación de mi Carrera. Además hago extensible esta Dedicatoria a toda mi familia especialmente a mis Tíos pilares fundamentales de este éxito, al brindarme todo su apoyo en los momentos más difíciles.

César A. Cáceres Galan

A mis queridos padres, porque son el pilar que sustenta mi éxito, y me guiaron siempre por el camino de la verdad, dignidad, bondad, honestidad, y demás buenas costumbres que son los principios por los cuales me encaminé.

Efrén Larmiento Pirafal

Dedico este esfuerzo a mi familia y en especial a mis padres.

Julio Torres Wilches



AUTOMATIZACION DE EMPRESAS ELECTRICAS

- ***APLICACION DEL PROGRAMA
CABLECAD AM/FM A UN SISTEMA
DE DISTRIBUCION ELECTRICO***

**APLICACION DE LOS COMANDOS
BAJO EL MENU DISPATCH**

CONTENIDO

	PAGINAS	
CAPITULO 1		
1.1	CREACION DE DIAGRAMAS UNIFILARES	6
1.2	OPERACIONES DE DESPACHO DE CARGA	7
1.3	CREACION DE ESQUEMATICOS	11
1.4	OPERACIONES AM/FM	12
1.5	REPORTES	15
1.6	TRANSFERENCIA DE CARGA	17
CAPITULO 2		
2.1	OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CARGA	19
2.2	CREACION DE DIAGRAMAS ESQUEMATICOS	25
2.3	OBTENCION DE REPORTES	27
2.4	APLICACION DE LAS OPERACIONES AM/FM	30
CAPITULO 3		
3.1	REGLAS BASICAS	33
3.2	OBSERVACIONES	36

CAPITULO 4

4.1	INTRODUCCION	38
4.2	ANALISIS DEL PROGRAMA VOLTAGED.UDC	39
4.3	ANALISIS DEL PROGRAMA ACVOLTAGED.UDC	44
4.4	ANALISIS DEL PROGRAMA TLM.UDC	48
4.5	EJEMPLOS DE APLICACION	52

INTRODUCCIÓN

Las empresas eléctricas ofrecen un vasto campo de servicio al usuario en todos los sectores de nuestro país, para optimizar el servicio, estas instituciones están obligadas día a día a introducir nueva tecnología que permita un manejo óptimo de sus sistemas de Distribución Eléctrica, esto es automatizar parcial o totalmente la operación del sistema eléctrico.

Una de las opciones para optimizar el servicio, es el programa objeto de nuestro estudio CABLE-CAD, este programa facilita el manejo de un sistema de distribución eléctrica, debido a que permite realizar una serie de operaciones como cálculos de: caída de voltaje, pérdidas de potencia, transferencia de carga, reportes, inventarios y demás opciones necesarias para mejorar la distribución de energía eléctrica.

Nuestro estudio está centrado en lo que respecta a despacho de energía, bajo este tema trataremos sobre transferencia de carga, operaciones que permiten el manejo de un sistema de distribución como son las operaciones AM/FM, trataremos acerca de los esquemáticos que son diagramas simplificados que nos permiten visualizar la ubicación relativa de los switches y el estado en que se encuentran (abierto o cerrado), abordamos también el tema de los reportes, debido a la importancia de los cálculos de caída de voltaje dedicamos un capítulo en el cual realizamos la explicación y un ejemplo aplicando las opciones de cálculos de caída de voltaje y pérdidas de energía.

Todos los temas tratados los realizamos en forma ilustrada y clara, para de esta manera contribuir a la comprensión y fomentar la utilización de estos sistemas en las Empresas Eléctricas de nuestro país, para optimizar el servicio que estas prestan a la comunidad.

Capítulo 1

DESPACHO DE CARGA

CONTENIDO

- 1.1 CREACION DE DIAGRAMAS UNIFILARES
- 1.2 OPERACIONES DE DESPACHO DE CARGA
- 1.3 CREACION DE ESQUEMATICOS
- 1.4 OPERACIONES AM/FM
- 1.5 REPORTES
- 1.6 SWTCH

1.1 CREACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES

Para realizar las operaciones de transferencia de carga utilizando el programa **CABLE-CAD** se debe disponer de un diagrama unifilar del sistema eléctrico.

El diagrama unifilar está constituido por las subestaciones interconectadas entre sí formando un anillo en alta tensión. Los archivos que contienen la información del diagrama unifilar se llaman **OLINDEMO**.

El transformador de la subestacion es el único elemento del diagrama unifilar que es inteligente, es decir tiene asociado a la base de datos gráfica la información de la base de datos de texto.

Procedimiento

Crear un nuevo archivo llamado "OLINDEMO"

Insertar en este nuevo archivo de dibujo las subestaciones con su respectivo transformador. Estos elementos deben ser de iguales características que los del circuito de distribución.

Dibujamos el complemento del diagrama unifilar.

De esta manera el diagrama unifilar eléctrico del sistema de distribución queda listo para ser operado después de que se ejecute las opciones bajo el menú "SET HOT LAYER".



DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO, EJEMPLO ELEMENTAL

El objetivo de crear el diagrama unifilar eléctrico es el de establecer una comunicación entre el diagrama unifilar y el circuito de distribución eléctrico para aplicar las opciones de despacho de carga y transferencia de carga.

1.2 OPERACIONES DE DESPACHO DE CARGA

DISPATCH

Este comando nos da el acceso a las operaciones de despacho de carga, es decir todo lo que respecta al manejo de carga en un circuito de distribución eléctrico.

El comando DISPATCH muestra un menú que contiene los siguientes comandos:

AM/FM OPERATIONS

SCHEMATICS

SWITCH

REPORTS

TOGGLE VIEW y

SET HOT LAYER

RUTA: ELECTRIC- DISPATCH

ESTABLECIMIENTO DE CAPAS ACTIVAS

Para que el sistema eléctrico este listo para realizar las operaciones de despacho de carga se debe establecer una conexión entre los diagramas unifilar y de distribución eléctricos, esto se logra estableciendo las capas activas aplicando las opciones bajo el menú SET HOT LAYER en el siguiente orden:

SET CONECTIVITY

SETUP-HOT LAYER

BUILDNDX

NAME SCHEMATICS

SET CONECTIVITY

Descripción.- Este comando nos permite revisar todas las conexiones de parentesco entre los elementos del circuito de distribución eléctrico. Al accionar este comando,

constatamos los elementos incorrectamente conectados si los hubiere, para proceder a corregir el error.

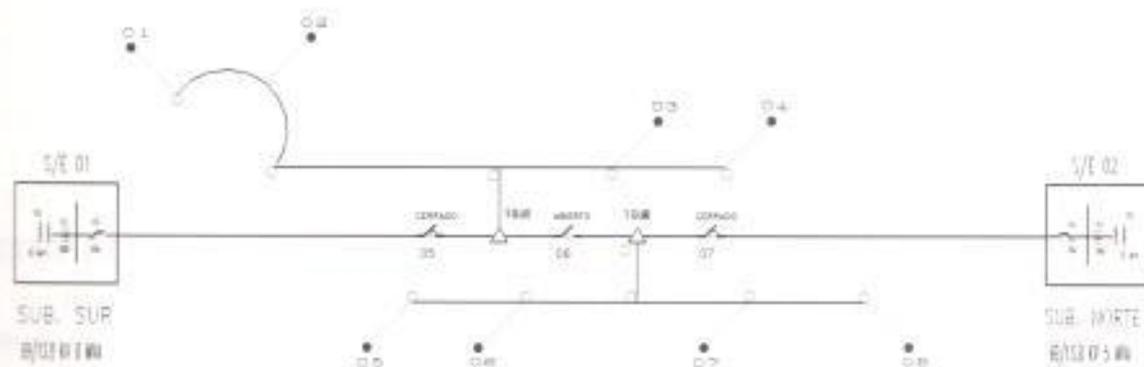
Este comando se aplica antes de ejecutar el comando Setup-hot layer, cabe destacar que en caso de que el comando setup-hot layer haya sido ejecutado el programa no permite realizar set connectivity, en este caso se debe remover las capas activas con el comando Remove Hot Layer .

Procedimiento:

Seleccione el comando SET CONECTIVITY del menú TOOLS

Seleccione un transformador del circuito de distribución eléctrico.

Después de seleccionar el transformador de la subestacion se debe observar que las líneas de distribución y elementos alimentados por este transformador **se tornan de color lila**, indicando de esta manera que los elementos están correctamente conectados, si esto no sucede o algún elemento cambia de color entonces el sistema eléctrico no tiene una adecuada conexión.



DESPUES DE APLICAR EL COMANDO SET CONECTIVITY A LAS DOS SUBESTACIONES.

El procedimiento anterior se debe aplicar a todos y cada uno de los transformadores de las subestaciones, en caso contrario al ejecutar el comando SWITCH se inhibe la computadora teniendo que reiniciar de nuevo el programa corriendo el riesgo de que se dañe el circuito de distribución y o el diagrama unifilar eléctricos.

Notas:

En caso de existir alguna inadecuada conexión, se debe recurrir al comando SHOW-CONNECTS, que permite determinar el

parentesco (relación padre-hijo) de los elementos del circuito eléctrico.

Para realizar una adecuada conexión de un elemento o dispositivo eléctrico se recurre al comando CONNECTS del menú TOOLS.

RUTA: TOOLS - SET CONNECTIVITY

SET HOT LAYER

El comando SET HOT LAYER muestra un menú que presenta las opciones que sirven para crear y reconstruir las capas activas para facilitar el manejo del dibujo en el cual se trabaja, estas opciones son :

BUILDNDX

NAME SCHEMATICS

REMOVE HOT LAYER

SETUP HOT LAYER

RUTA: ELECTRIC- DISPATCH - SET HOT LAYER

SETUP HOT LAYER

El comando SETUP HOT LAYER comienza a reconocer las capas activas del circuito de distribución eléctrico .

Este comando se aplica después de ejecutar el comando SET CONNECTIVITY del menú TOOLS.

Este comando se debe ejecutar cada vez que se incremente o retire switches o transformadores del circuito de distribución, esto se debe realizar con el objeto de actualizar los elementos del circuito eléctrico .

Para ejecutar nuevamente el comando SETUP HOT LAYER primero se debe remover SETUP HOT LAYER con el comando REMOVE HOT LAYER de la siguiente forma:

Aplique el comando REMOVE HOT LAYER

Adhiera o borre los elementos necesarios en el circuito,

Aplique el comando SET CONNECTIVITY,

Aplique el comando SETUP HOT LAYER,

Por ultimo ejecute el comando BUILDNDX

RUTA: ELECTIC - DISPATCH - SET HOT LAYER - SETUP HOT LAYER

BUILDNDX

El comando BUILDNDX construye o reconstruye los índices no gráficos para cada tipo de dispositivo usado en el sistema de despacho.

Este comando debe ser ejecutado cada vez que se ejecute el comando SETUP HOT LAYER , de esta manera se completa el proceso inicial de construcción y organización del circuito.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - SET HOT LAYER - BUILDNDX

NAME SCHEMATICS

Este comando permite crear el nombre de los archivos que contienen los dibujos esquemáticos asociados con el circuito de distribución eléctrico.

El comando NAME SCHEMATICS se ejecuta después de aplicar el comando BUILDNDX al circuito.

Nota:

Si este comando ha sido ejecutado antes para el circuito sobre el cual trabaja, entonces debe sobre-escribir el listado de archivos de los esquemáticos existentes, es decir el nombre de los archivos de los esquemáticos deben ser los mismos que se ingresaron antes.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - SET HOT LAYER - NAME SCHEMATICS

1.3 CREACIÓN DE ESQUEMÁTICOS

Los esquemáticos son diagramas en árbol de todos los switches que operan el circuito de distribución eléctrico. En los esquemáticos se puede observar el estado en que se encuentran los switches (cerrados o abiertos).

Los diagramas esquemáticos son creados por el programa, y cada vez que se ejecutan los comandos para crear los esquemáticos el programa los presenta actualizados, los archivos que contienen la información de los switches de los esquemáticos son "los archivos LST000**.SWI" y los archivos que contienen los

gráficos de los esquemáticos creados son "SCH000**.GRF", estos archivos tienen la siguiente ruta : D:\ENGEN\ELECTRIC\DAT.

Los comandos para crear los esquemáticos están bajo el menú SCHEMATICS.

SCHEMATICS

Este comando muestra un menú que contiene las opciones para presentar los dibujos esquemáticos del circuito de distribución eléctrica que son los siguientes:

ALL SCHEMATICS y

SUB SCHEMATICS

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - SCHEMATICS

ALL SCHEMATICS

El comando ALL SCHEMATICS muestra secuencialmente todos los dibujos esquemáticos del circuito de distribución eléctrica.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - SCHEMATICS - ALL SCHEMATICS

SUB SCHEMATICS

El comando SUB SCHEMATICS muestra el dibujo esquemático de una subestación seleccionada.

Para obtener el esquemático se acciona el comando sub schematics y luego el transformador de la subestación deseada en el diagrama unifilar eléctrico.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - SCHEMATICS - SUB SCHEMATICS

1.4 OPERACIONES AM/FM

AM/FM OPERATIONS

Las operaciones AM/FM tienen un significado sólido dentro del sistema CABLE-CAD

AM : automatización de mapas

FM : facilidades de manejo

El comando AM/FM OPERATIONS muestra un menú que lleva las siguientes opciones:

VIEW SUBSTATIONS

VIEW SWITCH

VIEW FUSE

VIEW TRANSFORMER

HOT TRACE

HOT LOAD

HOT SOURCE

FULL TRACE

FULL LOAD

FULL SOURCE

REPORT EXEPTION

CLEAR EXCEPTION y

EXCEPTION MAP.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS

VIEW SUBSTATIONS

El comando VIEW SUBSTATIONS muestra en pantalla la subestacion seleccionada.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - VIEW SUBSTATIONS

VIEW SWITCH

Este comando permite visualizar y ubicar en pantalla el disyuntor (switch) seleccionado.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - VIEW SWITCH

VIEW FUSE

El comando VIEW FUSE ubica y muestra en pantalla el fusible seleccionado.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - VIEW FUSE

VIEW TRANSFORMER

Al ejecutar este comando podemos encontrar y observar en pantalla el transformador seleccionado.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - VIEW TRANSFORMER

HOT TRACE

Este comando realiza un trazo completo del circuito seleccionado. El comando HOT TRACE trabaja sobre la capa activa.

Este comando se puede ejecutar siempre que se haya ejecutado el comando SETUP HOT LAYER por lo menos una vez.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - HOT TRACE

HOT LOAD

El comando HOT LOAD realiza el trazado del circuito desde el punto seleccionado hacia la carga.

Este comando se puede ejecutar siempre que se haya ejecutado el comando SETUP HOT LAYER por lo menos una vez.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - HOT LOAD

HOT SOURCE

El comando HOT SOURCE realiza el trazado del circuito desde el punto seleccionado hacia la fuente, es decir hacia atrás.

Este comando se puede ejecutar siempre que se haya ejecutado el comando SETUP HOT LAYER por lo menos una vez.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - HOT SOURCE

FULL TRACE

Este comando realiza un trazo completo del circuito seleccionado.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - FULL TRACE

FULL LOAD

El comando HOT LOAD realiza el trazado del circuito desde el punto seleccionado hacia la carga.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - FULL LOAD

FULL SOURCE

El comando HOT SOURCE realiza el trazado del circuito desde el punto seleccionado hacia la fuente, es decir hacia atrás.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - FULL SOURCE

REPORT EXCEPTION

Este comando sitúa una etiqueta de uso definido en el dibujo. Estas etiquetas pueden ser usadas en condiciones de operación temporales como información notable.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - REPORT EXEPTION

CLEAR EXCEPTION

El comando CLEAR EXCEPTION remueve la acción del comando REPORT EXCEPTION.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - CLEAR EXEPTION

EXCEPTION MAP

Este comando muestra las capas que contienen el mapa sobre el cual se realizo el esquema del circuito eléctrico, es decir muestra en pantalla únicamente el mapa.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - AM FM OPERATIONS - EXEPTION MAP

1.5 REPORTES

REPORTS

El comando REPORTS muestra un menú que contiene las siguientes opciones:

ABNORMAL STATUS

ALL SWITCHES

OPEN SWITCHES

SWITCHES BY SOURCE

SWITCHING LOG

Este comando básicamente es la vía de acceso a los archivos que contienen los Estados de las operaciones que se realizan con los switches.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - REPORTS

ABNORMAL STATUS

Este comando presenta un listado de todos los switches en estado anormal.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - REPORTS - ABNORMAL STATUS

ALL SWITCHES

El comando ALL SWITCHES genera un reporte que contiene un listado de todos los switches del circuito de distribución eléctrico.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - REPORTS - ALL SWITCHES

OPEN SWITCHES

Este comando muestra en pantalla un listado de todos los switches que están en estado abierto.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - REPORTS - OPEN SWITCHES

SWITCHES BY SOURCE

El comando SWITCHES BY SOURCE genera un listado de todos los switches conectados a al subestacion seleccionada.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - REPORTS - SWITCHES BY SOURCE

SWITCHING LOG

Este comando presenta un listado de todos los switches desde una fecha preseleccionada.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - REPORTS - SWITCHING LOG

TOGGLE VIEW

Este comando permite viajar del diagrama unifilar al circuito de distribución eléctrica y viceversa, facilitando así el manejo del sistema y ejecución de varias opciones.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - TOGGLE VIEW

1.6 TRANSFERENCIA DE CARGA

SWITCH

El comando SWITCH es la plataforma fundamental que realiza las operaciones de transferencia de carga y es una de las vías de comunicación entre el circuito de distribución y el diagrama unifilar eléctrico.

A través de este comando se puede realizar la apertura y cierre de switches o fusibles, así como también reportes sobre la redistribución de carga respectiva que se llevaría a cabo al realizar estas operaciones, información que permitirá al usuario tomar decisiones efectivas al momento de realizar operaciones de transferencia de carga o apertura de switches para mantenimiento. Además de los reportes presenta sugerencias de transferencia de carga y no permite realizar operaciones de switches que conlleven un cortocircuito entre subestaciones.

Se debe tener presente que cada vez que usted realice aperturas o cierres de switches a través de este comando se crean nuevos reportes y diagramas esquemáticos.

En forma general el comando SWITCH permite ejecutar operaciones de transferencia de carga a través de la apertura o cierre de switches utilizando la información en las capas activas.

Procedimiento:

1. Seleccione el comando SWITCH del menú DISPATCH, al realizar esta operación automáticamente el programa muestra en pantalla el diagrama unifilar eléctrico sobre el cual va a operar.
2. Seleccione el transformador de la subestacion sobre la cual va a operar. Al seleccionar el transformador el sistema genera los diagramas esquemáticos y aparece un listado de todos los switches afectados, es decir aquellos que operan con la subestacion seleccionada.
3. Seleccione un switch que desea operar que se encuentra en el listado mostrado. Al seleccionar un switch el programa realiza la operación respectiva, es decir, si el switch seleccionado se encuentra en estado abierto, el sistema lo cierra, y si esta cerrado el sistema lo abre, estas operaciones pueden ser observadas físicamente en la pantalla debido a que se amplifica el switch operado.
4. Si usted abre un switch cerrado, el sistema muestra un listado de switches que fueron operados con su carga respectiva. Utilice el botón de selección y seleccione un switch, el sistema examina la redistribución de carga causado por la operación del switch. Si existen abonados que quedan sin servicio a causa de esta operación, el sistema presenta una sugerencia para corregir y optimizar el servicio.

Si usted intenta cerrar un switch, el sistema revisa y se cerciora si dos subestaciones pueden quedar interconectadas provocando un cortocircuito. Si esto sucede aparece en pantalla un mensaje de error y retorna al listado de switches. De otro modo el switch es cerrado realizándose la conectividad.

RUTA: ELECTRIC - DISPATCH - SWITCH

Capítulo 2

OPERACIONES DE DESPACHO DE CARGA APLICADOS A UN SISTEMA DE DISTRIBUCION

CONTENIDO

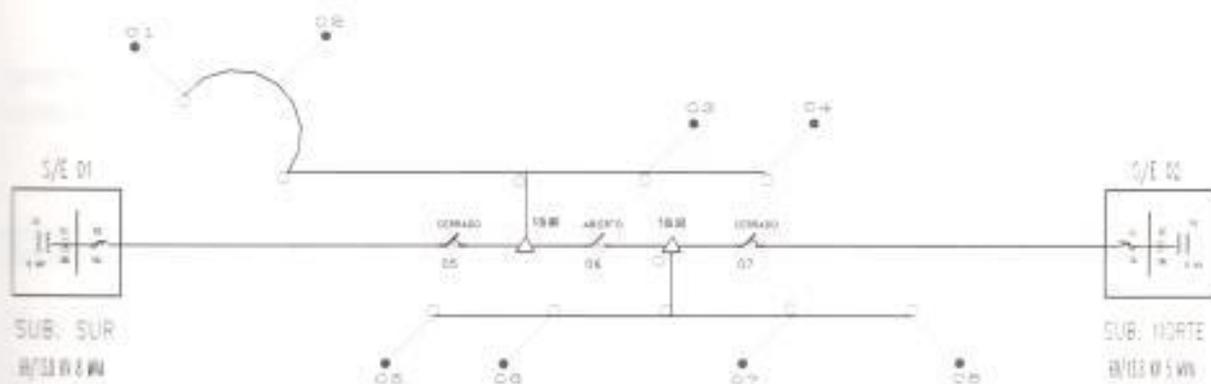
- 2.1 TRANSFERENCIA DE CARGA
 - 2.2 CREACION DE ESQUEMATICOS
 - 2.3 REPORTES
 - 2.4 APLICACION DE LAS OPERACIONES AM/FM
-

2.1 OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CARGA.

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION UTILIZADO COMO EJEMPLO

El sistema que presentamos a continuación es una simplificación de un sistema de distribución eléctrica. Sobre este sistema compuesto de dos subestaciones realizaremos las operaciones de despacho de carga que son: transferencia de carga, operaciones AM/FM, creación de esquemáticos y reportes.

El sistema eléctrico sobre el cual vamos a trabajar esta constituido por dos subestaciones, dos transformadores de distribución que dan servicio a cuatro abonados cada uno, dos brakers uno en cada subestacion, dos fusibles uno en cada subestacion, tres switches que permitirán realizar la transferencia de carga de una subestacion a otra, o aislar elementos para realizar mantenimiento.



CIRCUITO DE DISTRIBUCION ELÉCTRICO

La operación que vamos a realizar es; transferencia de carga de la subestación uno a la subestación dos. Para lograr esto debemos abrir el switch # 5 y el sistema debe sugerir cerrar el switch # 6.

Ejecutamos el comando switch y aparece en pantalla el diagrama unifilar eléctrico.



DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO

Seleccionamos el transformador de la subestacion # 1, y observamos que se genera el esquemático de ésta subestación y aparece en pantalla un listado de los switches que estan conectados a la subestacion # 1 y que pueden ser operados.

Source Number	Switch Number	Normal Status	Current Status	Maximum Rating	Downstream Kva	Downstream Costomers
01	01	CLOSED	CLOSED	200	75.0	4
01	03	CLOSED	CLOSED	500	75.0	4
01	05	CLOSED	CLOSED	50	75.0	4
01	06	OPEN	OPEN	50	0.0	0

Seleccionamos el Switch # 5, y automáticamente el sistema abre el switch # 5 y presenta un listado de los switches abiertos disponibles a cerrar.

List of OPEN switches available to CLOSE

Operated switch : 05

Normal status : CLOSED

Current status : OPEN

Last Operation date :

Last Operation time :

Switch maximum rating: 50.0

Switch no. 05 has the following load.

Phase	KVA	Customers
A	25.0	2
B	25.0	2
C	25.0	0

Substation: 01 Normal Capacity: 6.00 Maximum Capacity: 8.00

Switch number Substation Normal Status

06	02	OPEN	152185
----	----	------	--------

Del listado anterior seleccionamos el switch #6, al realizar la selección, el sistema lo cierra y presenta en pantalla un reporte de los switches operados.

10/23/96

17:48:07

Switch Operation Report

Operated switch : 05

Normal status : CLOSED

Current status : OPEN

Last Operation date :

Last Operation time :

Switch maximum rating: 50.0

Switch no. 05 has the following load:

Phase	KVA	Customers
A	25.0	2
B	25.0	2
C	25.0	0

Substation: 01 Normal Capacity: 6.00 Maximum Capacity: 8.00

Switch number : 06 can be closed to

Substation number : 02

Normal status : OPEN

Current status : OPEN

Last operation date :

Last operation time :

Maximum rating : 50.00

Constraining Ampacity: 180.00

Substation 02 has the following existing load.

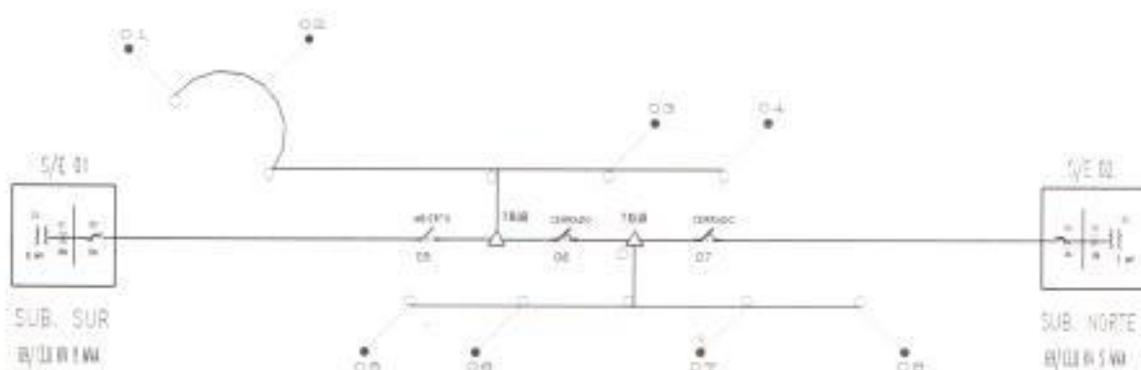
Phase	KVA	Customers
A	25.0	2
B	25.0	2
C	25.0	0

Closing switch 06 will result in the following loading on substation 02

Phase	KVA	Customers
A	50.0	4
B	50.0	4
C	50.0	0

En este listado observamos las condiciones antes y después de cerrado el switch # 6.

De esta manera logramos la transferencia de la carga de la subestacion # 1 a la subestacion # 2 y las nuevas condiciones del sistema en forma gráfica se ilustra en el siguiente esquema.



CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN DESPUÉS DE REALIZAR LA TRANSFERENCIA DE CARGA

Nota:

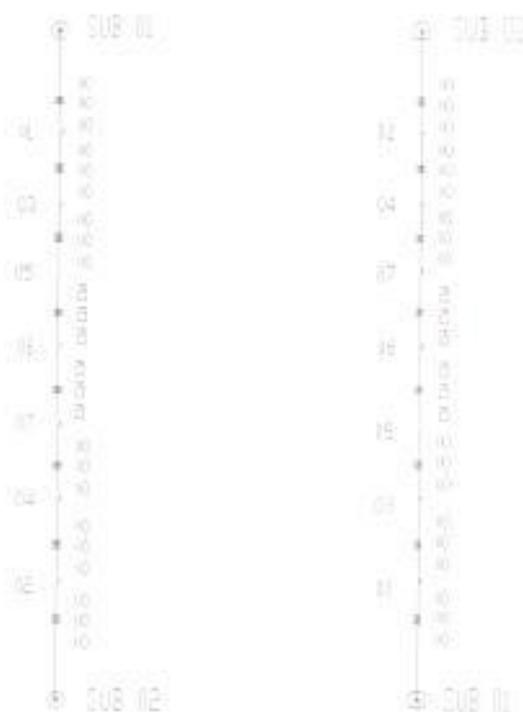
Antes de realizar la transferencia de carga si hubiéramos tratado de cerrar el switch # 6 el sistema no lo hubiera permitido emitiendo un mensaje de error, indicando que las dos subestaciones quedan interconectadas provocando un cortocircuito.

2.2 CREACIÓN DE DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS

Para el circuito de distribución anterior vamos a crear los esquemáticos utilizando las dos opciones del menú SCHEMATICS :

CREACIÓN DE TODOS LOS ESQUEMÁTICOS

Seleccionamos el comando ALL SCHEMATICS, una vez seleccionado este comando podemos observar los esquemáticos en forma secuencial como se muestra en la figura.



DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS

ESQUEMÁTICOS POR SUBESTACIONES

Seleccionamos este comando y el sistema nos presenta el diagrama unifilar, en este diagrama seleccionamos el transformador de la subestacion deseada.



DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA SUBESTACION # 1

Si seleccionamos la subestacion # 2 tenemos el siguiente gráfico



DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA SUBESTACION # 2

2.3 OBTENCION DE REPORTES

Utilizando las opciones bajo el menú REPORTS obtenemos un informe del estado de los switches.

REPORTE DE LOS SWITCHES EN ESTADO ANORMAL

Seleccionamos el comando Abnormal Status y obtenemos el listado de los switches en estado anormal.

10/23/96

17:48:58

Switch Status Report

Where Current Status <> Normal Status

Source number	Switch number	Normal status	Current status	Date of last switching	Time of last switching
------------------	------------------	------------------	-------------------	---------------------------	---------------------------

01	05	CLOSED	OPEN	10/23/96	17:48:07
----	----	--------	------	----------	----------

02	06	OPEN	CLOSED	10/23/96	17:48:13
----	----	------	--------	----------	----------

REPORTE DE TODOS LOS SWITCHES

Para obtener este listado ejecutamos el comando All Switches, el listado que obtenemos es el siguiente.

Report of ALL Switches Grouped by Source

Source Number	Switch Number	Normal Status	Current Status	Maximum Rating	Downstream Kva	Downstream Costomers
01	01	CLOSED	CLOSED	200	0.0	0
01	03	CLOSED	CLOSED	500	0.0	0
01	05	CLOSED	OPEN	50	0.0	0
02	02	CLOSED	CLOSED	200	150.0	8
02	04	CLOSED	CLOSED	100	150.0	8
02	06	OPEN	CLOSED	50	75.0	4
02	07	CLOSED	CLOSED	50	75.0	8

REPORTE DE LOS SWITCHES EN ESTADO ABIERTO

Este listado otenemos ejecutando la opcion Open Switches

Report of All Open Switches Grouped by Source

Source Number	Switch Number	Normal Status	Current Status	Maximum Rating
01	05	CLOSED	OPEN	50

REPORTE DE LOS SWITCHES POR SUBESTACION

Aplicamos el comando Switches by Source y luego seleccionamos la subestacion # 1, obtenemos el siguiente listado.

10/23/96

17:49:15

Switch Report for Source

No. 02

Switch Number	Normal status	Current status	Date of last switching	Time of last switching
------------------	------------------	-------------------	---------------------------	---------------------------

02	CLOSED	CLOSED		
04	CLOSED	CLOSED		
06	OPEN	CLOSED	10/23/96	17:48:13
07	CLOSED	CLOSED		

REPORTE DE SWITCHES POR FECHA

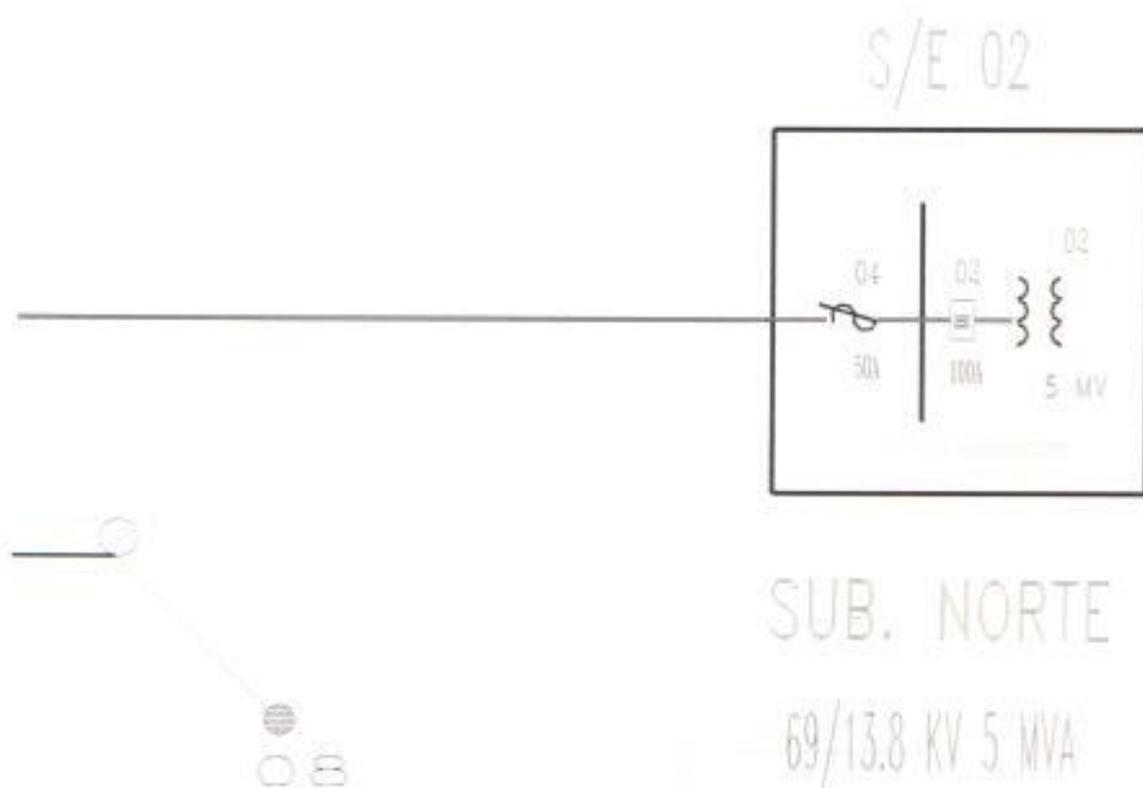
La opción que ejecutamos es Switching Log, y se obtiene el sig. Listado.

Source Number	Switch Number	Normal Status	Current Status	Maximum Rating	Downstream Kva	Downstream Customers
01	01	CLOSED	CLOSED	200	0.0	0
01	03	CLOSED	CLOSED	500	0.0	0
01	05	CLOSED	OPEN	50	0.0	0
02	02	CLOSED	CLOSED	200	150.0	8
02	04	CLOSED	CLOSED	100	150.0	8
02	06	OPEN	CLOSED	50	75.0	4
02	07	CLOSED	CLOSED	50	75.0	8

2.4 APLICACION DE LAS OPERACIONES AM/FM

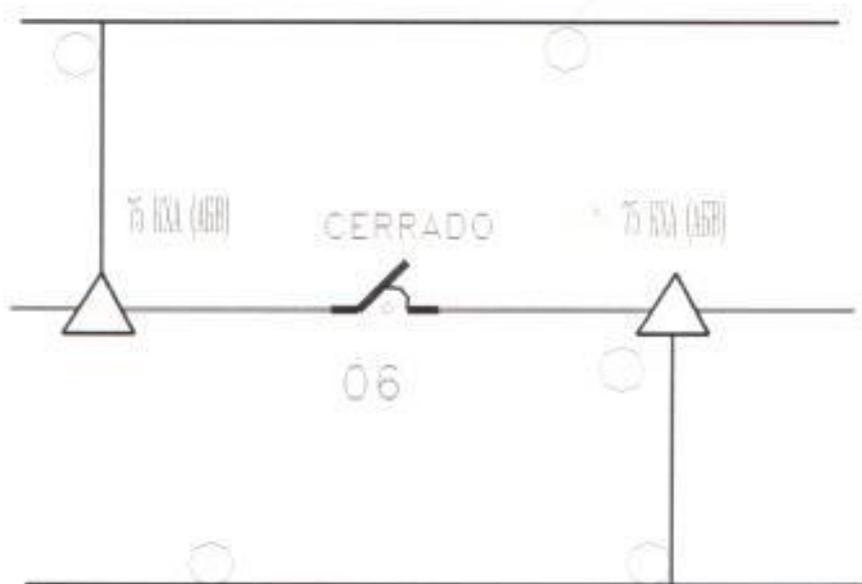
Los comandos que se encuentran bajo este menú nos permiten buscar y observar de cerca (amplificado) el dispositivo que deseamos.

Aplicando el comando View Substation y digitando el numero 02 que corresponde a la subestacion Norte obtenemos el siguiente gráfico.



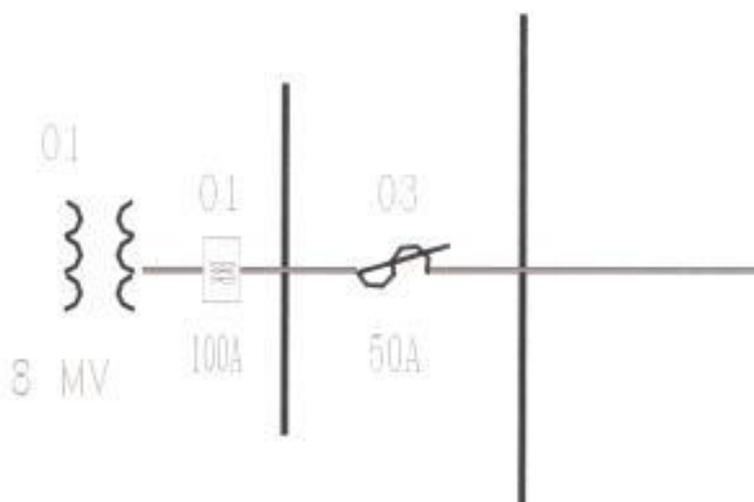
VISTA AMPLIFICADA DE LA SUBESTACION # 2

Seleccionando el comando View Seitch y digitando 06 obtenemos los siguiente.



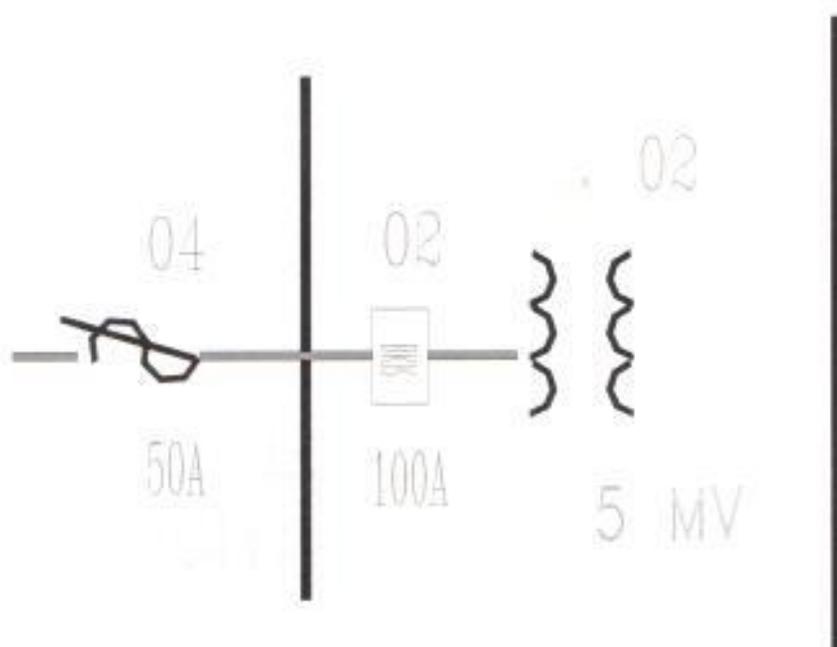
VISTA AMPLIFICADA DEL SWITCH # 6

Seleccionando el comando View Fuse y digitando el # 03 se tiene el gráfico siguiente:



VISTA AMPLIFICADA DEL FUSIBLE # 3

Aplicando el comando View Transformer y digitando el # 02 obtenemos el siguiente gráfico.



VISTA AMPLIFICADA DEL TRANSFORMADOR # 02

Capítulo 3

CONEXION DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRICOS

CONTENIDO

3.1 REGLAS BASICAS

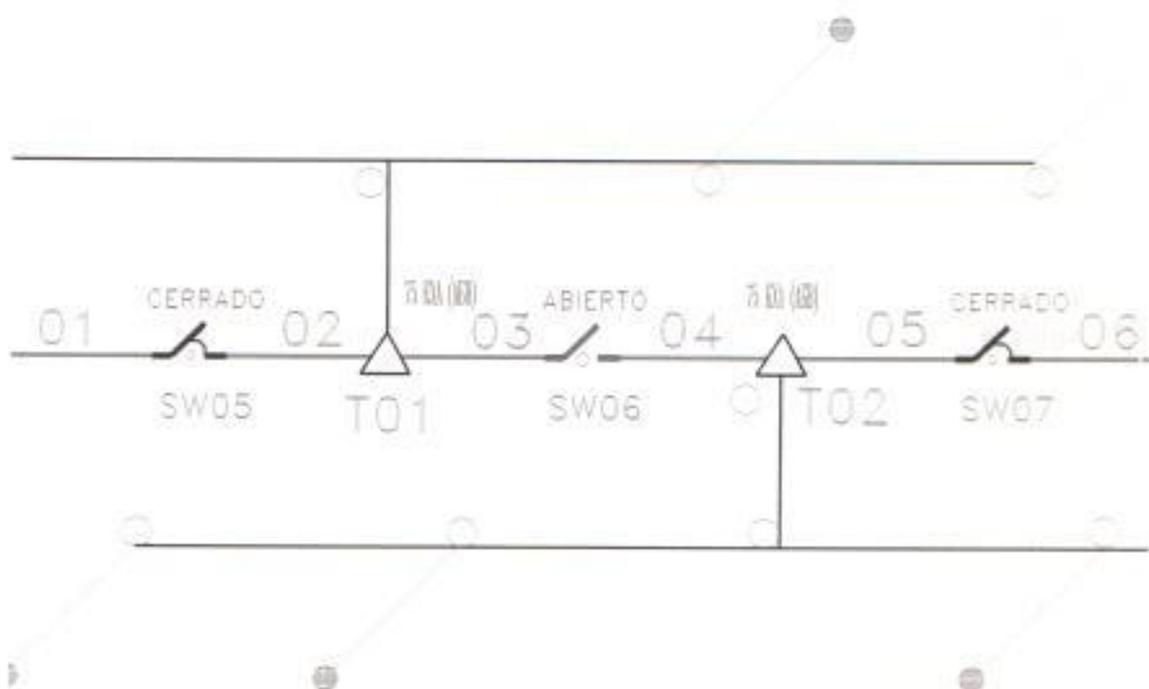
3.2 OBSERVACIONES

3.1 REGLAS BASICAS

La adecuada conexión de los elementos o dispositivos eléctricos es fundamental para ejecutar todas las opciones y facilidades de manejo de un sistema eléctrico que brinda el programa CABLE-CAD.

Para realizar una buena conexión es importante conocer el parentesco que debe tener un elemento con otro, existen elementos que presentan conexiones no comunes como los switches que detallamos a continuación.

En el siguiente esquema presentamos los elementos especiales al realizar su conexión.



SWITCHES DE TRANSFERENCIA DE CARGA

El primer elemento que trataremos es el witch # 6 por considerarlo mas importante.

SWITCH # 06

Este switch esta colocado con el objetivo de realizar transferencia de carga de una subestacion a otra, por lo tanto por el switch puede fluir corriente en ambos sentidos tanto desde la subestacion # 1 como desde la subestacion # 2. Por este motivo se lo relaciona con los demás elementos de la siguiente manera:

Padres:

LÍNEA PRIMARIA # 03

LÍNEA PRIMARIA # 04

EL PROPIO SWITCH # 06

Hijos:

EL PROPIO SWITCH # 06

Nota:

El switch #06 tiene dos padres debido ha que puede circular corriente a traves de este switch desde la subestación #01 o desde la subestación #02, esto es porque se trata de un switch de transferencia de carga.

SWITCH # 05

A través de este switch fluye corriente de la subestacion # 01 hacia la carga. Este switch permite aislar la subestacion # 01.

La conexión de este switch se lo realiza de la siguiente manera:

Padres:

LÍNEA PRIMARIA # 01

SWITCH # 05

Hijos:

LÍNEA PRIMARIA # 02

SWITCH # 05

SWITCH # 07

Este switch es utilizado para aislar la subestacion # 02 .A través del switch # 07 fluye la corriente desde la subestacion # 02 hacia la carga.

Su conexión se la realiza de la siguiente manera:

Padres:

LÍNEA PRIMARIA # 06

SWITCH # 07

Hijos:

LÍNEA PRIMARIA # 05

SWITCH # 07

TRANSFORMADOR # 01

Este transformador puede ser alimentado desde la subestacion # 01 a través del switch # 05 y, desde la subestacion # 02 a través del switch # 06. Su conexión se lo realiza en la forma siguiente:

Padres:

LÍNEA PRIMARIA # 02

LÍNEA PRIMARIA # 03

Hijos:

LÍNEA SECUNDARIA

TRANSFORMADOR # 02

El transformador # 02 puede ser alimentado por las dos subestaciones a través de los switches # 07 y # 06. Su conexión es la siguiente:

Padres:

LÍNEA PRIMARIA # 04

LÍNEA PRIMARIA # 05

Hijos:

LÍNEA SECUNDARIA

3.2 OBSERVACIONES

Aquí trataremos aspectos importantes sobre inconvenientes que se presentaron al realizar este trabajo.

1. El programa CABLE-CAD solo permite la presencia de un diagrama unifilar, el mismo que debe llamarse OLINDEMO, y este se ejecuta desde el directorio ENGENMAP, a menos que se lo direcciona hacia otro directorio.
2. El medio de enlace entre los diagramas unifilar y el esquema electrico es el numero los transformadores de las subestaciones.
3. Para ejecutar el comando SWITCH, primero se debe ejecutar los comandos SET CONNECTIVITY y los comandos bajo el menu SET HOT LAYER en el siguiente orden:

SET CONNECTIVITY

SETUP HOT LAYER

BUIDNDX

NAME SCHEMATICS

4. Al ejecutar el comando SET CONNECTIVITY, se debe tener en cuenta que todo esta correctamente conectado cuando el diagrama se torna de color lila y no desaparece, en caso contrario se debe encontrar el elemento mal conectado y conectarlo correctamente. El comando SET CONNECTIVITY se debe aplicar a todos los transformadores de las subestaciones del circuito de distribucion, en caso contrario al ejecutar el comando SWITCH y seleccionar el transformador no seteado, se inhibe la maquina.

5. Si se hace caso omiso a la incorrecta conexión de un switch, al ejecutar el comando SWTCH y operar sobre este elemento, se inhibe la máquina.
6. Es importante especificar que al realizar el diseño gráfico del sistema eléctrico es indispensable ingresar la información de manera que se conecte dos elementos con una sola línea (línea de distribución), es decir evitar conexiones innecesarias. Si se realizan conexiones innecesarias el programa ocupa más memoria y su ejecución se complica.
7. Cabe indicar que es recomendable apagar su terminal de cómputo cada vez que el programa se inhiba en lugar de reiniciarlo.

Capítulo 4

COMANDOS AC VOLTAGED DIP, TLM y VOLTAGE DROP

CONTENIDO

- 4.1 INTRODUCCION
 - 4.2 ANALISIS DEL PROGRAMA VOLTAGED.UDC
 - 4.3 ANALISIS DEL PROGRAMA ACVOLTAGED.UDC
 - 4.4 ANALISIS DEL PROGRAMA TLM.UDC
 - 4.5 EJEMPLO DE APLICACION
-

4.1 INTRODUCCION

Del comando ENGINEERING del menú ENGEN. Las aplicaciones específicas que analizaremos son:

VOLTAGED DROP

TLM

AC VOLTAGE DIP

Cada uno de estos comandos llaman a los programas que se encuentran archivados en los siguientes directorios respectivamente :

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

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

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

El programa VOLTAGED DROP 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 y cálculos de cada una de estas aplicaciones. Luego para confirmar el análisis teórico se presentará una comprobación manual de dichos cálculos con un ejemplo.

4.2 ANÁLISIS DE VOLTAGED.UDC

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.

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 LOKKET_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 pide 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 DROPALC.

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 reconociendo 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 /mt.), 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



FORMULACION MATEMATICA Y ANALISIS DE INGENIERIA.

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 obtenemos 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 esta 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:

$$LINE-CURRENT = (VOL_DROP / (P3 + P5))$$

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

$$PRCNT-VDROP(1) = (VOL_DROP / SECD_VOLT) * 100$$

La caída de voltaje total en porcentaje se calcula:

$$VOLT_DROP = (@VOLT_DROP + @VDROP)$$

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 esta analizando se obtiene con la siguiente fórmula.

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

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

$$P7 = (V_{\text{secund}} - V_{\text{drop}}) / \sqrt{3}$$

$$\text{Ó} \quad P7 = P2$$

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

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

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

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

La reactancia en ohmios se obtiene con la fórmula siguiente:

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

La caída de voltaje en el tramo que se esta 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:

$$\text{PRCNT_VDROP}(3) = (\text{VOL_DROP} / \text{SECD_VOLT}) * 100$$

La caída de voltaje total en porcentaje se calcula:

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

Caída De Voltaje De Transformador Debido A Ambas Cargas.

$$\text{PRCNT-VDROP}(5) = ((\text{VOLT_DROP} + \text{MOTOR_DROP}) / \text{VOLT_SECUND}) * 100$$

4.3 ANALISIS DE ACVOLTAGED.UDC

DESCRIPCION DEL PROGRAMA.

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 el artículo II, 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 esta en el artículo II, para comprender el significado y uso de las mismas definimos cada una de las variables y constantes que son utilizadas.

Pent Vdip a.- Porcentaje de caída de voltaje debido a los acondicionadores de aire.

Pent Vdip 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 II, 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]

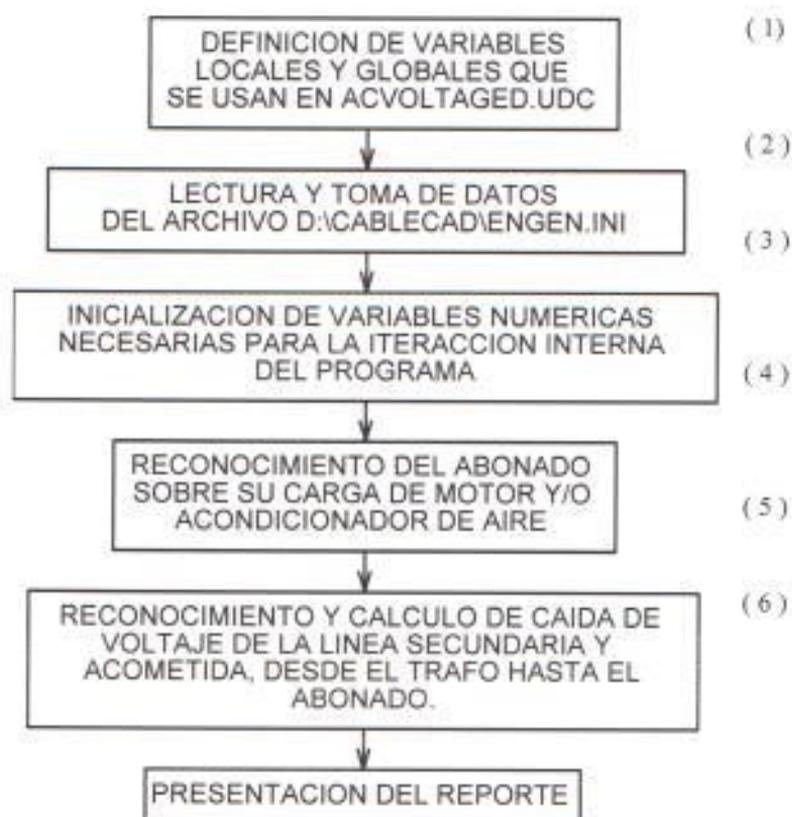
[@ C2 * @ LENGTH / 100]

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 II, 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, 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, para obtener el porcentaje de caída total considerando la carga de los equipos.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROGRAMA ACVOLTAGED.UDC



FORMULACION MATEMÁTICA Y ANÁLISIS DE INGENIERÍA.

Administracion De La Carga De Los Transformadores.

Conversión de los KW del motor a HP:

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

Convierte la longitud de la línea a pies:

$$@length = (@length * @conv_to_feet)$$

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

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

Calcula la caída de voltaje debido a los motores

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

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):

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

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

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

Caída de voltaje total debido a los acondicionadores de aire:

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

Caída de voltaje total debido a los motores:

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

4.4 ANALISIS DE TLM.UDC

DESCRIPCION DEL PROGRAMA.

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 PERDIDAS

KWHR AJUSTABLES

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

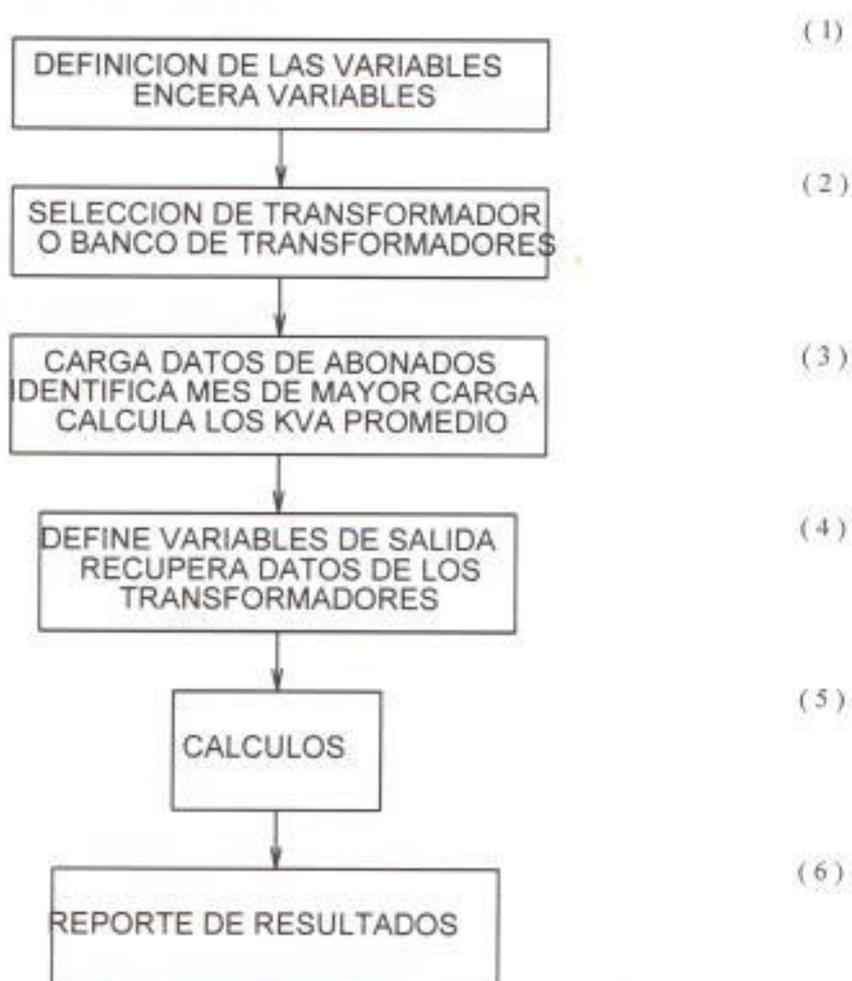
Las líneas alimentadas por el transformador seleccionado se puede visualizar en la pantalla porque el programa hace que se tornen amarillas .

Para realizar los cálculos 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 cálculos y por último muestra los resultados en la pantalla junto con los datos del transformador.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROGRAMA TLM.UDC



FORMULACION MATEMATICA Y ANALISIS DE INGENIERIA.

Administracion De Carga De Los 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.

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

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

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

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

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

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

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.

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

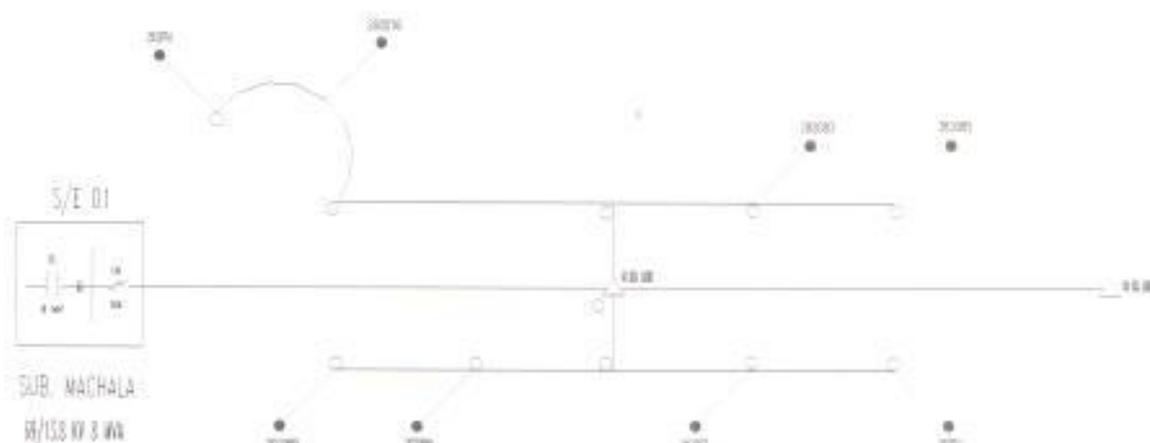
$$\text{@adj_kva} = \text{@rating} * (\text{@utilfac} / 100)$$

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

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

4.5 EJEMPLO DE APLICACION DE LOS COMANDOS

DESCRIPCION DEL SISTEMA



SISTEMA DE DISTRIBUCION

S/E de Distribución:

Voltaje 69/13.8 KV - 6/8 MVA.

Conexión Delta- Y

Interruptor:

Voltaje 13.8 KV.

Rating 200 Amp.

Cuchilla de alta:

Fase A,B,C

Rating 50 Amp.

Primario 13.8 KV:

Línea de Distribución primaria tipo aérea.

Fases A,B.

Conductor: #2 ACSR.

Neutro: #2 ACSR.

Longitud 500 metros (primer tramo).

Lanco de trafo:

Banco de Trafo de distribución: 7200/120-240 V.

Capacidad de 50 KVA.

Reactancia de 1.2

Conexion Delta Delta

Secundario:

Línea de distribución secundaria tipo aérea.

Conductor : #2 AL.

Numero de cables 3

Longitud 90 mts(primer tramo).Longitud diferente para cada usuario.

ACOMETIDA:

Acometida de servicio.

Tamaño de cable : 1/0 AL.

Longitud 35 m. (un abonado) , variar de acuerdo al abonado

Para cada abonado se indica:

Nombre.

Codigo del cliente.

Consumo Kwh (12 meses).

Demanda en KWH

DEMOSTRACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS RESULTADOS.

Aplicacion Del Comando Voltaged Drop

Con el ejemplo llamado ABRIL12 utilizaremos las fórmulas para demostrar su validez.

Los datos que se utilizan en el circuito radial son:

TABLA

CABLE	R [OHM/MILL]	L [OHM/MILL]
2/0	0.706	0.641
1/0	0.888	0.656
2	1.69	0.665
1	1.12	0.665

(*) Estos valores los obtenemos de las tablas:

ACSR.TXT, si es de aluminio.

COOPER.TXT, si es de cobre

LINEA 1.

$$P1 = 2400 / 3 = 8000$$

$$P2 = 120 / \sqrt{3} = 69.28$$

$$P3 = 93 * 1.69 * 0.9 / 5280 = 2.68 E -2.$$

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

$$P5 = 93 * 0.665 * 0.436 / 5280 = 5.106 \text{ E} - 3$$

$$\text{VOL_DROP} = 8000 / 69.282 * (3.19 \text{ E} - 2) * \sqrt{3} = 6.379 \text{ [V]}$$

$$\text{LINE_CURRENT} = 6.379 / 3.189\text{E}-2 = 200 \text{ [A]}$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 6.379 / 120 * 100 = 5.315 \text{ [\%]}$$

LINEA 2.

$$P1 = 13000 / 3 = 4333.33$$

$$P2 = (120 - 6.38) / \sqrt{3} = 65.60$$

$$P3 = 154 * 0.9 * 1.69 / 5280 = 4.436 \text{ E} - 2$$

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

$$P5 = 154 * 0.436 * 0.66 / 5280 = 8.45\text{E} - 2$$

$$\text{VOL_DROP} = (4333.33 / 65.56) * (5.28\text{E}-2) * \sqrt{3} = 6.04 \text{ [V]}$$

$$\text{LINE_CURRENT (2)} = 6.04 / 5.28 = 114.41 \text{ [A]}$$

$$\text{PRCNT_VDROP} = 6.04 / 120 * 100 = 5.03 \text{ [\%]}$$

Aplicacion Del Comando Voltage Dip

Con el ejemplo llamado ABRIL.12 utilizaremos las fórmulas para demostrar su validez.

Los datos que se utilizan en el circuito radial son:

TABLA (*)

CABLE	C1 AA	C2 MOT.
1/0	0.59	0.36
2	0.92	0.56

TABLA (**)

TRAFO.	T1 AA	T2 MOT.
1/0	0.26	0.16

(*) Estos valores los obtenemos de las tabla:

VDCOM.TXT.

(**) Estos valores los obtenemos de las tabla:

VDXFRM.TXT.

ABONADO # 01.

MOTOR DEMAND = 2 KW

AIR CONDITIONING = 1 KW

CABLE 1/0

@motor_dmd = (2KW*100)/(746*0.85) = 3.1541 HP

pcnt_vdip_a = 0 + ((0.92 * 644) + (0.59*35))/100 = 6.1313 %

$$@\text{pcent_vdip_m} = 0 + ((0.56 * 664) + (0.36 * 35)) / 100 = 3.7324 \%$$

$$@\text{pcent_vdip_a} = 6.1313 + 0.16 = 6.2913 \%$$

$$@\text{pcent_vdip_m} = 3.7324 + 0.10 = 3.8324 \%$$

$$@\text{pcent_vdip_a} = 6.293 * 1 = 6.2913 \%$$

$$@\text{pcent_vdip_m} = 3.8324 * 3.1541 = 12.09 \%$$

ABONADO # 02.

MOTOR DEMAND = 2 KW

AIR CONDITIONING = 1 KW

CABLE 1/0

$$@\text{motor_dmd} = (2\text{KW} * 100) / (746 * 0.85) = 3.1541 \text{ HP}$$

$$\text{pcent_vdip_a} = 0 + ((0.92 * 515) + (0.59 * 40)) / 100 = 4.962 \%$$

$$@\text{pcent_vdip_m} = 0 + ((0.56 * 515) + (0.36 * 40)) / 100 = 3.028 \%$$

$$@\text{pcent_vdip_a} = 4.962 + 0.16 = 5.122 \%$$

$$@\text{pcent_vdip_m} = 3.028 + 0.10 = 3.128 \%$$

$$@\text{pcent_vdip_m} = 3.128 * 3.1541 = 9.866 \%$$

Aplicacion Del Comando TLM

Con el ejemplo llamado ABRIL12 utilizaremos las fórmulas para demostrar su validez.

$$\text{DEMANDA PROMEDIO} = 8 / 720 = 0.009$$

$$\text{FACTOR DE COINCIDENCIA} = 0.5 (1 + (5 / ((2 * 8) + 3))) = 0.632$$

$$\text{DEMANDA PICO} = 9 / 720 = 0.0125$$

$$\text{FACTOR DE UTILIZACIÓN} = 9 / 75 = 0.120$$

$$\text{FACTOR DE CARGA} = 6.25 / 9 = 0.694$$

$$\text{FACTOR DE PERDIDAS} = (6.25)^2 / (9)^2 = 0.482$$

$$\text{KVA AJUSTADOS} = 9 / 100 = 0.009$$

$$\text{KWHR AJUSTADOS} = 0.12 * 0.09 = 0.011$$

TABLA DE RESULTADOS DE LA APLICACION DE COMANDO TLM PARA EL TRANSFORMADOR I

ENGHOUSE SYSTEMS LTD.

TRANSFORMER LOAD REPORT

Nov 09 1995

Transformer Number: 1

Primary Voltage: 7200

Secondary Voltage: 120/240

Phasing: ABC

Manufacturer: DEL

Impedance: 1.200

Number of Customers: 8

	CALCULATED	TYPICAL
Average Demand: 0.009		3.458
Peak Demand: 0.013		-----
Coincidence Factor: 0.632		0.632
Utilization Factor: 0.120		-----
Load Factor: 0.0694		0.301

Loss Factor: 0.482 0.122

Connected KVA: 75000

Adjusted KVA: 0.09

Connected KWHR: 9

Esta tabla muestra información referente al transformador 1 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.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El fundamento bajo el cual se sustenta nuestro trabajo es dar a conocer las facilidades que ofrece el SOFTWARE CABLE-CAD para administrar un sistema de distribución eléctrico, y fomentar la utilización del mismo en las Empresas Eléctricas de nuestro país.

A medida que el tiempo avanza se renova la tecnología, esto implica que debemos prepararnos para los tiempos venideros, actualizando nuestros conocimientos y también introduciendo nueva tecnología en nuestras Empresas, para de esta forma mejorar sus servicios y ser más competitivos.

Para las Empresas Eléctricas una de las opciones que se presentan en la actualidad para administrar de forma óptima su sistema de distribución, es el SOFTWARE CABLE-CAD.

Este programa como lo hemos demostrado facilita de sobremanera el manejo de un sistema de distribución eléctrico, permitiendo al usuario realizar operaciones de transferencia de carga, conociendo de antemano los resultados que se van a obtener.

Se puede también aumentar el circuito como proyección a futuro y obtener los cálculos necesarios como caída de voltaje, pérdidas de energía, etc. para determinar su factibilidad.

El sistema permite realizar cambios en sus programas y además crearlos, es decir que se puede personalizar el mismo para su mejor aprovechamiento .

En las empresas eléctricas es difícil mantener un inventario actualizado de los elementos o dispositivos eléctricos que posee y también mantener a disposición planos y mapas actualizados de la zona en que laboran. Esta facilidad es posible al utilizar este sistema.

La única empresa eléctrica en nuestro país que utiliza este SOFTWARE es la Empresa Eléctrica de la Península (EMEPE), obteniendo excelentes resultados.
