

29,109



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

**LINEAS DE TRANSMISION
MULTIFASICAS**

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a n :

Adela Wingartz Plata

José Vicente Gómez Hernández

Mario Sosa Rangel

Salustino Gordillo Pascual

Director de Tesis: Ing. Rodolfo Lorenzo Bautista



México, D. F.

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

LINEAS DE TRANSMISION MULTIFASICAS.

INDICE

	PAGINA
CAPITULO I Introducción a los sistemas eléctricos multifásicos.	7
I.1 Introducción.	8
I.2 Concepto de la transmisión multifásica.	9
I.3 Definición del sistema de voltajes para líneas de transmisión multifásicas.	12
I.4 Ventajas y desventajas de los sistemas de transmisión multifásicos.	17
 CAPITULO II Parámetros eléctricos de los sistemas de transmisión multifásicos.	 21
II.1 Introducción.	22
II.2 Cálculo de los parámetros de línea.	23
II.2.1 Parámetros de línea no transpuesta.	23
II.2.2 Parámetros de línea transpuesta.	29
II.3 Teoría de componentes simétricos para sistemas hexafásicos.	30
II.3.1 Operador b , para G fases.	33
II.3.2 Transformaciones.	33

	PAGINA
II.3.3 Potencia transmitida en componentes de secuencia.	36
II.3.4 La matriz de impedancia Z de una línea típica.	37
II.3.5 Mallas de secuencia para 6 fases.	38
CAPITULO III Análisis eléctrico de las líneas de transmisión multifásicas.	40
III.1 Evaluación de las características de funcionamiento de las líneas.	41
III.2 Características de funcionamiento independientes de la distancia.	41
III.3 Características de funcionamiento dependientes de la distancia.	41
III.4 Evaluación de los gradientes de tierra.	45
III.4.1 Cálculo de los gradientes del voltaje inducido electrostáticamente.	45
III.5 Desbalances electrostáticos y electromagnéticos.	56
III.5.1 Método de cálculo de desbalances hexafásicos.	56

	PAGINA
III.6 Maniobras monofásicas.	59
III.6.1 Desarrollo del modelo matemático.	59
III.7 Efecto Corona.	62
III.7.1 Introducción.	62
III.7.2 Gradiente de iniciación corona.	62
III.7.3 Evaluación de las pérdidas por efecto corona.	65
III.8 Comportamiento del ruido audible.	67
III.8.1 Fenómeno del ruido audible.	67
III.8.2 Método para la evaluación del ruido audible.	68
III.9 Comportamiento del ruido de radiointerferencia.	79
III.9.1 Introducción.	79
III.9.2 Análisis de radiointerferencia para líneas hexafásicas.	79
III.9.3 Niveles de radiointerferencia en lluvia.	97
III.9.4 Niveles de radiointerferencia en buen tiempo.	97

	PAGINA
CAPITULO IV Aislamiento de las líneas de transmisión.	98
IV.1 Introducción.	99
IV.2 Análisis de la suficiencia de aislamiento de línea.	99
IV.2.1 Comportamiento por maniobras de switcheo.	100
IV.2.2 Comportamiento con descargas atmosféricas.	101
IV.2.3 Comportamiento a 60 Hz.	104
IV.3 Coordinación de aislamiento.	112
IV.3.1 Introducción.	112
IV.3.2 Selección del rango del apartarrayos.	117
IV.3.3 Selección del BIL de equipo (nivel básico de aislamiento).	123
IV.3.4 Resultado y conclusiones.	126
 CAPITULO V Análisis mecánico de las líneas de transmisión multifásicas.	 130
V.1 Introducción.	131
V.2 Estructuras para las líneas de prueba.	133
V.3 Diseño de aisladores.	136
V.4 Espaciadores.	138
V.5 Parámetros de diseño mecánico para las estructuras.	141

	PAGINA
CAPITULO VI Estudio comparativo de los sistemas trifásicos y hexafásicos.	144
CAPITULO VII Conclusiones.	154
APENDICE A1 Programa de computadora Parámetros de líneas de transmisión trifásicas y hexafásicas.	157
APENDICE A2 Efecto corona en líneas de transmisión.	307
BIBLIOGRAFIA	321

CAPITULO I

INTRODUCCION A LOS SISTEMAS ELECTRICOS MULTIFASICOS.

CAPITULO I

INTRODUCCION A LOS SISTEMAS ELECTRICOS MULTIFASICOS.

I.1 INTRODUCCION.

En años recientes los sistemas de transmisión multifásica están siendo considerados como una nueva alternativa en la transmisión de energía eléctrica para lograr una eficiente utilización de los derechos de vía e incrementar la capacidad de transmisión y así satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica. La transmisión multifásica ha significado tradicionalmente tres fases, aunque sistemas con un número mayor de fases se han considerado por muchos años, las desventajas de añadir más fases a las líneas de alta tensión desanimaron en un principio cualquier desarrollo de la idea; con el tiempo y debido al constante incremento de las necesidades de suministro de energía eléctrica; el aumento en la capacidad de transmisión y una utilización eficiente de los derechos de vía son unas de las mayores preocupaciones de las compañías suministradoras de energía eléctrica.

Una referencia importante al respecto es que en los Estados Unidos de Norteamérica la demanda de energía eléctrica se espera aumente 6 veces en los próximos 30 años. Sin embargo, la crisis energética que afecta al mundo puede reducir éste factor, pero de cualquier forma la demanda de energía eléctrica seguramente se incrementará, entonces debido a la insuiciencia y alto costo de las líneas de transmisión y derechos de vía existentes deberá hacerse el uso más eficiente de la carga disponible.

Una alternativa que se presenta para solucionar éste problema es el cambio de los sistemas de transmisión trifásicos convencionales a multifásicos (mayores pero múltiplos del trifásico), los cuales pueden dar una mayor relación de potencia transmitida en el área transversal del derecho de vía.

Actualmente, hay una gran dificultad para adquirir derechos de vía para nuevas líneas de transmisión de extra alto voltaje, particularmente en áreas más densamente pobladas, por razones entre las cuáles se

encuentran: La disponibilidad del terreno, estética, conocimientos acerca de los efectos del campo electromagnético, interferencias de radio y T.V., y ruido audible, etc. Por éstas razones, actualmente tiene una gran importancia investigar los conceptos de transmisión que ofrecen la posibilidad de incrementar la cantidad de energía eléctrica que puede ser enviada a través de una línea de transmisión.

El concepto de la línea de transmisión multifásica en lugar de los sistemas trifásicos convencionales ofrece un recurso y una solución única al problema, y las investigaciones preliminares revelan la factibilidad general de los sistemas de transmisión multifásica; sin embargo la transmisión hexafásica parece ser, la más promisoría entre los sistemas multifásicos para una realización en un futuro cercano.

El concepto de usar 6, 9, 12 ó 36 fases en lugar de la trifásica convencional para transmisión de energía fue propuesto en 1972 en el CIGRE por L.O. Barthold y H.C. Barnes y desde entonces la WEST VIRGINIA UNIVERSITY de Estados Unidos y la Power Technologies Inc. realizaron las investigaciones en este campo, sin embargo a causa del creciente interés, en diversas partes del mundo se han reportado varios artículos que muestran diferentes aspectos de esta nueva tecnología de transmisión de energía eléctrica tales como: factibilidad, análisis de fallas, esquemas de protección, conversión de algunas líneas trifásicas de doble circuito a una línea hexafásica, etc. Para verificar los resultados preliminares debidos a éstos estudios, se han construido líneas de prueba con arreglos hexafásicos y docefásicos como los realizados por Power Technologies Inc. y sus resultados confirman datos analíticos previstos del comportamiento eléctrico y mecánico que demuestran que pueden construirse diseños sencillos con materiales estándar.

1.2 CONCEPTO DE LA TRANSMISION MULTIFASICA.

Este trabajo tratará de analizar la eficiencia del espacio de transmisión (derecho de vía) en función del número de fases del circuito ó circuitos utilizados para transmisión de energía eléctrica.

Partiremos de la representación de potencia en un medio de transmisión:

Para esto si consideramos que las pérdidas de potencia son despreciables, la potencia medida por las cantidades terminales en cualquier medio de transmisión de potencia, es igual a la integral de superficie de alguna forma de esfuerzo sobre una sección transversal del medio de transmisión. Un ejemplo simple se muestra en la figura 1.2.1, donde la potencia es transmitida por una flecha mecánica a la carga. En este caso la potencia transmitida, representada por el producto del par y la velocidad angular, es igual a la integral del esfuerzo cortante y la velocidad angular sobre la sección transversal de la flecha. Es evidente de este análisis que el medio de transmisión (en este caso la flecha) se usa rara vez a plena potencia, y que el par limitante está dado por el esfuerzo cortante en la circunferencia exterior de la flecha.

El equivalente eléctrico para líneas de transmisión aéreas es ilustrado en la figura 1.2.2. en este caso la potencia medida en las terminales de la línea es $[V][I]^*$ la cual puede ser también representada como la potencia almacenada en la energía electromagnética y electrostática en el dieléctrico del aire. La potencia almacenada en el dieléctrico se representa por el vector de Poynting como:

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} \quad (1.2.1)$$

Donde \vec{S} es la densidad de potencia (w/m^2)
 \vec{E} es la intensidad de campo eléctrico (v/m)
 \vec{H} es la magnitud del campo magnético en (A/m)

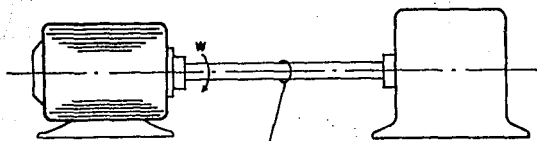
Utilizando las ecuaciones de Maxwell para relacionar \vec{E} y \vec{H} por la impedancia intrínseca del medio de transmisión Z_1 , entonces la magnitud del vector de Poynting se puede expresar en función de \vec{E} y Z_1 como:

$$|\vec{S}| = \frac{|\vec{E}|^2}{Z_1} \quad (1.2.2)$$

La integral del vector de Poynting sobre toda la sección transversal en la cual la línea pasa, sería igual a la potencia medida en las terminales de la línea.

$$S = [V][I]^* = \int_x \int_y S_z \, dx dy \quad (1.2.3)$$

fig. I.2.1



$$P = \omega \cdot T = \int_A \omega r \times \tau dA \text{ donde:}$$

P = Potencia

ω = Velocidad angular

T = Par

A = Area

r = Radio vector

τ = Vector de esfuerzo cortante

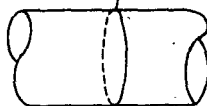
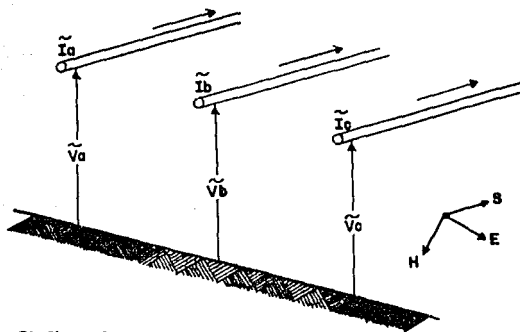


fig. I.2.2.



$$S = [\vec{V}][\vec{I}]^* = \int_x \int_y S dx dy$$

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: TRANSMISION DE POTENCIA MECANICA, TRANSMISION DE POTENCIA ELECTRICA.			
FIGURA No 52-1, I-2-2 ESCALA: —			FECHA: 1988

Para esto si consideramos que las pérdidas de potencia son despreciables, la potencia medida por las cantidades terminales en cualquier medio de transmisión de potencia, es igual a la integral de superficie de alguna forma de esfuerzo sobre una sección transversal del medio de transmisión. Un ejemplo simple se muestra en la figura 1.2.1, donde la potencia es transmitida por una flecha mecánica a la carga. En este caso la potencia transmitida, representada por el producto del par y la velocidad angular, es igual a la integral del esfuerzo cortante y la velocidad angular sobre la sección transversal de la flecha. Es evidente de este análisis que el medio de transmisión (en este caso la flecha) se usa rara vez a plena potencia, y que el par limitante está dado por el esfuerzo cortante en la circunferencia exterior de la flecha.

El equivalente eléctrico para líneas de transmisión aéreas es ilustrado en la figura 1.2.2. en este caso la potencia medida en las terminales de la línea es $[V][I]^*$ la cual puede ser también representada como la potencia almacenada en la energía electromagnética y electrostática en el dieléctrico del aire. La potencia almacenada en el dieléctrico se representa por el vector de Poynting como:

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} \quad (1.2.1)$$

Donde \vec{S} es la densidad de potencia (w/m^2)
 \vec{E} es la intensidad de campo eléctrico (v/m)
 \vec{H} es la magnitud del campo magnético en (A/m)

Utilizando las ecuaciones de Maxwell para relacionar \vec{E} y \vec{H} por la impedancia intrínseca del medio de transmisión Z_0 , entonces la magnitud del vector de Poynting se puede expresar en función de \vec{E} y Z_0 como:

$$|\vec{S}| = \frac{|\vec{E}|^2}{Z_0} \quad (1.2.2)$$

La integral del vector de Poynting sobre toda la sección transversal en la cual la línea pasa, sería igual a la potencia medida en las terminales de la línea.

$$S = [V][I]^* = \int_x \int_y S_z \, dx \, dy \quad (1.2.3)$$

Es importante examinar los límites de densidad implicados en la ecuación I.2.2, sabiendo que Z_1 para el aire es de 377Ω y que la densidad de campo eléctrico E , es limitada por la rigidez dieléctrica del aire la cual es aprox. de 30 KV pico /cm. Haciendo un cálculo con éstos valores para obtener la potencia límite, se tiene que ésta es aproximadamente 12,000 MW/m². En la construcción tradicional de las líneas de transmisión se concentra cerca de la superficie de los conductores la mayor parte de esta densidad de potencia, se estima que en una línea de transmisión trifásica típica más del 95% de la energía almacenada en el campo circundante a un conductor está contenida en un radio igual al 5% del espaciamiento entre fases. De éstas observaciones se concluye que para mejorar en forma significativa la eficiencia del derecho de vía es necesario cambiar las configuraciones de los conductores ó bien el número de fases a usar.

I.3 DEFINICION DEL SISTEMA DE VOLTAJES PARA LINEAS DE TRANSMISION MULTIFASICAS.

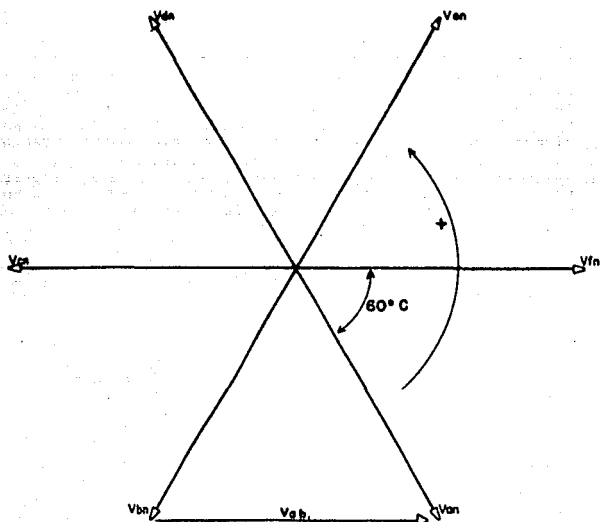
La mayor utilización de los derechos de vía con sistemas multifásicos se logra básicamente por la relación de voltajes de línea a línea adyacentes (V_{l-1}) al voltaje de línea a neutro (V_{l-n}), la cuál en un sistema n-fásico está dado por:

$$V_{l-1}/V_{l-n} = \text{Sen}(360/N) / \text{Sen}(90 - 180/N)$$

(1.3.1)

Donde $N=3, 6, 9, \dots$, etc.

Esto puede observarse en el diagrama de fasores para un sistema de 6 fases como se muestra en la figura I.3.1. Nótese que la relación V_{l-1}/V_{l-n} es unitaria para los sistemas hexafásicos y disminuye para sistemas mayores, lo cuál se puede apreciar en la tabla I.3.1, ó bien en una forma más clara en las figuras I.3.2 a y b. De éstas últimas, se ve que en un circuito de 21 fases puede elevar 7 veces la capacidad de un circuito trifásico, y que su relación V_{l-1}/V_{l-n} es solamente 0.298, en otras palabras un circuito de 21 fases es equivalente a tener 7 circuitos trifásicos, por lo tanto un circuito de 21 fases requiere de un menor corredor de transmisión (derecho de vía). Esto se debe a que la distancia entre fases es pequeña, ya que el voltaje de línea a línea adyacente es bajo.



La relación de voltajes de línea-línea a línea-neutro para un sistema N-fásico está dado por:

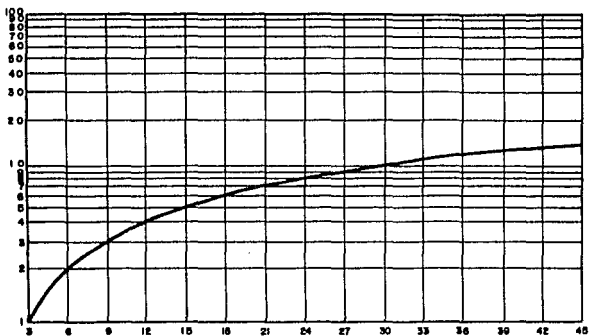
$V_{L-L}/V_{L-n} = \text{Sen}(360/N) / \text{Sen}(90-180/N)$ donde $N = 3, 6, 9$ etc.

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: DIAGRAMA FASORIAL PARA UN SISTEMA HEXAFASICO.			
FIGURA No. 1-3-1	ESCALA: —	FECHA: 1988	

NO. DE FASES	V_{i-1} V_{i-n}	V_{i-1} AL SIGUIENTE V_{i-n}				NO. DE CIRC. EQUIVANTES
		500 Kv.	289 Kv.	138 Kv.	80 Kv.	
3	1.732	666	500	239	138	1
6	1.000	500	289	138	80	2
9	0.648	342	198	94	55	3
12	0.518	289	150	71	41	4
15	0.416	208	120	57	33	5
18	0.347	174	100	48	28	6
21	0.290	149	86	41	24	7
24	0.261	131	75	36	21	8
27	0.232	116	67	32	19	9
30	0.209	105	60	29	17	10
33	0.18	95	55	26	15	11
36	0.174	87	50	24	14	12
39	0.161	80	47	22	13	13
42	0.149	75	45	21	12	14
45	0.139	70	40	19	11	15

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: RELACION DE VOLTAJES DE LOS			
SISTEMAS MULTIFASICOS.			
TABLA No. I-3-1 ESCALA: —			FECHA: 1988

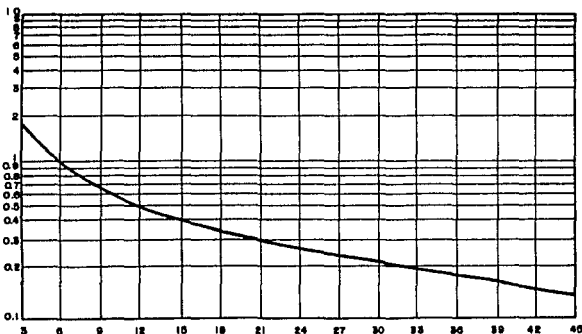
NUMERO DE CIRCUITOS TRIFASICOS EQUIVALENTES
SOBRE EL MISMO DERECHO DE VIA



NUMERO DE FASES

Fig. I.3.2a

RELACION DE $(V_{\phi} - \phi) / V_{\phi - n}$



NUMERO DE FASES

Fig. I.3.2b

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: No. DE CIRCUITOS CONTRA FASES Y RELACION $V_{\phi} - \phi / V_{\phi - n}$ CONTRA FASES EN UN MISMO DERECHO DE VIA.			
FIGURA No. I-3-2a, I-3-2b ESCALA: _____			FECHA: 1988

Todas estas ventajas pueden ser aprovechadas en las actuales líneas trifásicas de doble circuito convirtiéndolas en líneas hexafásicas. Por ejemplo, una línea de doble circuito trifásica en 138 KV, puede transmitir $2(\sqrt{3} \times 138 \times I \cos \phi) = 478 I \cos \phi$ MW de potencia, donde I está en Kamps.

Si la línea se convierte en hexafásica conservando el conductor, el mismo tamaño de torre e igual derecho de vía, se puede transmitir más potencia. Esto es posible debido a que la mayoría de las líneas existentes fueron diseñadas conservadoramente con respecto a los factores de seguridad. Esto permitiría transmitir $6 \times 138 \times I \cos \phi = 828 I \cos \phi$ MW de potencia. Significa entonces que para cantidades relativamente pequeñas de inversión para convertir las líneas existentes de doble circuito trifásicas a líneas hexafásicas, se puede transmitir $828 I \cos \phi / 478 I \cos \phi = 1.732$ veces la potencia original a través del mismo corredor de transmisión. Estos costos adicionales de conversión se deben principalmente a los equipos y dispositivos de protección terminales.

De lo anterior, podemos ver que como máximo se puede transmitir un 73.2% más de potencia con la conversión que acabamos de mencionar, sin embargo en un estudio reciente de la Power Technologies Inc. de Schenectady, N.Y., se comparan y evalúan alternativas usando una torre diseñada con doble circuito trifásico convencional en 345 KV para convertirla a una hexafásica, en el cual las conclusiones obtenidas fueron las siguientes: Hay dos opciones que pueden usarse para diseñar una línea hexafásica como alternativas para un sistema trifásico de doble circuito:

- 1.- Diseñar una línea hexafásica compacta que transmitirá la misma cantidad de potencia que una línea de transmisión trifásica de doble circuito, pero con un derecho de vía menor.
- 2.- Diseñar una línea hexafásica que transmitirá la máxima cantidad de potencia sobre el mismo espacio de derecho de vía que el diseño requerido para una línea trifásica de doble circuito.

Ambas opciones deben evaluarse en base a criterios técnicos, ambientales y económicos.

El menor costo por MW transmitido no puede ser obtenido con esos extremos, pero si posiblemente entre ellos. El voltaje de la línea de transmisión se define frecuentemente por el voltaje entre conductores para un circuito trifásico. En un sistema trifásico en 345 KV, el voltaje entre conductor y tierra es 199 KV.

En un sistema hexafásico, como se mencionó antes, el voltaje entre conductores adyacentes es igual al voltaje entre fases y tierra, así, en el desarrollo del sistema hexafásico para comparar con una línea de transmisión de doble circuito, es posible un rango de voltaje de 199 KV a 345 KV.

Si la línea hexafásica se diseña en 199 KV los voltajes de fase a tierra son los mismos para ambas alternativas ó la línea hexafásica puede ser diseñada para 345 KV, así los voltajes de fase a fase son los mismos para ambos casos.

Una tercera posibilidad es para una línea hexafásica diseñada en 289 KV basada en un equipo de protección y control estándar para 500 KV.

De éstos 3 voltajes, 199 KV representa el caso de compactación para transmitir la misma potencia que la línea de doble circuito de 345 KV en el menor espacio de derecho de vía disponible. La opción de 289 KV ofrece maximización de capacidad de manejo de potencia sobre el mismo espacio de derecho de vía. La potencia hexafásica de 345 KV da aún mayor grado de capacidad de manejo de potencia pero requiere más espacio de derecho de vía que la línea de doble circuito trifásica de 345 KV.

Por lo tanto se deben considerar éstas 3 alternativas en la conversión de sistema trifásico de doble circuito a uno hexafásico.

I.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION MULTIFASICOS.

Aunque a lo largo de este trabajo se mencionan las ventajas y desventajas de la transmisión multifásica a continuación se mencionan brevemente:

I.4.1.1 CAPACIDAD DE TRANSMISION DE POTENCIA.

Si una línea trifásica de doble circuito se convierte en una línea hexafásica, la capacidad de transmisión puede ser incrementada en un 73.2% .

I.4.1.2 MAYOR UTILIZACION DEL DERECHO DE VIA.

Como se explicó en el punto I,3 debido al bajo valor de voltaje entre líneas adyacentes en un sistema multifásico, se requiere un menor corredor de transmisión.

I.4.1.3 ESPACIAMIENTO DE CONDUCTORES.

El espaciamento de los conductores de línea puede ser reducido incrementando el número de fases debido a que el voltaje de fase a fase decrece para voltaje de fase a tierra constante. El grado de reducción está limitado por movimiento de los conductores individuales debido a hielo, viento, corrientes de falla, etc..

I.4.1.4 POTENCIA CARACTERISTICA (SIL).

La potencia característica es aproximadamente proporcional al orden de fases; aumenta y alcanza saturación más allá de las seis fases. Por lo tanto, si la SIL es el criterio del régimen de trabajo, el orden de fase más allá de las seis fases, viene siendo cuestionable.

I.4.1.5 CARGA TÉRMICA.

La carga térmica sigue una relación en línea directa con el orden de fases. Entonces, si la carga térmica es el criterio del régimen de trabajo, el aumento de capacidad es proporcional al número de fases.

I.4.1.6 LA IMPEDANCIA CARACTERISTICA, REACTANCIA INDUCTIVA Y RELACION X_0/X_1 .

Esto es algo mayor para una línea hexafásica que para una línea trifásica.

I.4.1.7 TRANSPOSICION.

Mientras que las líneas trifásicas pueden ser libremente transpuestas, las líneas hexafásicas son difíciles de transponer. La sola transposición para una línea hexafásica se obtiene por rotación del arreglo entero de conductores sobre la longitud de la línea.

I.4.1.8 CAMPOS ELECTRICOS.

El campo eléctrico de superficie máximo decrece con el orden de fase, mientras que el campo eléctrico

máximo de tierra aumenta con el orden de fase. La adición de hilos de guarda incrementa el campo de superficie en los conductores y reduce el campo de nivel de tierra. El campo eléctrico para un conductor abierto y no fallado (switchero monofásico) muestra pequeñas variaciones comparado con el mismo conductor abierto y aterrizado.

I.4.1.9 RUIDO AUDIBLE Y DE RADIO.

El comportamiento de un sistema hexafásico es mejor que dos circuitos trifásicos teniendo el mismo número de conductores.

I.4.1.10 SOBREVOLTAJES DE FALLA.

Los sobrevoltajes de falla para un sistema hexafásico son ligeramente mayores que para un sistema trifásico.

Para ordenes de fase mayores que 6, los sobrevoltajes de falla son comparables a los de un sistema trifásico.

I.4.1.11 MANIOBRAS DE SWITCHERO.

Las maniobras de switchero para líneas trifásicas y hexafásicas son aproximadamente las mismas para las mismas condiciones, con menos del 4% de diferencia. Las maniobras de fase a fase van siendo importantes en relación a las maniobras de fase a tierra a medida que el orden de fase aumenta. Esto puede ser un límite al orden de fase alcanzable.

I.4.1.12 NIVELES DE AISLAMIENTO TERMINALES.

Los niveles de aislamiento terminales tienden a ser ligeramente mayores para los sistemas hexafásicos que para los sistemas trifásicos.

I.4.1.13 CAMBIOS EN LOS EQUIPOS TERMINALES.

Los sistemas de alto orden de fase requieren de cambios sustanciales en sus equipos terminales para transmitir el número de fases deseado.

CAPITULO II

PARAMETROS ELECTRICOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION
MULTIFASICOS.

CAPITULO II

PARAMETROS ELECTRICOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION MULTIFASICOS.

II.1 INTRODUCCION.

La evaluación analítica de las principales características de funcionamiento de una línea de transmisión de energía eléctrica es esencial para su diseño y planeación, entre las cuales se encuentran:

- 1) Capacidad de transmisión
- 2) Potencia característica
- 3) Regulación de voltaje
- 4) Eficiencia
- 5) Máxima capacidad de transmisión de potencia.

Para conocer estas características de funcionamiento, primero es necesario calcular los parámetros de línea. Con este propósito se ha elaborado un programa de computadora escrito en Fortran 77 titulado "Parámetros de líneas de transmisión trifásicas y hexafásicas".

Básicamente el programa podemos dividirlo en dos partes: En la primera se calculan los parámetros electrostáticos y electromagnéticos para casos transpuestos y no transpuestos. En la segunda parte se hacen uso de los parámetros calculados en la primera parte para evaluar las características de funcionamiento.

El programa es muy general en naturaleza en el sentido de que puede manejar cualquier nivel de voltaje de transmisión por ejemplo; HV, EHV, UHV, etc.

Puede también estudiar el conjunto de conductores siempre que a lo largo estén simétricamente espaciados y cada una de las fases tenga el mismo número y tipo de subconductores ó hilos.

Hay que hacer notar que la característica importante del programa es que tiene la capacidad de generar parámetros y características de funcionamiento para sistemas de 6 fases.

Como el concepto de transmisión hexafásica se está haciendo más realizable, esta característica será útil para los diseñadores que lo adopten.

En el Apéndice A1 se indican los resultados del programa y a continuación analizaremos la teoría básica para el

cálculo de los parámetros electrostáticos y electromagnéticos de una línea de transmisión multifásica.

II.2 CALCULO DE LOS PARAMETROS DE LINEA.

El programa calcula los coeficientes electromagnéticos (impedancia serie por km.) y electrostáticos (admitancia paralelo por km.) para cualquier configuración geométrica de líneas trifásicas sencillas y dobles y de líneas de un circuito hexafásico.

Cualquier número de hilos por fase simétricamente espaciados pueden manejarse a condición de que haya el mismo número por cada una de las fases.

El programa corrige los coeficientes por efecto de regreso a tierra; para cables de tierra y tiene la capacidad de reducir dos conductores paralelos a un conductor equivalente cuando los parámetros de fase equivalentes para líneas de doble circuito trifásicas son requeridos por el usuario.

Durante el resto de este trabajo los coeficientes electromagnéticos están referidos como la matriz Z y los coeficientes electrostáticos como la matriz P. Las ecuaciones para estos dos parámetros son:

$$\bar{e} = Z \bar{I} \quad \text{y} \quad \bar{V} = P \bar{q} \quad (II.2.1)$$

Donde e_i caída de voltaje del i -ésimo conductor.

V_i potencial a tierra del i -ésimo conductor.

I_i corriente del i -ésimo conductor.

q_i carga del i -ésimo conductor.

II.2.1 PARAMETROS DE LINEA NO TRANSPUESTA.

El desarrollo de modelos de parámetros para líneas trifásicas no transpuestas son bien conocidos y escritos en diversos textos.

Los modelos para líneas de 6 fases son desarrollados recientemente por instituciones especializadas en esta tecnología. Para éste análisis se consideran 2 cables a tierra para la línea de seis fases, entonces se tendrán seis conductores de fase y dos cables a tierra con un total de ocho conductores por línea.

las ecuaciones de Kirchoff para la caída de voltaje son:

$$\begin{bmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ e4 \\ e5 \\ e6 \\ e7=0 \\ e8=0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z11 & Z12 & Z13 & Z14 & Z15 & Z16 & Z17 & Z18 \\ Z21 & Z22 & Z23 & Z24 & Z25 & Z26 & Z27 & Z28 \\ Z31 & Z32 & Z33 & Z34 & Z35 & Z36 & Z37 & Z38 \\ Z41 & Z42 & Z43 & Z44 & Z45 & Z46 & Z47 & Z48 \\ Z51 & Z52 & Z53 & Z54 & Z55 & Z56 & Z57 & Z58 \\ Z61 & Z62 & Z63 & Z64 & Z65 & Z66 & Z67 & Z68 \\ Z71 & Z72 & Z73 & Z74 & Z75 & Z76 & Z77 & Z78 \\ Z81 & Z82 & Z83 & Z84 & Z85 & Z86 & Z87 & Z88 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \\ I6 \\ I7 \\ I8 \end{bmatrix}$$

(II.2.1.1)

Donde: $e1, \dots, e6$ son las caídas de voltaje en las fases a, b, c, d, e, f respectivamente, $e7$ y $e8$ son las caídas de voltaje en los cables de tierra. Z_{ii} ($i=1, 2, \dots, 8$) son las impedancias propias de los conductores y Z_{ij} ($i, j=1, \dots, 8; i \neq j$) son las impedancias mutuas entre los conductores.

Suponiendo una resistividad de tierra finita y uniforme, las impedancias Z_{ii} y Z_{ij} están dadas por la fórmula de Carson:

$$Z_{ii} = r_{ic} + 0.000988f + j0.002892f \log_{10} \left[\frac{658}{GMR_i} \sqrt{\frac{Z}{F}} \right] \text{ } \wedge / \text{km}$$

$i=1, 2, \dots, 8$

(II.2.1.2)

$$Z_{ij} = 0.000988f + j0.002892f \log_{10} \left[\frac{658}{d_{ij}} \sqrt{\frac{Z}{F}} \right] \text{ } \wedge / \text{km}$$

(II.2.1.3)

Donde r_{ic} = resistencia del i -ésimo conductor (\wedge / km)
 f = frecuencia en Hertz.
 GMR_i = radio medio geométrico del i -ésimo conductor en metros.
 Z = resistividad del terreno en $\wedge\text{-m}$.
 d_{ij} = distancia entre dos conductores en m.

De una manera similar, la relación de carga entre conductores y sus respectivos voltajes a tierra están dadas por:

$$\begin{array}{l}
 \left[\begin{array}{l} V1 \\ V2 \\ V3 \\ V4 \\ V5 \\ V6 \\ V7=0 \\ V8=0 \end{array} \right] \left[\begin{array}{cccccccc} P11 & P12 & P13 & P14 & P15 & P16 & P17 & P18 \\ P21 & P22 & P23 & P24 & P25 & P26 & P27 & P28 \\ P31 & P32 & P33 & P34 & P35 & P36 & P37 & P38 \\ P41 & P42 & P43 & P44 & P45 & P46 & P47 & P48 \\ P51 & P52 & P53 & P54 & P55 & P56 & P57 & P58 \\ P61 & P62 & P63 & P64 & P65 & P66 & P67 & P68 \\ P71 & P72 & P73 & P74 & P75 & P76 & P77 & P78 \\ P81 & P82 & P83 & P84 & P85 & P86 & P87 & P88 \end{array} \right] \left[\begin{array}{l} q1 \\ q2 \\ q3 \\ q4 \\ q5 \\ q6 \\ q7 \\ q8 \end{array} \right]
 \end{array}$$

(II.2.1.4)

Donde V1, V2, V3, V4, V5 y V6 son los voltajes a tierra de las fases a, b, c, d, e y f respectivamente, V7 y V8 son los voltajes a tierra de los cables de tierra.

q1 a q8 son las cargas en los respectivos 8 conductores.

Pii (i=1 a 8) son los coeficientes de potencial propios.

Pij (i, j = 1 a 8 i≠j) son los coeficientes de potencial mutuos.

Se definen como sigue:

$$P_{ii} = 41.38 \times 10^6 \log \left\{ \frac{2Y_i}{r_i} \right\} \text{ daraf-km}$$

i = 1, 2, ..., 8 (II.2.1.5)

$$P_{ij} = 41.38 \times 10^6 \log \frac{D_{ij}}{d_{ij}} \text{ daraf-km}$$

i, j = 1, 2, ..., 8, i≠j (II.2.1.6)

Donde Y_i = Altura promedio del conductor sobre tierra en m.

r_i = Radio del conductor en m.

D_{ij} = Distancia entre el i-ésimo conductor y la imagen del j-ésimo conductor en m.

d_{ij} = Distancia entre dos conductores en m.

El siguiente paso, es eliminar los cables de tierra. Los cables a tierra se consideran sólidamente aterrizados y no tienen fuente de voltaje. Cada cable de tierra, puede entonces ser eliminado en sucesión por eliminación de la matriz ordinaria como se muestra en la matriz de impedancia serie abajo:

$$\begin{bmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ e4 \\ e5 \\ e6 \\ e7=0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z11 & Z12 & Z13 & Z14 & Z15 & Z16 & Z17 & Z18 \\ Z21 & Z22 & Z23 & Z24 & Z25 & Z26 & Z27 & Z28 \\ Z31 & Z32 & Z33 & Z34 & Z35 & Z36 & Z37 & Z38 \\ Z41 & Z42 & Z43 & Z44 & Z45 & Z46 & Z47 & Z48 \\ Z51 & Z52 & Z53 & Z54 & Z55 & Z56 & Z57 & Z58 \\ Z61 & Z62 & Z63 & Z64 & Z65 & Z66 & Z67 & Z68 \\ Z71 & Z72 & Z73 & Z74 & Z75 & Z76 & Z77 & Z78 \\ Z81 & Z82 & Z83 & Z84 & Z85 & Z86 & Z87 & Z88 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \\ I6 \\ I7 \\ I8 \end{bmatrix}$$

(II.2.1.7)

Resolviendo para I8:

$$I8 = (-Z88)^{-1} (Z18I1 + Z28I2 + \dots + Z78I7) \quad (\text{II.2.1.8})$$

Substituyendo este valor en las primeras 7 ecuaciones (II.2.1.7), se obtiene un sistema de ecuaciones reducido.

$$\begin{bmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ e4 \\ e5 \\ e6 \\ e7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z'11 & Z'12 & Z'13 & Z'14 & Z'15 & Z'16 & Z'17 \\ Z'21 & Z'22 & Z'23 & Z'24 & Z'25 & Z'26 & Z'27 \\ Z'31 & Z'32 & Z'33 & Z'34 & Z'35 & Z'36 & Z'37 \\ Z'41 & Z'42 & Z'43 & Z'44 & Z'45 & Z'46 & Z'47 \\ Z'51 & Z'52 & Z'53 & Z'54 & Z'55 & Z'56 & Z'57 \\ Z'61 & Z'62 & Z'63 & Z'64 & Z'65 & Z'66 & Z'67 \\ Z'71 & Z'72 & Z'73 & Z'74 & Z'75 & Z'76 & Z'77 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \\ I6 \\ I7 \end{bmatrix}$$

(II.2.1.9)

Donde:

$$Z'_{ij} = Z_{ij} - (Z18) (Z88)^{-1} Z8j \quad ; \quad i, j \neq 8 \quad (\text{II.2.1.10})$$

Otra iteración similar elimina el séptimo conductor que es otro cable a tierra. El mismo procedimiento es usado en la matriz P donde $V = Pq$.

El tamaño de las matrices P y Z después de la eliminación de los cables a tierra es de 6 x 6. Para líneas de 2 circuitos trifásicas es también de 6 x 6 en tanto que la trifásica sencilla es de 3x3.

Si se desean los parámetros de fase equivalentes para líneas de doble circuito, las matrices de 6 x 6 de Z y P deberán convertirse a su equivalente de 3 x 3. Esto puede hacerse ya que los conductores 1 y 4 están en paralelo (fase a). Similarmente, los conductores 2 con 5; 3 con 6 están también en paralelo.

Entonces la matriz 6 x 6 mostrada en la ecuación (II.2.1.11) puede ser modificada como sigue:

$$\begin{bmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ e4=e1 \\ e5=e2 \\ e6=e3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z11 & Z12 & Z13 & Z14 & Z15 & Z16 \\ Z21 & Z22 & Z23 & Z24 & Z25 & Z26 \\ Z31 & Z32 & Z33 & Z34 & Z35 & Z36 \\ Z41 & Z42 & Z43 & Z44 & Z45 & Z46 \\ Z51 & Z52 & Z53 & Z54 & Z55 & Z56 \\ Z61 & Z62 & Z63 & Z64 & Z65 & Z66 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \\ I6 \end{bmatrix}$$

(II.2.1.11)

Restando el renglón 1 del 4, el 2 del 5, y el 3 del 6 resulta que:

$$\begin{bmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z11 & Z12 & Z13 & Z14 & Z15 & Z16 \\ Z21 & Z22 & Z23 & Z24 & Z25 & Z26 \\ Z31 & Z32 & Z33 & Z34 & Z35 & Z36 \\ Z14-Z11 & Z24-Z12 & Z34-Z13 & Z44-Z14 & Z45-Z15 & Z46-Z16 \\ Z15-Z12 & Z25-Z22 & Z35-Z23 & Z45-Z24 & Z55-Z25 & Z56-Z26 \\ Z16-Z13 & Z26-Z23 & Z36-Z33 & Z46-Z34 & Z56-Z35 & Z66-Z36 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \\ I6 \end{bmatrix}$$

(II.2.1.12)

Substrayendo la columna 1 de la 4, la 2 de la 5 y la 3 de la 6. Para simplificar, sólo las 4 primeras ecuaciones se muestran:

$$\begin{bmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z11 & Z12 & Z13 & Z14-Z11 \\ Z21 & Z22 & Z23 & Z24-Z12 \\ Z31 & Z32 & Z33 & Z34-Z13 \\ Z14-Z11 & Z24-Z12 & Z34-Z13 & Z44-Z14-Z14+Z11 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I1 + I4 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \end{bmatrix}$$

(II.2.1.13)

A partir de ésta matriz modificada de 6 x 6, los conductores 6, 5 y 4 pueden ser sucesivamente eliminados de la misma manera que la descrita anteriormente para la eliminación de cables a tierra.

El mismo procedimiento se usa en la matriz P donde $V=Pq$.

Las componentes simétricas de las matrices de impedancia serie y coeficientes de potencial se obtienen de la siguiente fórmula:

$$Z_{sym} = T^{-1} Z T \quad ; \quad P_{sym} = T^{-1} P T \quad (II.2.1.14)$$

Donde:

T = matriz de transformación que se define como sigue:

Para líneas trifásicas sencillas las matrices T y T⁻¹ son:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \quad \text{y} \quad (\text{II.2.1.15})$$

$$T^{-1} = 1/3 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \quad (\text{II.2.1.16})$$

Para líneas trifásicas de doble circuito, T y T⁻¹ son:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & a & a^2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & a^2 & a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & a^2 & a \\ 0 & 0 & 0 & 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \quad \text{y} \quad (\text{II.2.1.17})$$

$$T^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & a & a^2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & a^2 & a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & a & a^2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \quad (\text{II.2.1.18})$$

En las anteriores ecuaciones: el operador

$$a = e^{j2\pi/3} \quad (\text{II.2.1.19})$$

Para 6 fases se define otro operador el cuál es $b = e^{j\pi/3}$. Las matrices de transformación T y T⁻¹ para líneas sencillas hexafásicas son:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & b^5 & b^4 & b^3 & b^2 & b \\ 1 & b^4 & b^2 & 1 & b^4 & b^2 \\ 1 & b^3 & 1 & b^3 & 1 & b^3 \\ 1 & b^2 & b^4 & 1 & b^2 & b^4 \\ 1 & b & b^2 & 1 & b^3 & b^5 \end{bmatrix} \quad \text{y} \quad (\text{II.2.1.20})$$

$$T^{-1} = \frac{1}{6} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & b & b & b & b & b \\ 1 & b^2 & b^4 & 1 & b^2 & b^4 \\ 1 & b^3 & b & 1 & b^3 & b \\ 1 & b^4 & b^2 & 1 & b^4 & b^2 \\ 1 & b^5 & b^4 & b^3 & b^2 & b \end{bmatrix} \quad (\text{II.2.1.21})$$

II.2.2 PARAMETROS DE LINEA TRANSPUESTA.

Hasta ahora el análisis presentado calcula las matrices Z y P y sus matrices de componentes simétricas centradas en torno al caso de líneas no transpuestas. Los parámetros para el caso transpuesto se pueden calcular como sigue:

Para la línea hexafásica:

$$Z \text{ propia} = (Z_{11} + Z_{22} + Z_{33} + \dots + Z_{66})/6 \quad (\text{II.2.2.1})$$

$$Z \text{ mutua} = (Z_{12} + Z_{13} + Z_{14} + Z_{15} + Z_{16} + Z_{23} + Z_{24} + Z_{25} + Z_{26} + Z_{34} + Z_{35} + Z_{36} + Z_{45} + Z_{46} + Z_{56})/15 \quad (\text{II.2.2.2})$$

Para la línea trifásica de doble circuito:

$$Z \text{ propia (circuito \# 1 corresponde a conductores 1, 2 y 3)} = (Z_{11} + Z_{22} + Z_{33})/3 \quad (\text{II.2.2.3})$$

y

$$Z \text{ mutua (circuito \# 1)} = (Z_{12} + Z_{13} + Z_{23})/3 \quad (\text{II.2.2.4})$$

$$Z \text{ propia (circuito \# 2 correspondiente a conductores 4, 5 y 6)} = (Z_{44} + Z_{55} + Z_{66})/3 \quad (\text{II.2.2.5})$$

$$Z \text{ mutua (circuito \# 2)} = (Z_{45} + Z_{46} + Z_{56})/3 \quad (\text{II.2.2.6})$$

$$Z \text{ mutua (entre los circuitos \# 1 y \# 2)} = (Z_{14} + Z_{15} + Z_{16} + Z_{24} + Z_{25} + Z_{26} + Z_{34} + Z_{35} + Z_{36})/9 \quad (\text{II.2.2.7})$$

Expresiones similares se pueden escribir para parámetros P.

Se debe notar que hasta ahora sólo se han discutido las matrices Z y P. La matriz de capacitancia C, y por consiguiente la matriz de admitancia en paralelo Y no pueden ser rápidamente determinadas a partir de las dimensiones físicas. Es mejor determinar la matriz de coeficientes P y entonces encontrar los coeficientes de capacitancia C_{ij} como los elementos de la inversa de la matriz P, entonces multiplicando cada uno de los coeficientes de capacitancia por la velocidad angular se obtiene la parte imaginaria de cada uno de los elementos, B_{ij} de la matriz de admitancia Y.

II.3 TEORIA DE COMPONENTES SIMETRICOS PARA SISTEMAS HEXAFASICOS.

De acuerdo con el teorema de Fortescue los 6 fasores (de voltaje y corriente) desbalanceados de un sistema hexafásico pueden ser resueltos en 6 Sistemas balanceados de fasores de componentes simétricos tales como:

- 1) Componentes de primera secuencia (o positiva).
- 2) Componentes de segunda secuencia.
- 3) Componentes de tercera secuencia.
- 4) Componentes de cuarta secuencia.
- 5) Componentes de quinta secuencia (o negativa).
- 6) Componentes de sexta secuencia (o secuencia cero).

Cada una de las iésimas componentes de secuencia ($i=0,1,2,3,4$ y 5) consiste de 6 fasores de igual magnitud pero defasados a cada 0, 60, 120 ó 180° tal y como se indica en la figura II.1

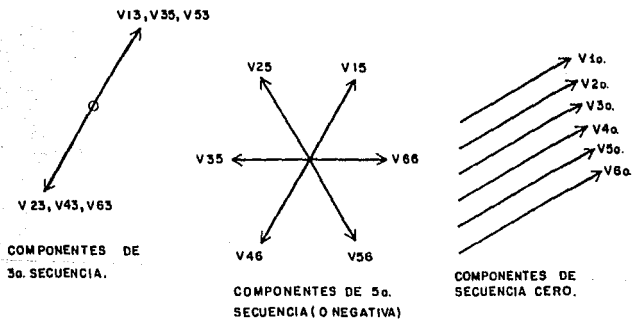
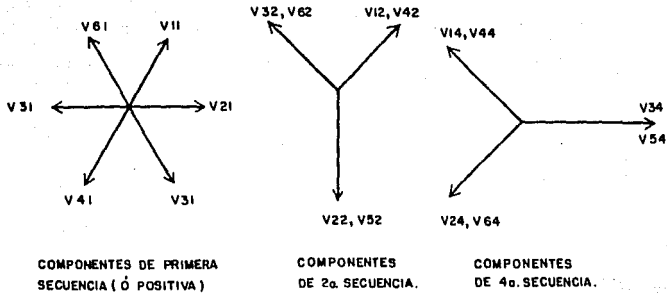
Los fasores de voltaje originales pueden ser expresados en términos de sus componentes simétricos por la ecuación II.3.1

$$\begin{aligned} V_1 &= V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{15} + V_{10} \\ V_2 &= V_{21} + V_{22} + V_{23} + V_{24} + V_{25} + V_{20} \\ V_3 &= V_{31} + V_{32} + V_{33} + V_{34} + V_{35} + V_{30} \\ V_4 &= V_{41} + V_{42} + V_{43} + V_{44} + V_{45} + V_{40} \\ V_5 &= V_{51} + V_{52} + V_{53} + V_{54} + V_{55} + V_{50} \\ V_6 &= V_{61} + V_{62} + V_{63} + V_{64} + V_{65} + V_{60} \end{aligned}$$

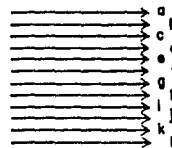
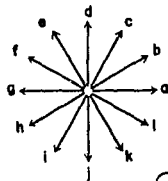
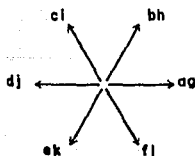
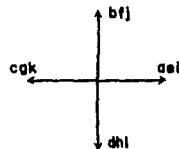
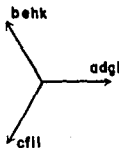
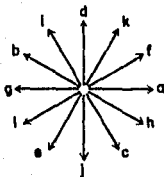
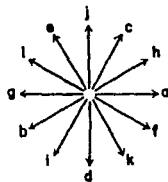
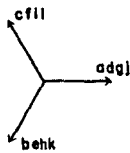
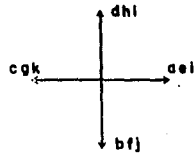
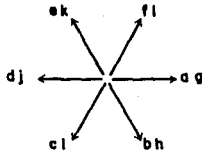
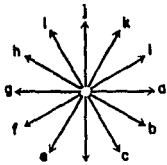
(II.3.1.)

Conociendo los componentes de secuencia ilustrados en la figura II.1 se pueden sintetizar en la ecuación anterior.

El mismo procedimiento puede ser usado para doce fases (figura II.1A).



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: COMPONENTES SIMETRICOS BALANCEADOS DE SISTEMA DE FASORES DE VOLTAJE HEXAFASICOS DESBALANCEADOS			
FIGURA No. II - 1		ESCALA: —	FECHA: 1988



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: COMPONENTES SIMETRICOS PARA 12 FASES.			
FIGURA No. X. 1A *SCALA			FECHA: 1999

II.3.1 OPERADOR b, PARA 6 FASES.

El operador b hexafásico se define como:

$$b = e^{j\pi/3} = 0.5 + j0.866 \quad (\text{II.3.1.1})$$

Este operador está relacionado al operador a trifásico por:

$$b = -a^2 \quad (\text{II.3.1.2})$$

En la figura II.2 se muestran los vectores para diferentes potencias del operador b.

En las ecuaciones II.3.1.3 se resumen las funciones del operador b y sus relaciones con los operadores a y j.

$$\begin{aligned} b_1 &= 1 \angle 0^\circ = 0.5 + j0.866 = -a^2 = (b^5)^* \\ b_2 &= 1 \angle 120^\circ = -0.5 + j0.866 = a = (b^4)^* \\ b_3 &= 1 \angle 180^\circ = -1 + j0.0 \\ b_4 &= 1 \angle 240^\circ = -0.5 - j0.866 = a^2 \\ b_5 &= 1 \angle 300^\circ = 0.5 - j0.866 = -a \\ 1 + b + b^2 + b^3 + b^4 + b^5 &= 0 \\ 1 + b^3 &= 0 \\ 1 + b^2 + b^4 &= 1 + a + a^2 = 0 \\ b + b^3 + b^5 &= 0 \end{aligned}$$

(II.3.1.3)

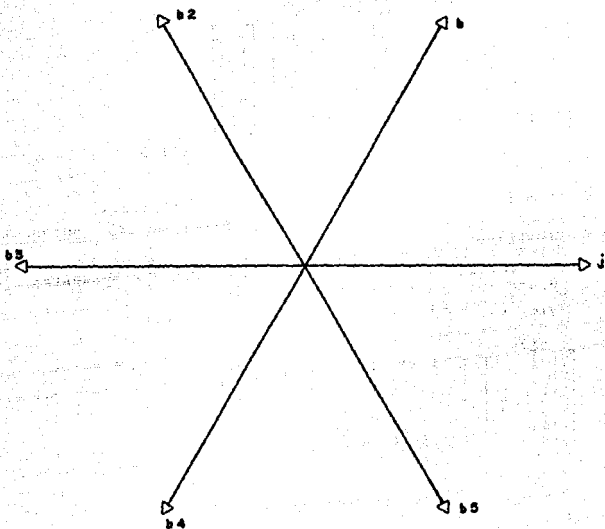
II.3.2 TRANSFORMACIONES.

Refiriéndonos a la figura II.1, las siguientes relaciones entre las componentes de secuencia de fase 2 y 1 pueden ser fácilmente verificadas.

$$\begin{aligned} V_{21} &= b^5 V_{11} \\ V_{22} &= b^4 V_{12} \\ V_{23} &= b^3 V_{13} \\ V_{24} &= b^2 V_{14} \\ V_{25} &= b V_{15} \\ V_{20} &= V_{10} \end{aligned}$$

(II.3.2.1)

Relaciones similares pueden ser escritas para las otras fases.



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: DIAGRAMA DE FASORES PARA DIFERENTES POTENCIAS DEL OPERADOR b.			
FIGURA No. II-2	ESCALA: ---	FECHA: 1968	

Entonces, la ecuación (II.3.1) puede ser escrita en forma matricial usando las diversas relaciones obtenidas de (II.3.2.1).

$$\begin{bmatrix} V1 \\ V2 \\ V3 \\ V4 \\ V5 \\ V6 \end{bmatrix} = \begin{matrix} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \\ \textcircled{5} \\ \textcircled{6} \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & b^5 & b^4 & b^3 & b^2 & b \\ 1 & b^4 & b^2 & 1 & b^4 & b^2 \\ 1 & b^3 & 1 & b^3 & 1 & b^3 \\ 1 & b^2 & b^4 & 1 & b^2 & b^4 \\ 1 & b & b^2 & b^3 & b^4 & b^5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V10 \\ V11 \\ V12 \\ V13 \\ V14 \\ V10 \end{bmatrix}$$

(II.3.2.2)

o bien

$$\bar{V} = [T6] \bar{V}_{sim} \quad (\text{II.3.2.4})$$

Donde T6 es la matriz de transformación de componentes simétricas.

Estas 2 últimas ecuaciones nos relacionan los fasores de voltaje desbalanceados en sus componentes de secuencia. La relación inversa es:

$$V_{sim} = [T]^{-1} V \quad (\text{II.3.2.5})$$

$$\text{o bien} \quad \begin{bmatrix} V10 \\ V11 \\ V12 \\ V13 \\ V14 \\ V15 \end{bmatrix} = \frac{1}{6} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & b & b^2 & b^3 & b^4 & b^5 \\ 1 & b^2 & b^4 & 1 & b^2 & b^4 \\ 1 & b^3 & 1 & b^3 & 1 & b^3 \\ 1 & b^4 & b^2 & 1 & b^4 & b^2 \\ 1 & b^5 & b^4 & b^3 & b^2 & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V1 \\ V2 \\ V3 \\ V4 \\ V5 \\ V6 \end{bmatrix}$$

(II.3.2.6)

Puede ser fácilmente comprobado que:

$$[T]^{-1} = [T] \quad \text{y} \quad (\text{II.3.2.7})$$

$$[[T]^{-1}]^T = [T]^{-1} \quad (\text{II.3.2.8})$$

Ecuaciones similares a II.3.2.4 y II.3.2.5 pueden obtenerse para las corrientes de línea I1, I2, I3, I4 I5 e I6.

$$\bar{I} = [T] \bar{I}_{Sim} \quad (\text{II.3.2.9})$$

$$\bar{I}_{Sim} = [T]^{-1} \bar{I} \quad (\text{II.3.2.10})$$

Debe observarse que la corriente en el neutro será diferente de cero cuando los fasores de corriente estén desbalanceados, o sea:

$$I_n = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 = 6I_{10} \quad (\text{II.3.2.11})$$

II.3.3 POTENCIA TRANSMITIDA EN COMPONENTES DE SECUENCIA.

La potencia compleja hexafásica se define como:

$$S_{6\phi} = V_1 I_1^* + V_2 I_2^* + V_3 I_3^* + V_4 I_4^* + V_5 I_5^* + V_6 I_6^* \quad (\text{II.3.3.1})$$

La trayectoria por neutro puede o no estar presente. En notación matricial:

$$S_{6\phi} = [V_1 \ V_2 \ V_3 \ V_4 \ V_5 \ V_6] \begin{bmatrix} I_1^* \\ I_2^* \\ I_3^* \\ I_4^* \\ I_5^* \\ I_6^* \end{bmatrix} = \bar{V}^T \bar{I}^* \quad (\text{II.3.3.2})$$

Usando las ecuaciones II.3.2.4 y II.3.2.5 en II.3.3.2:

$$\begin{aligned} S_{6\phi} &= [[T] \bar{V}_{Sim}]^T [[T] \bar{I}_{Sim}]^* \\ &= \bar{V}_{Sim}^T [T]^T [T]^* \bar{I}_{Sim}^* \\ &= 6 \bar{V}_{Sim} \bar{I}_{Sim}^* \end{aligned} \quad (\text{II.3.3.3})$$

$$\begin{aligned} S_{6\phi} &= 6 [V_{10} \ V_{11} \ V_{12} \ V_{13} \ V_{14} \ V_{15}] \begin{bmatrix} I_{10}^* \\ I_{11}^* \\ I_{12}^* \\ I_{13}^* \\ I_{14}^* \\ I_{15}^* \end{bmatrix} \\ &= 6 (V_{10} I_{10}^* + V_{11} I_{11}^* + V_{12} I_{12}^* + V_{13} I_{13}^* + \\ &\quad V_{14} I_{14}^* + V_{15} I_{15}^*) \end{aligned} \quad (\text{II.3.3.4})$$

II.3.4 LA MATRIZ DE IMPEDANCIA [Z] DE UNA LINEA TIPICA.

Ya fue definida anteriormente por:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & Z_{14} & Z_{15} & Z_{16} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & Z_{24} & Z_{25} & Z_{26} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} & Z_{34} & Z_{35} & Z_{36} \\ Z_{41} & Z_{42} & Z_{43} & Z_{44} & Z_{45} & Z_{46} \\ Z_{51} & Z_{52} & Z_{53} & Z_{54} & Z_{55} & Z_{56} \\ Z_{61} & Z_{62} & Z_{63} & Z_{64} & Z_{65} & Z_{66} \end{bmatrix}$$

(II.3.4.1)

Si la línea es completamente traspuesta, la matriz de impedancia se reduce a:

$$[Z] = \begin{bmatrix} Z \text{ propias} & Z \text{ mutuas} \\ Z \text{ mutuas} & \end{bmatrix}$$

(II.3.4.2)

La ecuación para la caída de voltaje para la línea de transmisión traspuesta es:

$$\begin{bmatrix} E_1 - V_1 \\ E_2 - V_2 \\ E_3 - V_3 \\ E_4 - V_4 \\ E_5 - V_5 \\ E_6 - V_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta V_1 \\ \Delta V_2 \\ \Delta V_3 \\ \Delta V_4 \\ \Delta V_5 \\ \Delta V_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z \text{ propias} & Z \text{ mutuas} \\ Z \text{ mutuas} & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \\ I_6 \end{bmatrix}$$

(II.3.4.3)

o en notación matricial:

$$\bar{E} - \bar{V} = \Delta \bar{V} = [Z] \bar{I}P$$

(II.3.4.4)

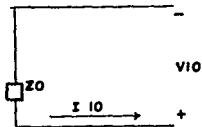
Usando las ecuaciones II.3.2.4 y II.3.2.9 en II.3.4.4

$$[T] \Delta \bar{V}Sim = [Z] [T] \bar{I}Sim \quad (II.3.4.5)$$

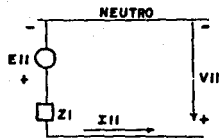
$$\Delta \bar{V}Sim = [T]^{-1} [Z] [T] \bar{I}Sim \quad (II.3.4.6)$$

$$= [Z Sim] \bar{I}Sim \quad (II.3.4.7)$$

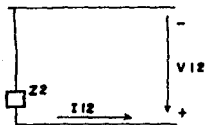
RED DE SECUENCIA CERO.



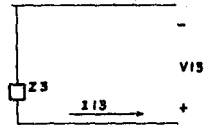
RED DE SECUENCIA POSITIVA.



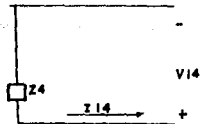
RED DE SEGUNDA SECUENCIA.



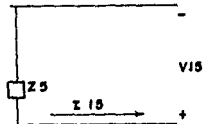
RED DE TERCERA SECUENCIA.



RED DE CUARTA SECUENCIA.



RED DE QUINTA SECUENCIA



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: REDES DE SECUENCIA.			

FIGURA No II - 3	ESCALA	FECHA: 1988
------------------	--------	-------------

CAPITULO III.

**ANALISIS ELECTRICO DE LAS LINEAS DE TRANSMISION
MULTIFASICAS.**

CAPITULO III

ANALISIS ELECTRICO DE LAS LINEAS DE TRANSMISION MULTIFASICAS.

III.1 EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS LINEAS.

Se evalúan diferentes características de funcionamiento, algunas dependen de la distancia y otras no, entre las últimas se encuentran:

- 1) Capacidad de transmisión
- 2) Potencia característica y entre las primeras tenemos:
- 3) Regulación de voltaje
- 4) Eficiencia de transmisión
- 5) Máxima transferencia de potencia

III.2 CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO INDEPENDIENTES DE LA DISTANCIA.

- 1) Capacidad de transmisión:

$$THL = Nc Nsub N V_{1-n} I_1 \quad MVA \quad (III.2.1)$$

- 2) Potencia característica:

$$SIL = N V_{1-n} / SI \quad [MW] \quad (III.2.2)$$

Donde: N = número de fases

V_{1-n} = voltaje de línea a neutro en KV

SI = impedancia característica en $\sqrt{X_{11}/Y_{11}}$ (III.2.3)

Donde: X_{11} = reactancia inductiva de secuencia positiva en Ω/km

Y_{11} = admitancia paralelo de secuencia positiva en siemens/km.

III.3 CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEPENDIENTES DE LA DISTANCIA.

Las tres características de funcionamiento dependientes de la distancia pueden evaluarse usando

la línea nominal \overline{TT} . El modelo se muestra en la figura (III.1).

Los valores para la impedancia Z y admitancia Y para cualquier longitud L de la línea son:

$$Z = Z_{11} \times L \quad \text{y} \quad Y = Y_{11} \times L \quad (\text{III.3.1})$$

A partir de esto, los parámetros de línea A , B , C , y D constantes para el modelo nominal \overline{TT} pueden calcularse como se muestra:

$$A = 1 + \frac{ZY}{2}$$

$$B = Z$$

$$C = Y + \frac{ZY^2}{4}$$

$$D = 1 + \frac{ZY}{2}$$

(III.3.2)

El siguiente paso es, entonces asumir diversas cantidades de recepción final, estas son: (i) suponer el voltaje igual al voltaje del sistema, (ii) el factor de potencia de recepción final es alimentado como un dato de entrada y (iii) la potencia real de recepción final (carga), la cual es un valor asignado basado en una nueva aproximación descrita abajo. En esta aproximación, el valor de potencia real se fija dependiendo de la distancia de transmisión, pero sujeto a las siguientes restricciones:

$$SIL \leq \text{Carga (potencia real)} \leq \text{Carga térmica.}$$

(III.3.3)

Si la capacidad de carga de la línea es P_1 , entonces:

$$\delta = \delta_{\text{nominal}} = \text{Ang. Sen} (P_1 \times \text{nom.} / 3 |VR|^2), \text{ para operación trifásica.}$$

(III.3.4)

$$\text{y } \delta = \delta_{\text{nominal}} = \text{Ang. Sen} (P_1 \times \text{nom.} / 6 |VR|^2) \text{ para operación Hexafásica.}$$

(III.3.5)

$$\delta = \text{ángulo de defasamiento entre } V_s \text{ y } V_r.$$

Con la reactancia inductiva de la línea = X nom. por fase y $|V_s| = |V_R|$.

∴ la potencia recibida al final de la línea es:

$$PR = \frac{3|V_R|^2}{R^2 + X^2} [-R + \cos(\delta \text{ nom.}) + X \text{ Sen}(\delta \text{ nom.})]$$

para conducción trifásica.

$$= \frac{6|V_R|^2}{R^2 + X^2} [-R + \cos(\delta \text{ nom.}) + X \text{ Sen}(\delta \text{ nom.})]$$

para conducción hexafásica.

(III.3.6)

Conociendo VR PR y el factor de potencia, la corriente de recepción IR puede calcularse. El siguiente paso es determinar el voltaje de envío y la corriente a partir de:

$$V_s = A V_R + B I_R$$

$$I_s = C V_R + D I_R$$

(III.37)

La potencia real de envío es:

$$P_s = \text{Real} \{ 3V_s I_s^* \} \text{ para líneas trifásicas.}$$

$$= \text{Real} \{ 6V_s I_s^* \} \text{ para líneas hexafásicas.}$$

(III.3.8)

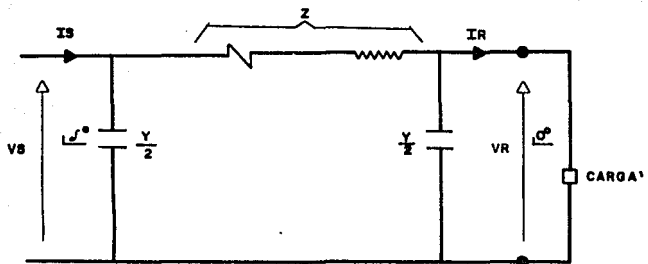
Ahora las 3 características dependientes de la distancia pueden ser generadas para valores diferentes de longitudes de línea como sigue:

$$3) \text{ Regulación de voltaje} = (|V_s|/|A| - |V_R|) \times 100 / |V_R| \%$$

(III.3.9)

$$4) \text{ Eficiencia de transmisión} = PR \times 100 / P_s \%$$

(III.3.10)



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: MODELO NOMINAL PARA LINEAS DE TRANSMISION.			
FIGURA No. III-1	ESCALA:	—	FECHA: 1988

5) Máxima transferencia de potencia o límite de estabilidad de estado estable de una línea con pérdidas:

$$P_{MAX} = \frac{N}{R^2 + X^2} [-R|VR|^2 + R|VS||VR| \cos(\delta_{m\acute{a}x}) + X|VS||VR| \sin(\delta_{m\acute{a}x})]$$

(III.3.11)

Donde: N = 3 para líneas 3 ϕ .
 = 6 para líneas 6 ϕ .
 y $\delta_{m\acute{a}x}$ = $\arctan(X/R)$

(III.3.12)

III.4 EVALUACION DE LOS GRADIENTES DE TIERRA.

El tema del impacto ambiental de las líneas de transmisión de alto voltaje ha recibido considerable atención durante los últimos años. Los estudios han conducido a calcular los voltajes electrostáticamente inducidos y los gradientes de voltaje sobre el nivel de tierra en la vecindad de la línea de transmisión. Esto determina efectivamente la seguridad para el personal que trabaja cerca de una línea de transmisión para su reparación ó mantenimiento.

III.4.1 CALCULO DE LOS GRADIENTES DEL VOLTAJE INDUCIDO ELECTROSTATICAMENTE.

La ecuación básica en el desarrollo de la teoría para una línea multifásica sencilla es:

$$\vec{V} = P\vec{q} \quad \delta \quad \vec{q} = P^{-1}\vec{V} \quad (\text{III.4.1})$$

En la sección II.2 se mencionaron los elementos de estas dos últimas ecuaciones, las cuales se pueden escribir en forma matricial como:

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_i \\ \vdots \\ V_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1j} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_i & P_i & \dots & P_{ij} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_i \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} \quad (\text{III.4.2})$$

$$[V] = [P] [Q] \quad (\text{III.4.2.a})$$

Como se mencionó en el Capítulo II, q es la carga del conductor en coulombs por unidad de distancia, V es el potencial del conductor en volts con respecto a tierra y P el coeficiente de potencial definidos por:

$$\begin{aligned} & \text{Si } i = j \\ P_{ii} &= 2.8921 \times 10^{10} \ln(D_{ii}' / r_i) \text{ m/farad} \end{aligned} \quad (\text{III.4.3})$$

ó

$$P_{ii} = 4.138 \times 10^7 \log(D_{ii}' / r_i) \text{ m/farad} \quad (\text{III.4.4})$$

y cuando $i \neq j$

$$P_{ij} = 2.8921 \times 10^{10} \ln(D_{ij}' / D_{ij}) \text{ m/farad} \quad (\text{III.4.5})$$

ó

$$P_{ij} = 4.138 \times 10^7 \log(D_{ij}' / D_{ij}) \text{ m/farad} \quad (\text{III.4.6})$$

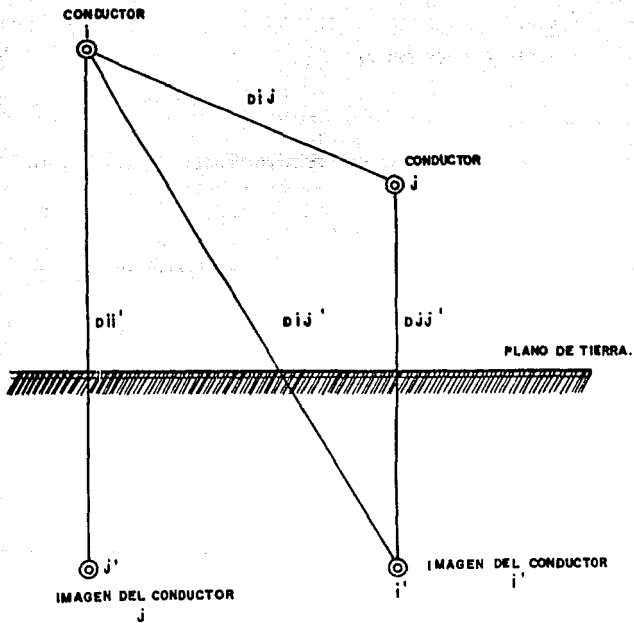
Donde r_i = radio de cada conductor

D_{ij} = distancia entre los conductores i y j

D_{ij}' = distancia entre el conductor i y la imagen del conductor j

Las dimensiones para r_i , D_{ij} , y D_{ij}' deben ser de las mismas unidades.

Ver figura III.2



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: GEOMETRIA DE LOS CONDUCTORES Y SUS IMAGENES DE UNA LINEA DE TRANSMISION MULTIFABRICA.			
FIGURA No. III - 2	ESCALA: ———	FECHA: 1988	

Para calcular el flujo de corriente, es necesario escribir la ecuación III.4.2 en términos de sus cargas eléctricas.

Primero sabemos que:

$$q_i(t) = Q_i (\text{máx}) \text{ Sen } \omega t \quad (\text{III.4.7})$$

y que:

$$i_i(t) = dq_i(t)/dt \quad (\text{III.4.8})$$

entonces:

$$i_i(t) = \omega Q_i (\text{máx}) \text{ Cos } \omega t = \omega Q_i (\text{máx}) \text{ Sen } (\omega t + 90^\circ) \quad (\text{III.4.9})$$

o bien en forma fasorial:

$$I_i = j \omega Q_i \quad (\text{III.4.10})$$

ó

$$Q_i = (1/j\omega) I_i \quad (\text{III.4.11})$$

entonces la ecuación III.4.2.a puede escribirse como:

$$[V] = (1/j\omega) [P] [I] = [Z] [I] \quad (\text{III.4.12})$$

o también en forma expandida por:

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ V_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & P_{1j} \\ P_{21} & P_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & P_{2j} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ P_{i1} & P_{i2} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ I_i \end{bmatrix}$$

(III.4.13)

El programa de computadora calcula P^{-1} para una configuración dada de una línea hexafásica y una línea trifásica de doble circuito. Una vez que se conocen los elementos del vector \bar{q} de carga en la línea, el potencial V para un punto dado p en la vecindad de la línea se puede encontrar como:

$$V_p = \sum_{i=1}^6 P_{pi} q_i \quad (\text{III.4.14})$$

La ecuación III.4.14 puede ser reescrita sustituyendo la expresión para P_{pi} como:

$$V_p = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^6 q_i \ln \frac{L_{ip}}{l_{ip}} \quad (\text{III.4.15})$$

Con V_p , el gradiente de voltaje E puede calcularse de:

$$\nabla V_p = \frac{\partial V_p}{\partial x} \bar{x} + \frac{\partial V_p}{\partial y} \bar{y} = -\bar{E} \quad (\text{III.4.16})$$

Donde ∇V_p es el gradiente de voltaje, y: \bar{x} y \bar{y} son vectores p unitarios en dirección de "x" y "y".

De la ecuación anterior las componentes "x", "y" de E pueden identificarse como:

$$E_x = - \frac{\partial V_p}{\partial x} \quad (\text{III.4.17})$$

y

$$E_y = - \frac{\partial V_p}{\partial y} \quad (\text{III.4.18})$$

Ahora substituyendo las ecuaciones (III.4.16), (III.4.17) y (III.4.18) se tiene, después de una diferenciación y simplificación:

$$E_x = - \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^6 q_i \frac{x_p - x_i}{/Lip/^{3/2}} - \frac{x_p - x_i}{/lip/^{3/2}}$$

(III.4.19)

$$E_y = - \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^6 q_i \frac{y_p - y_i}{/Lip/^{3/2}} - \frac{y_p - y_i}{/lip/^{3/2}}$$

(III.4.20)

Donde las distintas distancias están descritas en la figura III.3.

Dado que cada q_i en las ecuaciones (III.4.19) y (III.4.20) es un fasor. E_x y E_y son también fasores esto es:

$$E_x = E_{xR} + jE_{xI} \quad \text{(III.4.21)}$$

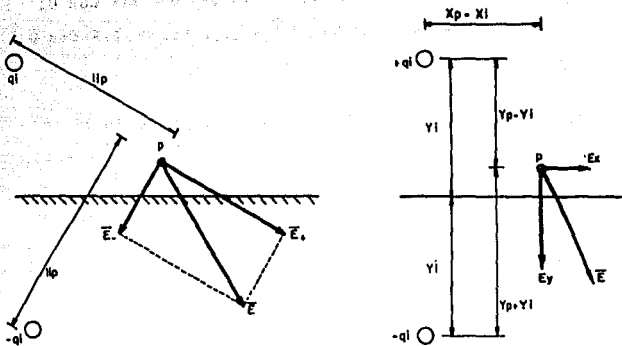
$$E_y = E_{yR} + jE_{yI} \quad \text{(III.4.22)}$$

Esto significa que en un instante dado de un ciclo E_x y E_y no tienen sólo diferentes magnitudes, sino también diferentes ángulos. Las magnitudes son individuales y también cambian durante el ciclo. Se puede demostrar que el fasor resultante E al punto p traza una elipse en el plano x - y según aumenta el período de tiempo. Esto se muestra en la figura III.4. Matemáticamente, esto puede expresarse como:

$$E' = (E_{yI} \text{ sen } \theta + E_{xI} \text{ Cos } \theta)' + (E_{yR} \text{ Sen } \theta + E_{xR} \text{ Cos } \theta)'$$

(III.4.23)

Las longitudes de los ejes mayor y menor son los valores máximos y mínimos respectivamente de $|E'|$. Esto puede encontrarse diferenciando $|E'|$ con respecto al ángulo θ e igualando la expresión resultante con cero. Esto es:



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: CONTRIBUCIONES DE PUENTE E IMAGEN A E, COMPONENTES HORIZONTAL Y VERTICAL DE E.			
FIGURA No III-3 ESCALA: ———			FECHA: 1988

$$\tan^2 \theta (E_{yR} E_{xR} + E_{yI} E_{xI}) + \tan \theta (-E_{yI}^2 + E_{xI}^2 + E_{yR}^2 + E_{xR}^2) - (E_{yR} E_{xR} + E_{yI} E_{xI}) = 0$$

(III.4.24)

DEMOSTRACION:

$$\vec{E} = (E_{yI} \text{ Sen } \theta + E_{xI} \text{ Cos } \theta) \mathbf{j} + (E_{yR} \text{ Sen } \theta + E_{xR} \text{ Cos } \theta)$$

$$|\vec{E}|^2 = (E_{yI} \text{ Sen } \theta + E_{xI} \text{ Cos } \theta)^2 + (E_{yR} \text{ Sen } \theta + E_{xR} \text{ Cos } \theta)^2$$

$$\frac{d|\vec{E}|^2}{d\theta} = 0$$

$$= (E_{yI} \text{ Sen } \theta + E_{xI} \text{ Cos } \theta) (E_{yI} \text{ Cos } \theta - E_{xI} \text{ Sen } \theta) + (E_{yR} \text{ Sen } \theta + E_{xR} \text{ Cos } \theta) (E_{yR} \text{ Cos } \theta - E_{xR} \text{ Sen } \theta)$$

$$= E_{yI}^2 \text{ Sen } \theta \text{ Cos } \theta - E_{yI} E_{xI} \text{ Sen}^2 \theta + E_{xI} E_{yI} \text{ Cos}^2 \theta - E_{xI}^2 \text{ Sen } \theta \text{ Cos } \theta + E_{yR}^2 \text{ Sen } \theta \text{ Cos } \theta - E_{yR} E_{xR} \text{ Sen}^2 \theta + E_{xR} E_{yR} \text{ Cos}^2 \theta - E_{xR}^2 \text{ Sen } \theta \text{ Cos } \theta$$

$$= \text{Sen } \theta \text{ Cos } \theta (E_{yI}^2 - E_{xI}^2 + E_{yR}^2 - E_{xR}^2) - \text{Sen}^2 \theta (E_{yI} E_{xI} + E_{yR} E_{xR}) + \text{Cos}^2 \theta (E_{xI} E_{yI} + E_{xR} E_{yR})$$

$$= \text{Sen } \theta \text{ Cos } \theta (E_{yI}^2 - E_{xI}^2 + E_{yR}^2 - E_{xR}^2) + (\text{Cos}^2 \theta - \text{Sen}^2 \theta) (E_{yI} E_{xI} + E_{yR} E_{xR})$$

$$= \frac{\text{Sen } \theta}{\text{Cos } \theta} (E_{yI}^2 - E_{xI}^2 + E_{yR}^2 - E_{xR}^2) + \left(\frac{1 - \text{Sen}^2 \theta}{\text{Cos}^2 \theta} \right) (E_{yI} E_{xI} + E_{yR} E_{xR})$$

$$E_{yR} E_{xR})$$

$$= \tan \theta (E_{yI}^2 - E_{xI}^2 + E_{yR}^2 - E_{xR}^2) + (E_{yI} E_{xI} + E_{yR} E_{xR})$$

$$- \tan^2 \theta (E_{yI} E_{xI} + E_{yR} E_{xR}) (-1)$$

$$\tan^2 \theta (E_{yI} E_{xI} + E_{yR} E_{xR}) + \tan \theta (-E_{yI}^2 + E_{xI}^2 - E_{yR}^2 + E_{xR}^2) - (E_{yI} E_{xI} + E_{yR} E_{xR})$$

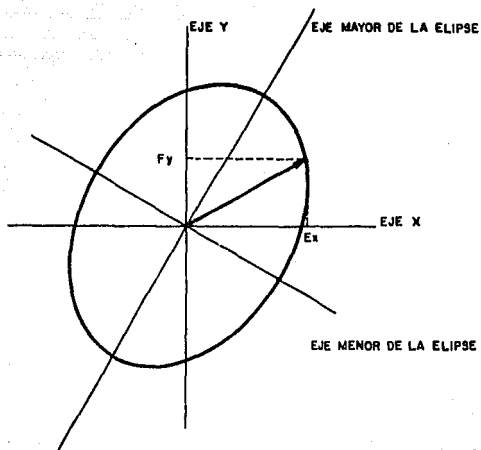
$$= -\tan \theta (E_{yI} E_{xI} + E_{yR} E_{xR})$$

$$\theta_1, \theta_2 = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

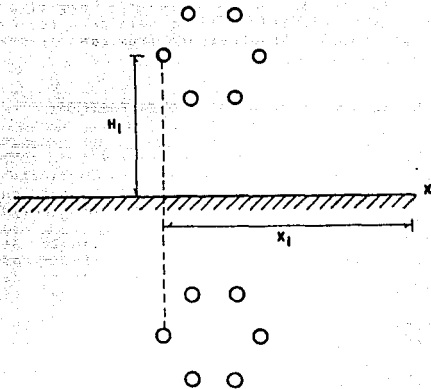
$$A = (E_{yI} E_{xI} + E_{yR} E_{xR})$$

$$B = (-E_{y^2I} + E_{x^2I} - E_{y^2R} + E_{x^2R})$$

$$C = (-1) (E_{yI} E_{xI} + E_{yR} E_{xR})$$



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: ELIPSE DE POLARIZACION DE INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICO.			
FIGURA No. III-4		ESCALA: —	FECHA: 1988



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: GEOMETRIA PARA CALCULAR LA INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICO EN EL PUNTO X.			
FIGURA No. III-5	ESCALA: —	FECHA: 1988	

III.5 DESBALANCEOS ELECTROSTATICOS Y ELECTROMAGNETICOS.

La evaluación de los desbalances electrostáticos y electromagnéticos es de importancia para encontrar las corrientes de desbalance resultantes de la no transposición de las líneas hexafásicas, las cuales serían suficientes para un disparo indeseable de los relevadores de falla a tierra. También, la corriente de secuencia negativa, cuando es transmitida al lado del generador a través de los transformadores hexafásico/trifásicos, puede exceder niveles aceptables.

III.5.1 METODO DE CALCULO DE DESBALANCES HEXAFASICOS.

El método de parámetros generalizados ABCD se usa en este análisis para obtener las corrientes de fase en los extremos de envío y recepción para un voltaje y una carga dadas en el extremo de envío (ó también en el receptor). Los datos esenciales requeridos para la evaluación de desbalances son las matrices de parámetros eléctricos generados por el programa "Parámetros de líneas de transmisión trifásicas y hexafásicas", dado en el Apéndice A1.

La relación entre los voltajes y corrientes de los extremos de envío y recepción, está dada por:

$$\begin{bmatrix} \bar{E}_s \\ \bar{I}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U & 0 \\ Y/2 & U \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U & Z \\ 0 & U \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U & 0 \\ Y/2 & U \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{E}_r \\ \bar{I}_r \end{bmatrix}$$

(III.5.1)

Donde E_s , I_s , E_r e I_r son vectores columna de 6×1 de los voltajes de envío, corrientes de envío, voltajes de recepción y corrientes de recepción, respectivamente. Las matrices Z y Y de impedancia serie y susceptancia capacitiva paralelo, respectivamente de orden 6, y U , 0 son las matrices identidad y nula del mismo orden.

La ecuación III.5.1 de arriba puede ser escrita en términos de los parámetros ABCD como:

$$\begin{bmatrix} \bar{E}_s \\ \bar{I}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{E}_r \\ \bar{I}_r \end{bmatrix}$$

(III.5.2)

Donde A, B, C, D son submatrices de dimensión 6 x 6 conteniendo los parámetros de línea Z y Y. Además, se puede representar Er en términos de la matriz de impedancia de carga ZL, e Ir como se indica en la ecuación III.5.3.

$$\begin{bmatrix} \bar{E}_r \\ \bar{I}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U & ZL \\ 0 & U \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \bar{I}_r \end{bmatrix}$$

(III.5.3)

Sustituyendo III.5.3 en III.5.2 da:

$$\begin{bmatrix} \bar{E}_s \\ \bar{I}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U & ZL \\ 0 & U \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \bar{I}_r \end{bmatrix}$$

(III.5.4)

o bien:

$$\begin{bmatrix} \bar{E}_s \\ \bar{I}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \bar{I}_r \end{bmatrix}$$

(III.5.5)

de esta última ecuación:

$$\begin{bmatrix} \bar{E}_s \\ \bar{I}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B' \\ \bar{I}_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{I}_r \end{bmatrix} \quad (III.5.6)$$

$$\begin{bmatrix} \bar{I}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B' \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \bar{E}_s \end{bmatrix} \quad (III.5.7)$$

de la ecuación III.5.2 de arriba:

$$\begin{bmatrix} \bar{E}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{E}_r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{I}_r \end{bmatrix} \quad (III.5.8)$$

o:

$$[\bar{E}_S] - [B] [\bar{I}_R] = [A] [\bar{E}_R] \quad (\text{III.5.9})$$

$$[\bar{E}_R] = [A] [\bar{E}_S] - [B] [\bar{I}_R] \quad (\text{III.5.10})$$

y de la ecuación (III.5.5):

$$[\bar{I}_S] = [D] [\bar{I}_R] \quad (\text{III.5.11})$$

Ahora, conociendo los voltajes finales de envío, los cuales podemos suponer que están balanceados, uno puede encontrar I_r de la ecuación III.5.7, E_r de la ecuación III.5.10, e I_s de la ecuación III.5.11. Estos valores de fase de voltaje y corriente pueden transformarse en sus valores de secuencia usando la matriz de transformación de componentes simétricas mencionada en el capítulo II.

Entonces, los factores de desequilibrio pueden calcularse dividiendo los valores de secuencia por los respectivos valores de secuencia positiva. Esto da 5 factores de desequilibrio llamados factores de desbalance de secuencia cero, secuencia segunda, secuencia tercera, secuencia cuarta y secuencia quinta (o negativa). Un factor de desequilibrio de secuencia es la relación de la corriente de cada secuencia a la corriente de secuencia positiva. Por ejemplo, el factor de desbalance de secuencia cero, es la relación de la corriente de secuencia cero a la corriente de secuencia positiva, el factor de desequilibrio de secuencia segunda es la relación de la corriente de secuencia segunda a la corriente de secuencia positiva, y así sucesivamente para las otras secuencias.

Para propósitos de comparación con los sistemas trifásicos sólo los factores de desequilibrio de secuencia cero y negativa son importantes.

III.6 MANIOBRAS MONOFASICAS.

La necesidad del análisis de funcionamiento de maniobras monofásicas bajo condiciones de estado estable proviene de la siguiente pregunta: "¿Cuál será la corriente de secuencia negativa que fluiría a través de los devanados del generador debido a corrientes de desbalance en una línea hexafásica vía un transformador trifásico/hexafásico?"

III.6.1 DESARROLLO DEL MODELO MATEMATICO.

El efecto de abrir una de las fases de una línea hexafásica puede ser matemáticamente simulado por eliminación del renglón y columna correspondiente a la fase que está siendo abierta de la matriz de admitancia serie normal. Entonces, asignando un valor muy alto del término de la diagonal y uno muy bajo para los términos fuera de la diagonal en la matriz de impedancia serie resultante para el renglón y la columna correspondientes, se tendrá que la corriente en dicha fase, efectivamente es cero. Esto es matemáticamente explicado abajo. Usando el método de parámetros ABCD para la evaluación de desbalances, los factores de desbalance de recepción finales para una línea hexafásica bajo una condición de maniobra monofásica pueden calcularse.

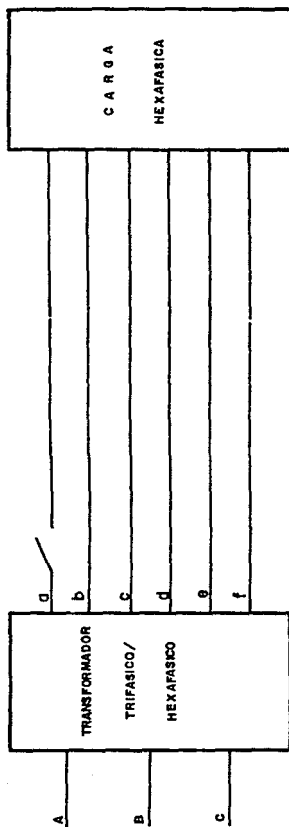
La figura III.6.1 muestra el diagrama de bloques para este análisis. La fase "a" de la línea hexafásica es considerada abierta. La relación entre las corrientes y los voltajes de fase en la línea es:

$$\bar{I}_p = Y_p \bar{V}_p \quad (\text{III.6.1})$$

Donde \bar{I}_p es un vector columna de 6 x 1 de las corrientes de fase

\bar{V}_p es un vector columna de 6 x 1 de los voltajes de fase

Y_p es la matriz de admitancia serie



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
TITULO:	APERTURA DE LA FASE "A"
FIGURA N.º II. 6.1	ESCALA: ——— FECHA: 19 88

$$[Z_p] = [Y_p]^{-1} \quad \text{es la matriz de impedancia serie}$$

$$[Y_p] = \begin{bmatrix} Y_{aa} & Y_{ab} & \dots & Y_{af} \\ Y_{ba} & Y_{bb} & \dots & Y_{bf} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{fa} & Y_{fb} & \dots & Y_{ff} \end{bmatrix} \quad 6 \times 6$$

(III.6.2)

Los elementos del primer renglón y la primera columna correspondientes a la fase "a" en Y_p pueden ser eliminados por la operación:

$$Y_{i,j} = Y(i,j) - \frac{Y(1,i) Y(i,1)}{Y(1,1)}$$

(III.6.3)

Esta operación reduce la matriz de admitancia a 5×5 correspondientes a las fases "b" a la "f". Esta matriz se invierte para dar la matriz de admitancia serie Z 5×5 . Esta matriz Z se aumenta dando un valor alto al término Z_{aa} y uno muy bajo a los términos Z_{aj} y Z_{ja} , donde $j = b, c, d, e, f$. Esto resulta en principio una matriz de 6×6 para la matriz serie modificada como se indica abajo:

$$[Z]_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & \dots & Z_{af} \\ Z_{ba} & & & \\ \vdots & & & \\ \vdots & & & \\ Z_{fa} & & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [Z]_{5 \times 5} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix}$$

(III.6.4)

Después de que la matriz Z modificada es obtenida, el procedimiento para evaluar los factores de desbalance bajo condiciones de maniobras monofásicas es el mismo como el delineado en la sección III.5 para un análisis de desbalance normal.

III.7 EFECTO CORONA.

III.7.1 INTRODUCCION.

El efecto corona ocurre en una línea de transmisión cuando el gradiente de voltaje en la vecindad inmediata de la superficie del conductor excede la rigidez dieléctrica del aire. La ruptura del aire genera calor, luz, ruido audible y radiointerferencia. Estas manifestaciones implican la pérdida de ciertas cantidades de potencia y energía, que son alimentadas por la estación generadora.

Estas pérdidas y sus consecuencias económicas juegan un importante papel en la selección de conductores para las líneas de transmisión. Esto es cierto tanto para líneas hexafásicas como para líneas trifásicas. Diversos estudios se han llevado a cabo en laboratorios y en el campo para evaluar las pérdidas corona y como consecuencia de esto se ha desarrollado una fórmula empírica para evaluar estas pérdidas bajo condiciones de tiempo seco y tiempo lluvioso.

En esta sección se presenta un método para evaluar las pérdidas corona como una función de la presión barométrica, temperatura y factor de superficie del conductor para sistemas de transmisión hexafásicos y trifásicos.

III.7.2 GRADIENTE DE INICIACION CORONA.

Si el valor del gradiente de iniciación corona es menor que el gradiente de superficie del conductor, entonces el efecto corona ocurre en la línea de transmisión. Por lo tanto, la determinación del gradiente de iniciación corona es importante antes de proceder con los cálculos del efecto corona. Este gradiente de iniciación corona, E_0 , en una superficie de conductor es dado por:

$$E_0 = \frac{(30)}{2} m \sqrt{1.0 + \frac{0.3}{\sqrt{r}}} \text{ KV (rms) / cm.}$$

(III.7.1)

Donde:

- m = factor de superficie del conductor
- δ = Densidad relativa del aire
- r = radio del conductor en cm.
- 30 = rigidez dieléctrica del aire en KV/cm

La densidad relativa del aire, δ , es una función de la presión barométrica y de la temperatura de la atmósfera. Esto es dado por:

$$\delta = \frac{3.92}{273 + T} \frac{b}{T}$$

(III.7.2)

Donde:

- b = presión atmosférica en cm de Hg
- T = temperatura atmosférica en °C

El efecto corona de corriente alterna que resulta de gradientes en δ en exceso de E_0 puede ser al menos de 6 formas diferentes, dependiendo en la polaridad y magnitud de el voltaje como se ilustra en la figura (III.7.1) y explicados en Apéndice A2.

Los pulsos trichel son formas de descarga de calor y aparecen como una continua incandescencia, mientras que las descargas aparecen como un brillo intermitente.

Las descargas son los principales contribuyentes del ruido de la línea y generalmente aparecen en las discontinuidades de la superficie donde el gradiente local es acentuado.

La ecuación III.7.1 se considera que describe todas las formas corona con los factores de superficie apropiados incluidos. La tabla III.7.1 indica el valor probable de estos factores para tamaños de conductores típicos y varios conductores basados en pruebas de laboratorio.

Las despostilladuras metálicas en la superficie tienden a suavizarse por ionización e oxidación y por la edad del conductor.

Además un conductor que no ha sido tensionado puede inicialmente tener un factor de superficie de 0.53 - 0.73, elevando a 0.68 - 0.82 después de un período de energización (por ejemplo, 1 año).

FIG. III.7.1

**MODOS CORONA POSIBLES BAJO
VOLTAJE DE CORRIENTE ALTERNA**

- | | |
|----------------------|----------------------------------|
| 1) PULSOS TRICHEL | A) INICIO DE DESCARGA DE RUPTURA |
| 2) BRILLO NEGATIVO | B) INICIO DE BRILLO |
| 3) DESCARGA NEGATIVA | C) INICIO DE DESCARGA |
| 4) PULSOS INICIALES | D) INICIO DE PULSOS TRICHEL |
| 5) BRILLO | E) INICIO DE BRILLO NEGATIVO |
| 6) DESCARGA POSITIVA | F) INICIO DE DESCARGA NEGATIVA |

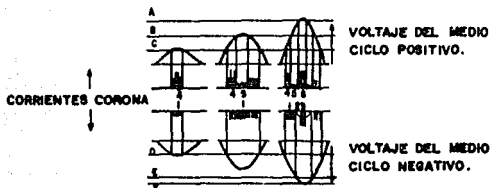
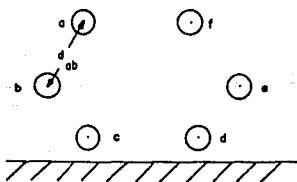


FIG. III.7.2



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: MODOS CORONA POSIBLES BAJO VOLTAJE DE C.A.			
ARREGLO DE CONDUCTORES EN 6 FASES.			
FIGURA No. 33-7-1027-3 ESCALA: _____			FECHA: 19 88

TABLA III.7.1

FACTORES DE SUPERFICIE

Condición del conductor	Puesto en servicio	Tipo corona	Factor de superficie probable.
Nuevo, limpio y seco	NO	Fosforescencia	0.88 - 0.96
Mojado, seco	SI	Descarga	0.68 - 0.82
Nuevo, no mojado	SI	Descarga	0.53 - 0.73
Húmedo	UNO U OTRO	Descarga	0.12 - 0.23

III.7.3 EVALUACION DE LAS PERDIDAS POR EFECTO CORONA.

Las pérdidas por efecto corona para líneas de doble circuito trifásico pueden calcularse usando la fórmula empírica dada por:

$$P = \frac{1287}{\rho} (f+25) \frac{E}{D} \left(\log_{10} \frac{D}{r} \right)^2 (E - E_0)^2 \times 10^{-5}$$

Kw/Km. de conductor

(III.7.3)

Donde:

- f = frecuencia del sistema en Hz.
- D = espaciamiento equilátero equivalente entre conductores en cm.
- E = gradiente de superficie máximo del conductor en KV(rms)/cm.
- ρ = densidad relativa del aire
- r = radio del conductor en cm.
- E_0 = gradiente de iniciación corona en KV(rms)/cm.
- D = distancia media geométrica

La ecuación III.7.3 es también válida para líneas de transmisión hexafásicas.

Para una línea de transmisión hexafásica, la distancia media geométrica D puede ser calculada como se explica abajo y con la ayuda de la figura III.7.2

$$D = \sqrt{\frac{d_{ab} \cdot d_{ac} \cdot d_{ad} \cdot d_{ae} \cdot d_{af} \cdot d_{bc} \cdot d_{bd} \cdot d_{be} \cdot d_{bf} \cdot d_{cd} \cdot d_{ce} \cdot d_{cf} \cdot d_{de} \cdot d_{df} \cdot d_{ef}}{d_{bf} \cdot d_{cd} \cdot d_{ce} \cdot d_{cf} \cdot d_{de} \cdot d_{df} \cdot d_{ef}}}$$

(III.7.4)

Donde d_{ij} = distancia entre los i -ésimo y el j -ésimo conductores donde $i, j = a, \dots, f$; $i \neq j$

Un cálculo separado será hecho para las pérdidas corona para cada conductor de fase, debido a que sus gradientes de superficie son diferentes. La suma de esos valores calculados para los seis conductores da el valor total de las pérdidas por efecto corona en Kw/Km.

III.8 COMPORTAMIENTO DEL RUIDO AUDIBLE.

El ruido audible (AN), generado en las superficies de los conductores de una línea de transmisión, juega un papel importante en los estudios de planeación. Los niveles de ruido audible en las orillas del derecho de vía no excederá un cierto valor. Se debe efectuar los cálculos apropiados para encontrar los niveles exactos del ruido generado por las líneas de transmisión.

El ruido audible ocurre principalmente en presencia de descarga corona. En condiciones atmosféricas secas, los conductores normalmente operan abajo del nivel de iniciación corona. Por lo tanto no habrá cualquier generación significativa de ruido.

Los máximos niveles de ruido se encuentran usualmente en condiciones de lluvia pesada (1.8 - 3.9 cm/hora). En la realidad, este tipo de situación ocurre por períodos cortos de tiempo y puede ser simulado exitosamente en un laboratorio para obtener los valores deseados.

El método para calcular los niveles de ruido audible de las líneas de transmisión en general se presenta en las secciones siguientes:

III.8.1 FENOMENO DEL RUIDO AUDIBLE.

El ruido audible es causado por un punto fuente de corona, como es en la radio interferencia y TV interferencia. El ruido audible desde las líneas de transmisión tiene dos componentes característicos:

1) El ancho de banda del ruido asemejando una crepitación ó un chiflido de sonido. Este usualmente se extiende sobre un rango de 20 Hz a 20 KHz de frecuencia. Esto es causado por el flujo de polaridad positiva.

2) Los componentes de tono puro, los cuales son armónicas de la frecuencia fundamental de 60 Hz. El ruido más notable es el zumbido de 120 Hz, que es causado por movimiento de cargas en el espacio alrededor del conductor.

A diferencia de la Radio interferencia (RI) y la TV interferencia (TV), el ruido audible es más localizado.

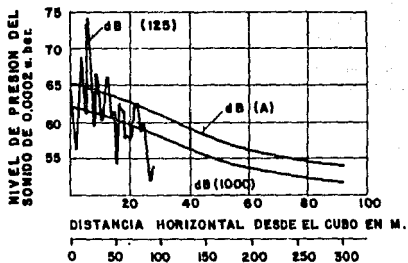
El ruido se propaga a través del aire y descarga a poca distancia, no afectando mediciones locales. La cantidad medida en relación con el ruido audible es el valor RMS de la presión del sonido. Los niveles de presión están comunmete referidos a una base de 0.0002 bar ($2 \times 10^{-5} \text{ Nt/m}^2$), el cual es el nivel mínimo que una persona puede detectar a 1000 Hz. Un comité de la IEEE sugirió formas estándares de medición del ruido audible de las líneas de transmisión. El ruido audible generalmente se mide por medio del uso de una red de peso A y se expresa en db (A). La red A caracteriza solamente el ancho de banda del ruido. Los diferentes tipos de ruido mencionados arriba, se suman de diferente forma, dependiendo del tiempo y pueden ser de naturaleza aleatoria o no. Los ruidos aleatorios, están combinados en tal forma que sus densidades de potencia (J) se suman linealmente y los niveles de presión son iguales a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los niveles de presión de los ruidos individuales. Los diferentes zumbidos se combinan en una forma dependiendo de sus relaciones de fase. Si dos zumbidos están en fase, los niveles de presión se suman, si están en oposición, el nivel de presión resultante es la diferencia entre los dos. Entonces, los ruidos de n fases de una línea de transmisión se combinan sustancialmente de diferente manera para el ruido aleatorio que para el zumbido. Esto es evidente en el "perfil lateral" mostrado en la figura III.8.1 en la que se muestra cómo las mediciones de zumbidos, principalmente dependen del punto de medición, resultando en muy altos valores, esto se debe a que el zumbido desde las tres fases individuales llega al punto de medición con pequeñas diferencias en el ángulo de fase.

III.8.2 METODO PARA LA EVALUACION DEL RUIDO AUDIBLE.

El procedimiento para encontrar el ancho de banda del ruido audible es diferente de aquel para encontrar el zumbido explicado arriba. El procedimiento detallado para cada uno de estos es el siguiente:

III.8.2.1 ANCHO DE BANDA DEL RUIDO EN CONDICIONES DE LLUVIA

Paso 1.- El máximo gradiente de superficie, E_m , de



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

TITULO : PERFIL LATERAL TÍPICO DE RUIDO
AUDIBLE DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.

FIGURA No. III-B-1

ESCALA : ——— FECHA : 1968

cada fase es calculado usando el programa de computadora descrito en el apéndice A1.

Paso 2.- La potencia acústica generada en condiciones de lluvia A_1 de cada fase se puede encontrar usando la forma empírica.

$$A_1 = 46.4 - 665/Em \quad \text{db sobre } 1 \mu\text{W/m} \quad (\text{III.8.1})$$

Donde:

Em = Máximo gradiente de superficie del conductor en KV(RMS)/cm.

El valor A_1 obtenido aquí pertenece a un conductor de 3.8 cm. de diámetro.

Paso 3.- La potencia acústica generada A de cada una de las fases es calculada para el número actual de subconductores y sus diámetros, usando la fórmula empírica:

$$A = (N_{\text{sub}}) \left(\frac{d}{3.8} \right)^{4.4} A_1^{Kn} \mu\text{W/m} \quad (\text{III.8.2})$$

Donde:

N_{sub} = número de subconductores por fase.

d = diámetro del subconductor (o conductor) en cm.

A_1 = potencia generada de ruido audible referida a un conductor de 3.8 cm. de diámetro y calculada con la ecuación III.8.1

K_n = factor dependiente del número de subconductores en la fase o arreglo (asumiendo un arreglo por fase).

$K_n = 1$ para $N_{\text{sub}} = 3$
 $= 1.8$ para $N_{\text{sub}} = 2$
 $= 5.6$ para $N_{\text{sub}} = 1$

El valor de A calculado, usando la ecuación III.8.1 tiene que convertirse de db sobre $1 \mu\text{W/m}$ a $\mu\text{W/m}$ para poder usarse en la ecuación III.8.2, esto puede hacerse así:

$$A_1 (\mu\text{W/m}) = 10 (A_1 (\text{db sobre } 1 \mu\text{W/m})/10.0) \quad (\text{III.8.3})$$

Paso 4.- La energía acústica, J_i , debida a la fase i se calcula de:

$$J_i = \frac{A_i}{4 R_i} \quad \text{W/m}^2$$

(III.8.4)

Donde:

A_i = Potencia acústica generada de la fase i en W/m .

R_i = Distancia desde el conductor de fase i al punto de medición en metros.

La atenuación del sonido en el aire es tomada multiplicando el valor de arriba por $e^{-\alpha R_i}$, donde α es la constante de atenuación, y α es aproximadamente igual a 0.0075 m^{-1} .

Paso 5.- La energía acústica total se encuentra de:

$$J = \sum_{i=1}^{N_p} J_i$$

Donde N_p es el número total de fases

(III.8.5)

Paso 6.- El nivel de presión del ruido P , se calcula de:

$$P = \sqrt{c J} \quad (\text{Nt/m}^2)$$

(III.8.6)

Donde:

ρ = Densidad del aire en Kg/m^3 .

c = Velocidad de onda sonora en m/seg .

J = Energía acústica en W/m^2 .

Bajo condiciones atmosféricas normales la ecuación III.8.6 puede ser escrita como:

$$P = 20.5 J \quad (\text{Nt/m}^2)$$

(III.8.7)

Paso 7.- El nivel de presión del sonido en db es obtenido de:

$$P \text{ (db)} = 20 \log [P \text{ (Nt/m}^2\text{)}/2 \times 10^{-5}] \quad (\text{III.8.8})$$

Donde P(db) es el ruido audible db(A) en lluvia intensa.

III.8.2.2 ANCHO DE BANDA DEL RUIDO DE UN CONDUCTOR HUMEDO.

En los casos de lluvia ligera, niebla y después lluvia, el agua que cae golpeando o dejando el conductor, es mucho menor que aquella que cuelga de la parte baja del conductor. Esta condición se considera de conductor húmedo. Para propósitos de diseño, de líneas de transmisión, se define el gradiente E_c de 6 db en el cual el ruido de un conductor húmedo es 6 db menor que el ruido en lluvia.

Este gradiente es usado para caracterizar el comportamiento de conductor húmedo de un arreglo en relación con su comportamiento en lluvia. El procedimiento para encontrar el ruido audible bajo condiciones de un conductor húmedo es el siguiente:

Paso 1.- Los mismos pasos 1 a 4 de la sección III.8.2.1.

Paso 2.- E_c se calcula usando la fórmula empírica:

$$E_c = \frac{(12.5 d - 4.57)}{(d - 1.07)} \quad \text{para } 2 \text{ cm} < d < 6 \text{ cm} \\ \text{y para } N_{\text{sub}} < 4$$

(III.8.9)

Donde:

E_c = Gradiente de 6 db en KV(rms)/cm.

d = Diámetro del conductor en cm.

N_{sub} = Número de subconductores en el arreglo.

Paso 3.- La relación, C_i , entre el conductor húmedo y la potencia acústica generada en lluvia intensa para la fase i se encuentra de:

$$C_i = (63.4 X^2 + 1.87 X^{-1} - 1.15 X^4)/1000$$

(III.8.10)

Donde:

$$X = 10 \left(\frac{EM}{EC} - 0.8 \right) \quad \text{para } 0.8 < \frac{EM}{EC} < 1.4$$

C_i = relación de EM y EC para la fase i.

Paso 4.- La energía acústica de un conductor húmedo J'_i , para la fase i está dada por:

$$J'_i = J_i \times C_i \quad \mu W/m^2 \quad (III.8.11)$$

Donde:

J_i = Energía acústica de la fase i en lluvia, y se calcula como en la ecuación III.8.4.

C_i = Relación dada por III.8.10.

De aquí en adelante, uno puede hacer uso de los pasos 5 a 7 de la sección III.8.2.1 para calcular el ruido audible para la condición de conductor húmedo.

III.8.2.3 EVALUACION DEL ZUMBIDO DE 120 Hz.

Los siguientes pasos están encaminados a encontrar el zumbido de 120 Hz de las líneas de transmisión.

Paso 1.- El gradiente de superficie máximo, E_m , de cada conductor de fase es calculado como en el paso 1 de la sección III.8.2.1.

Paso 2.- La potencia acústica generada A' es calculada de:

$$A' = 53.5 - 505.5/E_m \quad \text{db sobre } 1 \mu W/m.$$

$$(III.8.12)$$

Donde:

E_m = Gradiente de superficie de conductor máximo en KV (rms)/cm.

El valor A' obtenido aquí pertenece a un arreglo de 6 conductores con un diámetro por conductor de 3.8 cm.

Para calcular A' para cualquier otra condición distinta a la de arriba, se pueden aplicar los siguientes factores de corrección para la A' calculada en la ecuación III.8.12.

Paso 3.- Factor de corrección, C_d , para el diámetro, se calcula usando la ecuación:

$$C_d = 10.6 - 41/d \quad \text{db sobre } 1 \mu\text{W/m.}$$

(III.8.13)

Donde:

d = diámetro actual del subconductor (o conductor) en cm

Paso 4.- Factor de corrección, $C_{N_{\text{Sub}}}$ para el número de subconductores en el arreglo está dado por:

$$C_{N_{\text{Sub}}} = 24.1 - 390/(N_{\text{Sub}} + 10) \quad \text{db sobre } 1 \mu\text{W/m.}$$

para $d = 4.63$ cm.

$$C_{N_{\text{Sub}}} = 47.4 - 1000/(N_{\text{Sub}} + 15) \quad \text{db sobre } 1 \mu\text{W/m.}$$

para $d = 2.3$ cm.

Donde:

N_{Sub} = Número de subconductores en el arreglo.

d = Diámetro del subconductor en cm.

Si el diámetro del conductor es distinto a uno de estos valores, entonces, la interpolación o extrapolación lineales pueden usarse para encontrar el valor correcto.

Paso 5.- Los resultados de los pasos 2, 3 y 4 se suman algebraicamente y el resultado en db sobre $1 \mu\text{W/m}$ se convierte a $\mu\text{W/m}$ como se indica en la sección III.8.2.1.

Paso 6.- Los niveles de presión de las ondas directas y reflejadas de la fase i se calculan usando:

$$P_{i,d} = \sqrt{2} \frac{\sqrt{6c} A_i}{2\pi R_{i,d}} \cos(\omega t - \alpha_i - 2\pi R_{i,d}/\lambda)$$

$$P_{i,r} = \sqrt{2} k \frac{\sqrt{6c} A_i}{2\pi R_{i,r}} \cos(\omega t - \alpha_i - 2\pi R_{i,r}/\lambda)$$

(III.8.15)

Donde:

- $P_{i,d}$ = Nivel de presión de onda directa de la fase i en Nt/m^2 .
 $P_{i,r}$ = Nivel de presión de onda reflejada de la fase i en Nt/m^2 .
 A_i = Potencia acústica generada de la fase i en W/m.
 i = Angulo de fase de la fase i en grados.
 $R_{i,d}$ = Distancia entre el conductor de la i ésima fase y el punto de medición P en metros.
 (Ver figura III.8.2).
 $R_{i,r}$ = Distancia entre la imagen del conductor de la i ésima fase y el punto de medición P en m.
 (Ver figura III.8.2).
 λ = Longitud de onda del zumbido de 120 Hz en m. y es igual a 2.85 m.
 k = Un coeficiente de reflexión, el cual es aproximadamente igual a 1.

Paso 7.- Las ondas de presión de todos los conductores de fase, N_p , se suman vectorialmente como:

$$P \text{ real} = \sum_{i=1}^{N_p} P_{i,d} (\text{real}) + \sum_{i=1}^{N_p} P_{i,r} (\text{real}) \quad (Nt/m^2)$$

(III.8.16)

$$P \text{ imaginaria} = \sum_{i=1}^{N_p} P_{i,d} (\text{imaginaria}) + \sum_{i=1}^{N_p} P_{i,r} (\text{imagin.})$$

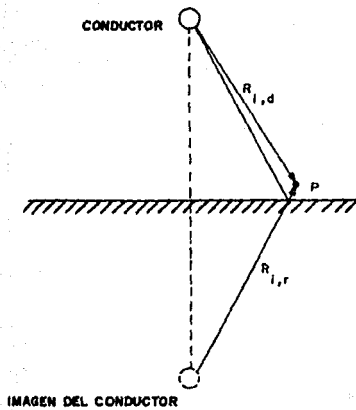
(Nt/m^2)

Donde:

$$P_{i,d} (\text{real}) = \frac{\sqrt{c} A_i}{2 \pi R_{i,d}} \cos \left(-\alpha_i - \frac{2\pi R_{i,d}}{\lambda} \right)$$

$$P_{i,d} (\text{imaginaria}) = \frac{\sqrt{c} A_i}{2 \pi R_{i,d}} \sin \left(-\alpha_i - \frac{2\pi R_{i,d}}{\lambda} \right)$$

$$P_{i,r} (\text{real}) = k \frac{\sqrt{c} A_i}{2 \pi R_{i,r}} \cos \left(-\alpha_i - \frac{2\pi R_{i,r}}{\lambda} \right)$$



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: DISTANCIAS DE RUIDO DIRECTA Y REFLEJADA PARA UN CONDUCTOR SENCILLO.			
FIGURA No. III-8-2 ESCALA: ———			FECHA: 1998

$$P_{i,r} (\text{imag.}) = k \frac{\sqrt{c} A_i}{2\pi R_{i,r}} \text{Sen} \left(-\alpha_i - 2\pi \frac{R_{i,r}}{\lambda} \right)$$

Finalmete:

$$P = \sqrt{(P \text{ real})^2 + (P \text{ imaginaria})^2} \quad \text{Nt/m}^2 \quad (\text{III.8.17})$$

Paso 8.- El zumbido de 120 Hz en db es finalmente obtenido de:

$$P = (\text{db}) = 20 \log \left[\frac{P(\text{Nt/m}^2)}{2 \times 10^5} \right] \quad (\text{III.8.18})$$

III.8.2.4 ESTANDARES DE RUIDO AUDIBLE

Una guía generalmente aceptada para los estándares de ruido audible se da en la tabla III.8.2 está basada en la respuesta pública al ruido audible de las líneas de transmisión existentes en 30 mts. del centro del derecho de vía. Esto muestra que cualquier nivel de ruido mayor de 52.5 db (A) cae bajo el rango de queja, de la gente que vive cerca de la línea. Las mediciones de ruido serán hechas a la mitad y en el nivel de tierra.

<p>NIVEL DE RUIDO A 30m. DEL CENTRO DEL DERECHO DE VIA.</p>	<p>PROBABILIDAD DE RECEPCION DE QUEJAS.</p>
<p>MENOS DE 52.5 dB. DE 52.5 dB. A 59 dB. MAS DE 59dB</p>	<p>BAJA (SIN QUEJA) MEDIA (ALGUNAS QUEJAS) ALTA (MUCHAS QUEJAS)</p>

U N A M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
TITULO: RESPUESTA PUBLICA AL RUIDO AUDIBLE DE LINEAS DE TRANSMISION.		
TABLA No: 1182	ESCALA: —	FECHA: 1988.

III.9 COMPORTAMIENTO DEL RUIDO DE RADIOINTERFERENCIA.

III.9.1 INTRODUCCION.

La radiointerferencia desde las líneas de transmisión se debe al ruido de radiofrecuencia en las superficies de los conductores por el efecto corona. La generación debida a la zona corona es causada por el movimiento de cargas en el espacio debido al aire ionizado en el campo eléctrico del conductor. Para la generalidad, el nivel de ruido en cualquier punto en la vecindad de la línea de transmisión, expresada en dB sobre $1 \mu\text{V/m}$. para una señal de 1MHz de frecuencia, es usualmente adoptada como la medida de la radiointerferencia.

III.9.2 ANALISIS DE RADIOINTERFERENCIA PARA LINEAS HEXAFASICAS.

El comportamiento de ruido de radio para líneas hexafásicas se predice usando métodos analíticos desarrollados para líneas trifásicas, éste consiste básicamente de los siguientes pasos:

- 1.- Evaluar la matriz de impedancia serie $[Z]$ para una línea de transmisión en 1MHz.
- 2.- Encontrar la matriz de admitancia paralelo $[Y]$ para una línea de transmisión en 1MHz.
- 3.- Obtener la matriz producto $[YZ]$ usando los pasos 1 y 2 de arriba.
- 4.- Encontrar los valores y vectores característicos de la matriz producto $[YZ]$.
- 5.- Evaluar las constantes de atenuación modal α'_s de los valores característicos encontrados en el paso 4.
- 5.- Evaluar la matriz $[A]$ la cuál es proporcional a la matriz de coeficientes de potencial $[P]$ y depende de la geometría de los conductores.

7.- Evaluar las funciones de generación de ruido de los gradientes de superficie del conductor.

8.- Obtener el campo de radiointerferencia debido a todas las fases usando los resultados de los pasos 4 al 7.

Esto pasos son explicados en detalle en las siguientes subsecciones.

III.9.2.1 MATRIZ DE IMPEDANCIA SERIE EN 1MHz.

La matriz de impedancia serie de una línea de transmisión en frecuencias de radio es afectada por dos factores:

- 1.- El efecto superficial.
- 2.- El efecto de un conductor de tierra finito.

El efecto superficial en 1MHz, aumenta la resistencia a la corriente directa de los conductores en factor de 43.5 y con este factor se calcula la resistencia a la corriente alterna en 1MHz.

Impedancia serie:

La impedancia serie usada en análisis de radio es determinada usando la fórmula de Carson. La fórmula toma en cuenta la conductividad finita de la tierra. Carson desarrolló una serie infinita para estos términos de corrección de tierra, y las ecuaciones son arregladas para propósitos de cómputo como se indica abajo.

Impedancia propia:

$$Z_{ii} = (R_{ii} + \Delta R_{ii}) + j(2\omega 10^{-4} \ln \frac{2H_i}{GMR_i} + \Delta X_{ii}) \sim /km.$$

(III.9.1)

Impedancia mutua:

$$Z_{ij} = Z_{ji} = \Delta R_{ij} + j(2\omega 10^{-4} \ln \frac{D_{ij}}{d_{ij}} + \Delta X_{ij}) \sim /km.$$

(III.9.2)

Donde:

Rii = Resistencia a la C.A. del conductor i en Ω/km .

Hi = altura sobre tierra del conductor i

Dij = distancia entre el conductor i y la imagen del j

dij = distancia entre conductores i y j

GMRi = radio medio geométrico del conductor i

ω = $2\pi f$ y f es en Hz.

ΔR = término de corrección de tierra para la resistencia.

ΔX = término de corrección de tierra para la reactancia

Los términos de corrección de tierra están definidos por la siguiente serie infinita.

$$\Delta R = 4 \times 10^{-4} \left\{ \frac{1}{8} - b_1 a \cos \theta + b_2 [(C^2 - \ln a) a^2 \cos 2\theta + \theta a^2 \sin 2\theta] + b_3 a^3 \cos 3\theta - d_4 \cos 4\theta - b_5 a^5 \cos 5\theta + b_6 [(C^6 - \ln a) a^6 \cos 6\theta + \theta a^6 \sin 6\theta] + b_7 a^7 \cos 7\theta - d_8 a^8 \cos 8\theta - \dots \right\}$$

(III.9.3)

$$\Delta X = 4 \times 10^{-4} \left\{ \frac{1}{2} (0.6159315 - \ln a) + b_1 a \cos \theta - d_2 a^2 \cos 2\theta + b_3 a^3 \cos 3\theta - b_4 [(C^4 - \ln a) a^4 \cos 4\theta + \theta a^4 \sin 4\theta] + b_5 a^5 \cos 5\theta - d_6 a^6 \cos 6\theta + b_7 a^7 \cos 7\theta - b_8 [(C_8 \ln a) a^8 \cos 8\theta + \theta a^8 \sin 8\theta] + \dots \right\}$$

(III.9.4)

Donde:

$$a = 4 \pi \sqrt{5} \times 10^{-4} S \sqrt{\epsilon/\rho}$$

- s = $2H_i$ para elemento de impedancia propia
- = D_{ij} para elemento de impedancia mutua
- \emptyset = 0 para el elemento de impedancia propia
- = $\text{Sen}^{-1} \frac{X_{ij}}{D_{ij}}$ para el elemento de impedancia mutua

X_{ij} = distancia horizontal entre los conductores i, j

Los coeficientes para la serie infinita son definidos en la siguiente forma:

$$b_1 = \left| b_{i-2} \right| \frac{\text{Sign}}{i(i+2)} \quad \text{con el valor de arranque de}$$

$$b_1 = 2$$

$$b_2 = 1/\sqrt{16}$$

$$C_i = C_i - 2 + \frac{1}{i} + \frac{1}{i+2}$$

Con el valor de arranque:

$$C_2 = 1.3659315$$

$$d_i = \frac{\pi}{4} b_i$$

$\text{Sign} = \pm 1$ cambiando después de cada 4 términos sucesivos esto es:

$$\text{Sign} = +1 \text{ para } i = 1, 2, 3, 4 \quad \text{y}$$

$$\text{Sign} = -1 \text{ para } i = 5, 6, 7, 8, \text{ etc.}$$

III.9.2.2 MATRIZ DE ADMITANCIA PARALELO.

La admitancia paralelo usada en análisis de ruido de radio considera la tierra como un conductor perfecto.

La matriz $[Y]$ está definida por la ecuación:

$$[Y] = j\omega [C] \quad (\text{III.9.5})$$

En esta ecuación, la matriz de capacitancia [C] es la inversa de la matriz de coeficientes de potencial [P]. Los elementos de [P] son calculados de la geometría de la línea y son:

Elementos de la diagonal:

$$P_{ii} = 18.10^6 \ln \frac{2H_i}{r_i} \text{ daraf - km}$$

(III.9.6)

Elementos fuera de la diagonal:

$$P_{ij} = P_{ji} = 18.10^6 \ln \frac{D_{ij}}{d_{ij}} \text{ daraf - km}$$

(III.9.7)

Donde r_i es el radio del conductor i , y el resto de los términos ya fue definido con anterioridad.

III.9.2.3 MATRIZ DE TRANSFORMACION Y CONSTANTES DE ATENUACION MODAL.

La zona corona que genera el ruido de radio se representa usualmente como un generador de corriente. La propagación de esta señal de corriente sobre un sistema multiconductor está dada por la ecuación diferencial.

$$\frac{d^2}{dz^2} [i] = [Y][Z][i] \quad (\text{III.9.8})$$

Donde z representa la distancia a lo largo de la línea desde el punto de generación de radio frecuencia. Para un sistema de 6 conductores, $[i]$ será un vector columna de orden 6, y, $[Y]$ y $[Z]$ serán matrices cuadradas de 6 x 6. El análisis de propagación de ruido puede ser desarrollado usando la técnica de transformación modal.

La forma de la ecuación III.9.1 no cambia si se escribe de la siguiente forma:

$$\frac{d^2}{dz^2} [S]^{-1} [i] = [S]^{-1} [Y][Z][S][S]^{-1} [i]$$

(III.9.9)

Donde $[S]$ es por ahora una matriz cuadrada de 6×6 desconocida.
 En forma abreviada la ecuación III.9.2 puede escribirse como:

$$\frac{d^2}{dz^2} [i]^{(m)} = [\lambda]^2 [i]^{(m)}$$

(III.9.10)

Donde:

$[i]^{(m)}$ = $[S]^{-1} [i]$ es el vector de corrientes modales y

$$[\lambda]^2 = [S]^{-1} [Y] [Z] [S]$$

Con la selección apropiada de una matriz de transformación $[S]$, la matriz $[\lambda]^2$ puede ser reducida a una matriz diagonal.

Los elementos de la matriz diagonal $[\lambda]$ serán los valores característicos de la matriz producto $[YZ]$ y la matriz de transformación $[S]$ es la matriz de vectores característicos de $[YZ]$. Los λ 's son las constantes de propagación modal y cada una es un número complejo de la forma.

$$\lambda = \alpha + j\omega \quad (\text{III.9.11})$$

La parte real de la ecuación III.9.4, es llamada constante de atenuación modal.

La matriz $[YZ]$, compuesta de números complejos requiere de un riguroso análisis de valores característicos para producir la matriz diagonal perfecta $[\lambda]$. Sin embargo, fue encontrado en los estudios desarrollados en Estados Unidos que la exactitud del campo de intensidad de ruido de radio calculado usando una matriz diagonal aproximada $[\lambda]$ es aún aceptable comparada con las mediciones de campo. También el hecho de que otros factores tales como la inestabilidad esencial de los niveles de ruido de radio y su dependencia en los factores climatológicos, contaminación, etc., no son tomados en cuenta en este estudio, puede justificar el uso de matrices de transformación $[S]$ que puedan producir una matriz aproximadamente diagonal $[\lambda]$.

Por lo tanto, en lugar de resolver para los valores y vectores característicos de $[YZ]$ como se indicó en el paso 4 de arriba, una matriz de transformación

$[S]$ que produce una matriz $[\lambda]^2$ aproximadamente diagonal es utilizada para dar las constantes de atenuación. La matriz fue seleccionada de tres matrices de transformación real, las cuales son:

1.- Matriz de transformación de Clarke $[S_1]$ para líneas hexafásicas.

2.- Matriz $[S_2]$ desarrollada para un estudio hecho en Dequine-Olive (USA) para una línea en 345 KV.

3.- Matriz $[S_3]$ compuesta por una componente real de una matriz $[Q]$ usada por Wedepohl.

Las ecuaciones para estas matrices son:

$$\begin{array}{c}
 \text{Modo N}^\circ \quad (1) \quad (2) \quad (3) \quad (4) \quad (5) \quad (6) \\
 S_1 = \begin{bmatrix}
 1/\sqrt{6} & 5/\sqrt{30} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{30} & 4/\sqrt{20} & 0 & 0 & 0 \\
 1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{30} & -1/\sqrt{20} & 3/\sqrt{12} & 0 & 0 \\
 1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{30} & -1/\sqrt{20} & -1/\sqrt{12} & 2/\sqrt{6} & 0 \\
 1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{30} & -1/\sqrt{20} & -1/\sqrt{12} & -1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{2} \\
 1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{30} & -1/\sqrt{20} & -1/\sqrt{12} & -1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{2}
 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

(III.9.12)

$$\begin{array}{c}
 \text{Modo N}^\circ \quad (1) \quad (2) \quad (3) \quad (4) \quad (5) \quad (6) \\
 S_2 = \begin{bmatrix}
 0.959 & 0.597 & -0.953 & -0.981 & -0.548 & -0.856 \\
 1.000 & 1.000 & 0 & 0 & 1.000 & 1.00 \\
 0.923 & 0.578 & 1.000 & 1.000 & -0.514 & -0.847 \\
 0.923 & -0.578 & 1.000 & 1.000 & -0.514 & -0.847 \\
 1.000 & -1.000 & 0 & 0 & 0 & -1.000 \\
 0.959 & -0.597 & -0.953 & 0.981 & -0.548 & 0.856
 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

(III.9.13)

Modo N°	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
S_3	0.213	-0.134	-0.839	0.572	-0.859	-1.000
	0.414	-0.418	-0.702	1.000	1.000	0.588
	1.000	-1.000	1.000	-0.707	-0.269	-0.127
	1.000	1.000	1.000	0.707	-0.269	0.127
	0.414	0.418	-0.699	-1.000	1.000	-0.588
	0.214	0.134	-0.844	0.572	-0.859	1.000

(III.9.14)

Estas matrices de transformación real son seleccionadas sobre las complejas porque simplifican los cálculos y satisfacen la invariancia de potencia en la transformación de cantidades de fase a cantidades modales.

La tabla III.9.1 da un resumen del grado al cual la matriz $[YZ]$ es diagonalizada por cada una de las transformaciones. Los elementos fuera de la diagonal de la matriz $[S]^{-1}[Y][Z][S]$ son despreciados para dar una matriz diagonal $[\lambda]^2$. La tabla III.9.2 resume las constantes de atenuación para cada modo natural de una estructura de línea WP-8 como es definida por las tres matrices de transformación.

MATRIZ DE TRANSFORMACION [S]	RANGO DE LOS TERMINOS DE LA DIAGONAL (3) ¹ (Y) (Z) (S)	VALOR MAYOR DEL ELEMENTO FUERA DE LA DIAGONAL DE (S) ¹ (Y) (Z) (S)	RELACION DE LA COLUMNA 2 A LA COLUMNA 3	ELEMENTOS FUERA DE LA DIAGONAL DE (S) ¹ (Y) (Z) (S)	
				ORDEN	Nº DE ELEM.
[81]	0.456×10^{-5} a 0.462×10^{-3}	0.337×10^{-8}	121-128	10^{-8}	11
				10^{-6}	19
[82]	0.454×10^{-3} a 0.462×10^{-3}	0.760×10^{-8}	60- 63	10^{-8}	4
				10^{-6}	8
				10^{-7}	1
				10^{-8}	3
				10^{-9}	15
[83]	0.4515×10^{-3} a 0.479×10^{-3}	0.880×10^{-8}	62- 64	10^{-8}	8
				10^{-6}	4
				10^{-7}	2
				10^{-8}	6
				10^{-9}	6
				10^{-10}	4

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: COMPARACION DE LA EXACTITUD DE DIA- SONIZACION DE (Y) USANDO LAS TRES MATRICES DE TRANSFORMACION			
TABLA No. M-8-1		ESCALA	FECHA: 1988

(PARAMETROS DE UNA ESTRUCTURA DE LINEA WF-9)

MATRIZ DE TRANSFORMACION	MODOS(m)	CONSTANTES DE ATENUACION (m)	
		α_i	dB/MILLA β_i
(S1)	(1)	400×10^6	5.593
	(2)	13.3×10^6	0.186
	(3)	11.4×10^6	0.159
	(4)	23.6×10^6	0.333
	(5)	17.3×10^6	0.242
	(6)	7.0×10^6	0.098
(S2)	(1)	396×10^6	5.537
	(2)	22.5×10^6	0.329
	(3)	375×10^6	0.524
	(4)	5.9×10^6	0.082
	(5)	5.2×10^6	0.077
	(6)	6.1×10^6	0.071
(S3)	(1)	417×10^6	5.531
	(2)	244×10^6	0.336
	(3)	1.8×10^8	0.252
	(4)	5.8×10^6	0.081
	(5)	4.8×10^6	0.067
	(6)	4.6×10^6	0.064

β EN dB/MILLA = 20 (log₁₀) (1009) EN NEPER/METRO

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: RESUMEN DE LAS CONSTANTES DE ATENUACION MODAL.			
TABLA No. III - 9-2		ESCALA: —	FECHA: 1988

Los perfiles laterales de una estructura WP-8 como una función de las matrices de transformación son dadas en la figura III.9.1. Esta figura muestra que las matrices de transformación $[S]_1$ y $[S]_2$ producen un perfil lateral casi idéntico.

En general, la matriz de transformación de corriente modal es diferente de la matriz de transformación de voltaje modal debido a que el producto de la matriz $[YZ]$ no es igual a $[ZY]$. Sin embargo, en el paso 8 de la sección III.9.2, las matrices de transformación de corriente y voltaje se consideran iguales. Esto es sólo cierto si la matriz de transformación $[S]$ es ortogonal. Por lo tanto, la matriz $[S]_1$ la cual es la matriz de transformación de Clark normalizada para líneas hexafásicas es la que generalmente se utiliza.

La misma matriz de transformación modal es usada tanto para las líneas trifásicas de doble circuito como para las hexafásicas. La razón de esto proviene del hecho que el cuadrado de la constante de propagación de la matriz $[YZ]$ es la misma para ambos sistemas si la geometría de la línea es similar y las líneas de transmisión se consideran no transpuestas.

Los valores característicos y por consiguiente las constantes de atenuación permanecen iguales para ambos sistemas hexafásico y trifásico de doble circuito. En otras palabras, los modos naturales dependen del número de conductores y no del número de fases.

III.9.2.4 FUNCION GENERACION T.

Usando métodos analíticos para radiointerferencia, uno tiene que usar una cantidad conceptual que describa las características físicas del efecto corona.

Esta es la función generación ó función de excitación T . Su comportamiento es gobernado por las leyes de la formación y movimiento de las cargas en el espacio dentro de la zona ionizada muy cerca de la superficie del conductor bajo el efecto corona. El funcionamiento teórico de éste concepto va más allá de los alcances de este trabajo, por lo que aquí solo se hace una presentación breve.

La corriente de ruido generado por la zona de efecto corona e introducida en todos los conductores de un sistema de varios cables depende de las capacitancias propias y mutuas de los conductores y de la función T .

El valor RMS de las corrientes de alta frecuencia introducidas por unidad de longitud de un conductor expresado en términos de una relación matricial generalizada es:

$$[J] = \frac{[c]}{2 \pi \epsilon_0} [\Gamma]$$

(III.9.15)

Donde $[c]$ es la matriz de capacitancia de un sistema de varios cables. La función generación Γ es un importante parámetro en la determinación de los niveles de radiointerferencia y es tomada en cuenta para su cálculo en la ecuación (III.9.15). La función generación Γ representa impulsos al azar de muy corta duración. Este aspecto aleatorio de Γ es debido a la naturaleza inherente de las cargas en el espacio. Los impulsos sucesivos todos tienen la misma forma; pero fluctúan en amplitud e intervalos de tiempo alrededor de valores promedio estables. Los impulsos por lo tanto están representados por una densidad espectral $G(\omega)$. Si n es el número de fuentes corona no correlacionadas discretas por unidad de longitud y G_i es la densidad espectral de la fuente, i , el valor RMS resultante de todas las fuentes por unidad de longitud medida a través de un aparato sintonizado a la frecuencia ω_0 y con un ancho de banda de B Hz es:

$$\Gamma = \sqrt{B \sum_n G_i \omega_0}$$

(III.9.16)

La ecuación III.9.16 toma en cuenta la naturaleza del aparato de medición y en particular el ancho de banda de un receptor usando un detector de ley cuadrática.

Sin embargo, la expresión analizada para Γ dada por la ecuación III.9.16 no es usada comúnmente, en lugar de ésta, una expresión analítica de Γ derivada de mediciones experimentales de corrientes de alta frecuencia y capacidad llevados a cabo en una caja de pruebas. Para esto, dos experimentos fueron llevados a cabo y éstos determinaron la función generación básica de un número de conductores y arreglos de varias geometrías contra sus gradientes de superficie. Ambas

pruebas fueron conducidas bajo condiciones de lluvia pesada (lluvia insistente mayor que 1 mm/hora) debido a que la condición es fácilmente reproducible en las cajas de prueba.

Los dos experimentos dan una carta mostrando Γ en dB contra el gradiente de superficie E en kv/cm con los radios de conductor r en cm., y el número de arreglo subconductores N como parámetros. De estas cartas las siguientes expresiones fueron derivadas:

La primera de éstas ecuaciones es:

$$\Gamma = 78 - \frac{590}{E} + 38 \log \left(\frac{2r}{3.8} \right) + KN \text{ dB}$$

(III.9.17)

Donde:

$$\begin{aligned} KN &= 7 \text{ dB} , N = 1 \\ &= 2 \text{ dB} , N = 2 \\ &= 0 , N \geq 3 \end{aligned}$$

La segunda ecuación es:

$$\Gamma = \Gamma'(E,r) + (11.5 + \log N^2) r^{-B(N)} \text{ dB}$$

(III.9.18)

Donde:

$$\begin{aligned} B(N) &= 0 \text{ dB} , N = 1 \\ &= 5 \text{ dB} , N = 2 \\ &= 7 \text{ dB} , N = 3 \\ &= 8 \text{ dB} , N = 4 \\ &= 9 \text{ dB} , N = 6 \\ &= 9.5 \text{ dB} , N = 8 \end{aligned}$$

El valor del término $\Gamma'(E, r)$ puede ser tomado de la carta correspondiente. Para $E \leq 16$ KV/cm, el término $\Gamma'(E, r)$ es independiente del radio r y es definido por la ecuación:

$$\Gamma'(E,r) = 155 \log \frac{E}{11.1} \text{ dB} \quad E \leq 16 \text{ KV/cm}$$

(III.9.19)

La figura III.9.2 muestra a manera de referencia las curvas para un conductor ACSR de 1024.5 MCM usando las ecuaciones III.9.17 y III.9.18. Adicionalmente comentaremos que los diversos experimentos realizados en Estados Unidos han comprobado que la ecuación III.9.18 es más consistente que la ecuación III.9.17 en cuanto a valores medidos en campo.

III.9.2.5 EL CAMPO DE RADIOINTERFERENCIA.

Después de que la función generación Γ y las constantes de atenuación nodal han sido evaluadas, el siguiente paso es evaluar el campo de radiointerferencia causado por la generación corona en cualquier punto cercano a la línea de transmisión. El valor RMS del campo de radiointerferencia E_{RI} en microvolts/m en cualquier punto P en la superficie de tierra cerca de la línea de transmisión está dado por:

$$E_{RI} = \sqrt{\sum_{K=1}^6 (E_K)^2}$$

(III.9.20)

Donde E_K es el valor RMS del campo de radiointerferencia debido a un conductor individual y es dado por:

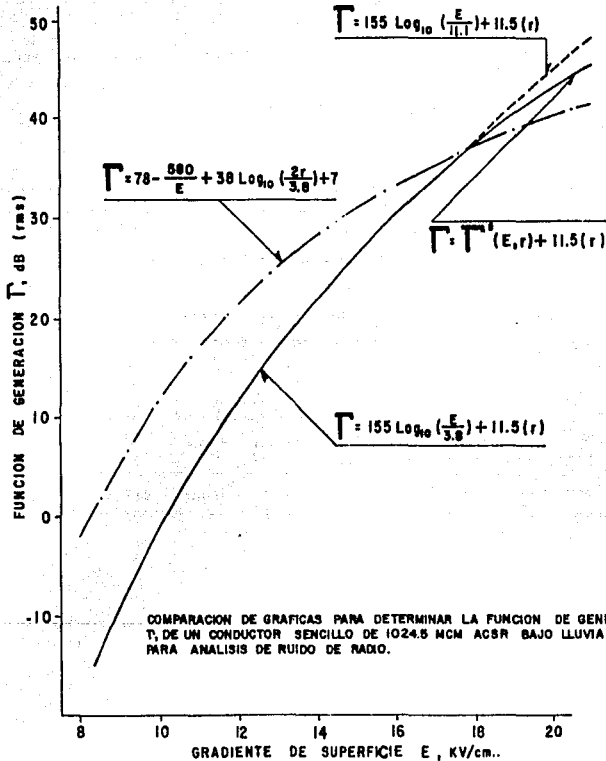
$$E_K = \sqrt{2} \left[\sum_{a=1}^6 \sum_{b=1}^6 \frac{w_K^a w_K^b}{\alpha^a + \alpha^b} \right]^{1/2}$$

(III.9.21)

α^a y α^b son las constantes de atenuación descritos en la sección III.9.2.3, w_K^a y w_K^b son definidas por:

$$w_K^m = \frac{A}{30} [F] [A]^{-1} [G_K]$$

(III.9.22)



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: ANALISIS DE RUIDO DE RADIO BAJO LLUVIA PESADA.			
FIGURA N.º 3.2.9-2	ESCALA: —	FECHA: 1988	

En esta ecuación $[F]$ es un vector renglon teniendo elementos:

$$F_i = \frac{2 H_i}{H_i^2 + X_i^2} \quad i = 1, 2, \dots, 6$$

(III.9.23)

y $[A]$ es una matriz cuadrada con los siguientes elementos:

$$A_{ii} = \ln \frac{2H_i}{r_i} \quad , r_i = \text{radio del conductor}$$

(III.9.24)

$$A_{ij} = \ln \frac{D_{ij}}{d_{ij}}$$

(III.9.25)

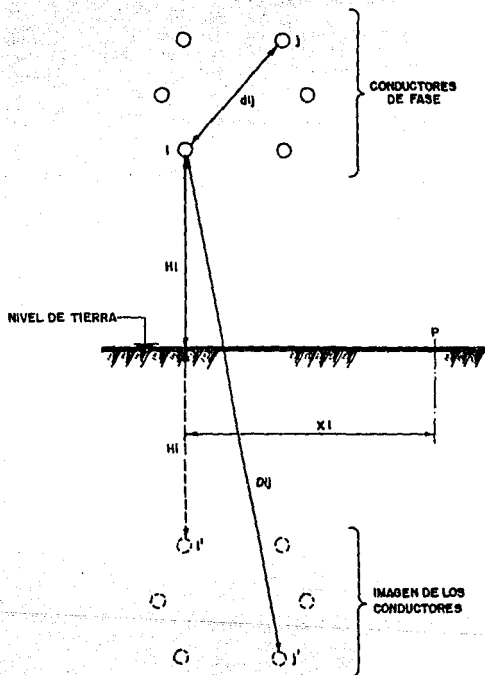
Las cantidades H_i , X_i , D_{ij} y d_{ij} están definidos en la figura III.9.3.

La matriz $[G_k]$ es un vector columna definido por:

$$[G_k] = \begin{bmatrix} S_{1m} \cdot T_{mk} \cdot \Gamma_k \\ S_{2m} \cdot T_{mk} \cdot \Gamma_k \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ S_{6m} \cdot T_{mk} \cdot \Gamma_k \end{bmatrix}$$

Donde S_{ij} y T_{ij} son los elementos de las matrices $[S]$ y $[T]$ respectivamente. Siendo las matrices de transformación y su inversa descritas en la sección III.9.2.3

Γ_k es la función generación en $\mu A/m^{1/2}$



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: GEOMETRIA PARA CALCULAR LA INTENSIDAD DE CAMPO EN UN PUNTO P.			
FIGURA No. DC-9-3	ESCALA	FECHA: 1988	

Las ecuaciones dadas en esta sección están basadas en las siguientes consideraciones:

1.- El ruido se considera que es generado aleatoriamente, por lo que solo se considera la magnitud de la corriente introducida; esto es, no hay correlación de fases entre las fuentes.

2.- La intensidad del campo de radiointerferencia E_{RI} en un punto P es debido al efecto corona distribuido uniformemente sobre la longitud total de todos los conductores extendiéndose en ambas direcciones desde el punto de observación.

3.- En cualquier punto a lo largo de la línea, los voltajes generados y corrientes introducidas están relacionadas a la impedancia característica de la línea. Esto significa que la corriente generada por la zona de efecto corona es propagada sobre los conductores de pérdidas menores y una tierra perfecta.

III.9.3 NIVELES DE RADIOINTERFERENCIA EN LLUVIA.

La condición de lluvia pesada es definida como lluvia con una intensidad mayor que 1 mm/hr. El nivel de radiointerferencia de lluvia pesada es a menudo tomado como el valor característico de cualquier línea dada. Es estable y perfectamente definido porque es en gran parte independiente de todos los parámetros atmosféricos y del estado de la superficie de los conductores. Constituye en la práctica en un gradiente de trabajo dado, el máximo nivel generado por una línea. Los niveles de radiointerferencia de lluvia pesada para líneas hexafásica y trifásica de doble circuito son encontrados usando el método descrito en la sección III.9.2 .

III.9.4 NIVELES DE RADIOINTERFERENCIA EN BUEN TIEMPO.

El tiempo seco ó despejado es cualquier otro medio ambiente diferente a niebla, lluvia, nieve, etc., alrededor de los conductores y con las superficies de los conductores libres de agua, hielo ó nieve. La humedad relativa es menor del 90% para líneas cortas y menor del 80% para líneas largas. Aunque el valor promedio de radiointerferencia de tiempo seco es el más probable nivel de interferencia, es difícil determinar los parámetros cuantitativos para calcular analíticamente el nivel de interferencia. Los niveles de interferencia de tiempo seco son inestables y fluctúan debido a la influencia de parámetros los cuales son difíciles para definir, predeterminar o medir e incorporar en una fórmula. Uno de estos es el estado temporal de la superficie el cual depende en la acumulación de partículas atmosféricas, partículas vegetales y así como de insectos. Debido a las variaciones diarias y de estación de los niveles de radiointerferencia de tiempo seco, un valor puede ser definido estrictamente en términos estadísticos, tal como su valor probable, su desviación estándar, su curva de frecuencia acumulativa, etc. Por todas estas razones este estudio no es considerado en este trabajo. Sin embargo, en muchos estudios se considera el valor de radiointerferencia de lluvia pesada como un valor base y a partir de este se deduce ó estima un valor de radiointerferencia para tiempo seco.

CAPITULO IV

AISLAMIENTO DE LINEAS DE TRANSMISION.

CAPITULO IV

AISLAMIENTO DE LINEAS DE TRANSMISION.

IV.1 INTRODUCCION.

El aislamiento en líneas de transmisión debe seleccionarse después de un cuidadoso estudio de los sobrevoltajes por operación de interruptores, sobrevoltajes debidos a descargas atmosféricas, y funcionamiento a 60 Hz. En el presente, la APS (Allegheny Power System de Estados Unidos) utiliza cadenas de aisladores de 10 ó 12 unidades (5-3/6" x 10") para sus líneas de doble circuito trifásico existentes de 138 KV. Si éstas líneas se convierten en líneas de 138 KV de 6 fases, la suficiencia del aislamiento de las líneas existentes debe ser evaluada con respecto a los tres criterios de funcionamiento mencionados arriba.

La conversión de las líneas existentes en 138 KV de doble circuito trifásico a líneas de 138 KV de 6 fases afectan los equipos de la subestación conectados en las terminales de la línea. Cualquier nueva línea de 6 fases requiere un transformador trifásico/hexafásico en la subestación. El alto voltaje resultante de línea a tierra (de 80 KV a 138 KV) requiere un alto régimen de trabajo de los apartarrayos. Y con éstos nuevos rangos de apartarrayos, podría establecerse un nuevo bus en la subestación.

IV.2 ANALISIS DEL AISLAMIENTO DE LA LINEA.

Como se menciona en la sección anterior, el estudio siguiente se lleva a cabo para valorar el aislamiento de la línea:

- 1) Comportamiento por maniobras en los interruptores.
- 2) Comportamiento en descargas atmosféricas.
- 3) Comportamiento a 60 Hz.

Para voltajes menores de 345 KV, a menudo se supone que un sistema de aislamiento es adecuado para potencia,

frecuencia y voltaje normales, si satisface el comportamiento en sobrevoltajes por maniobras en interruptores y contra descargas atmosféricas.

IV.2.1 COMPORTAMIENTO POR SOBREVOLTAJES DEBIDOS A MANIOBRAS EN INTERRUPTORES.

La inserción de la resistencia de interrupción, la longitud y configuración de la línea juegan una parte importante en la determinación de la forma de onda y magnitud de un sobrevoltaje por maniobras, que podría ocurrir en una línea. La magnitud de los sobrevoltajes ocurre en una forma aleatoria y frecuentemente se supone que siguen la distribución probabilística de Gauss. Las siguientes suposiciones se hacen en este análisis:

1) Basada en experiencia y lógica, se espera que el máximo sobrevoltaje que pueda ocurrir en una línea de 6 fases es de 2.0 p.u.. Esta consideración necesita verificación por medio de estudios con analizadores de redes electrónicos disponibles ó por métodos de simulación por computadora.

2) La desviación estándar del voltaje crítico para una corriente de fuga se considera del 5%

Los siguientes pasos resumen el análisis:

Paso 1.- Evaluación de la rigidez del aislamiento de la torre. Esta se define como el voltaje crítico para corriente de fuga (CFO) menos tres desviaciones estándar. Matemáticamente esto se puede expresar como;

rigidez = CFO - 3 \sqrt{CFO} = voltaje de línea a neutro del sistema

$$\times 1.05 \times \sqrt{2} \times \text{nivel de sobrevoltaje en p.u.}$$

(IV.1)

Sustituyendo los valores numéricos propios para los sistemas de voltaje de línea a neutro como 138 KV en la ecuación (IV.1) la rigidez dieléctrica de la línea de 138 KV de 6 fases es igual a 410 KV.

$$\begin{aligned} \text{Por lo tanto, CFO (1-0.15)} &= 410 \text{ KV} \\ \frac{6 \text{ CFO}}{0.85} &= 410 = 482 \text{ KV.} \end{aligned}$$

Paso 2.- Se aumenta el CFO, calculado arriba, en un 10% para tomar en cuenta la influencia de los factores meteorológicos en el aislamiento de la línea. Esto da:

$$\text{CFO} = 1.1 \times 482 = 530 \text{ KV} \quad (\text{IV.2})$$

Paso 3.- Para una configuración de torre y cadena de aisladores dadas, se calcula HD:

$$\text{HD} = \frac{\text{altura de la cadena de aisladores arriba de tierra}}{\text{longitud de la cadena de aisladores}}$$

(IV.3)

Para la configuración de torre WP8 : $H = 45' = 13.7 \text{ m}$
 D para 10 elem. = $10 \times 11.5'' \approx 4.8' = 1.46 \text{ m}$ (ver figura IV.1) usando los valores de arriba en la ecuación (IV.3) se tiene:

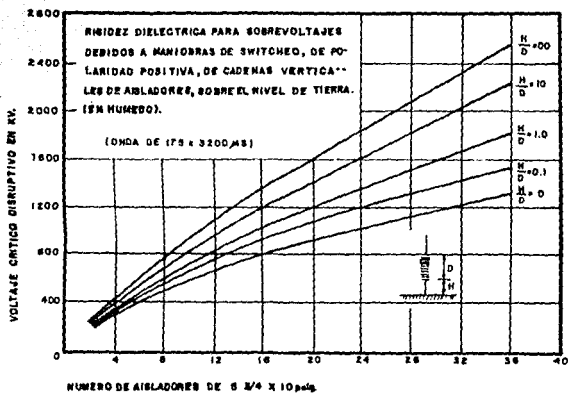
$$\frac{H}{D} = \frac{45}{4.8} \approx 9 \quad (\text{IV.4})$$

Paso 4.- Por uso de datos experimentales disponibles las figuras IV.1 y IV.2, y la relación H/D uno puede hallar el voltaje crítico para corriente de fuga de la cadena de aisladores.

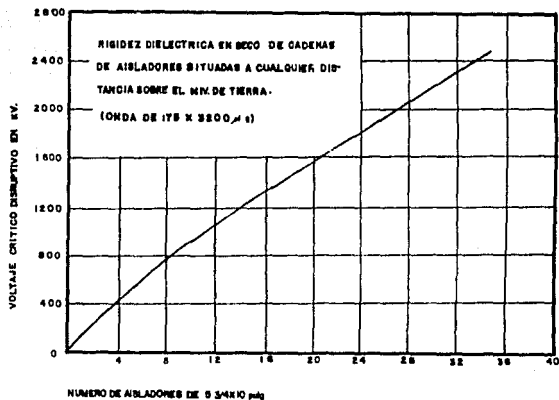
De la figura IV.1 para sobrevoltajes de polaridad positiva húmedo, CFO = 800 KV.
 De la figura IV.2 para sobrevoltajes de polaridad negativa seco, CFO = 900 KV. El calculado CFO, 530 KV es menor que para el sobrevoltaje de polaridad positiva para condiciones húmedas CFO, 800 KV. Esto hace que uno podría ir hasta 3.2 p.u de sobrevoltaje con el aislamiento existente para el modo de operación de hexafásico en 138 KV.

IV.2.2 COMPORTAMIENTO CON DESCARGAS ATMOSFERICAS.

Este análisis no se considera en este estudio por ser un tanto complicado ya que se fundamenta básicamente en estudios experimentales que quedan fuera del alcance de este trabajo.



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: RIGIDEZ DIELECTRICA EN HUMEDO DE CADENAS DE AISL. PARA SOBREVOLTAJES POR SWITCHEO DE POLARIDAD POSITIVA.			
FIGURA N.º IV - 1	ESCALA: —	FECHA: 1988.	



U N A M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
TITULO: RIGIDEZ DIELECTR. EN CADENAS DE AISLADORES PARA SOBREVOLTAJES POR MANIOBRAS DE SWITCHEO, DE POLARIDADES EN SECO.		
FIGURA: IV-8	ESCALA: ———	FECHA: 1988

IV.2.3 COMPORTAMIENTO A 60 HZ.

El comportamiento a 60 Hz. del aislamiento de la línea se estudia comunmente:

- 1) Bajo condiciones de contaminación.
- 2) Condiciones de estado estable

La fuga de corriente por contaminación generalmente ocurre cuando condiciones ambientales especiales depositan una delgada película de humedad en las superficies del aislador. Muchos productos químicos transportados por el aire inician la corriente de fuga por contaminación. Algunos de estos productos químicos son: fertilizantes para agricultura, cemento y polvos de fosfato, sal del mar, cenizas que lleva el viento, polvo de carbón, el alcalí en regiones desérticas, el dióxido de azufre y vapores de ácidos de plantas industriales. Los dos tópicos de arriba serán discutidos a continuación, por separado.

IV.2.3.1 COMPORTAMIENTO DE LA CONTAMINACION A 60 Hz.

El procedimiento para el análisis de estos aspectos están descritos (delineados) en los siguientes pasos:

Paso 1.- Para la existencia de n - elementos (5 - 3/4" x 10" de la cadena de aisladores, calcular la distancia de fuga, L_d , en pulgadas igual a:

$n \times$ longitud de cada elemento en pulgadas. (IV.5)

Para una cadena de aisladores de 10 elementos, su valor es

$$= 10 \times 11.5 = 115 \text{ pulgadas.}$$

Paso 2.- Hallar el máximo voltaje rms de línea a neutro en la línea.

$$\text{Max } V_{1-n}(\text{rms}) = V_{1-n} \times 1.05$$

$$= 138 \times 1.05 = 145 \text{ KV.}$$

Paso 3.- Evaluar la distancia de fuga por KV dada por:

Ld distancia de fuga en pulgadas

Máximo voltaje rms de línea a neutro en KV

$$= \frac{115}{145} = 0.793 \text{ pulgadas por KV (rms)}$$

145

La rigidez dieléctrica del aislamiento de la línea se determina usualmente como una función de depósitos de NaCl (Cloruro de Sodio) equivalente, pero una predicción precisa (exacta) del comportamiento durante contaminación no es posible de hacer sin relacionar los depósitos de contaminantes locales con una suma equivalente de depósitos de NaCl (Cloruro de Sodio). La tabla IV.1 relaciona equivalentes en funciones que son L_d y n.

TABLA IV.1

DATOS DE VARIOS NIVELES DE CONTAMINACION

Clasificación de la región aproximada:	Suma: Equivalente típico de Depósitos de NaCl (Cloruro de Sodio) mg/cm ² :	Distancia de fuga requerida pulgadas/ KV(rms):	Número de unidades estándar del aislador 5 3/4" x 10":
Aislador limpio	0	0.30	4
Rural, Forestal	0.02 - 0.03	0.52-0.65	6 - 8
Suburbios de Regiones Industriales	0.04 - 0.05	0.84-0.93	10 - 11
Regiones Industriales	0.06 - 0.1	1.04-1.39	12 - 16
Precipitación de sal	0.2 - 0.3	1.6 -1.74	18 - 20

Paso 4.- Hallar el equivalente de depósitos NaCl (cloruro de sodio) usando los resultados de los pasos 2, 3 y de la tabla IV.1. Para la línea hexafásica en 138 KV en estudio, el equivalente típico se encuentra entre 0.03 y 0.04 mg/cm² (que no se indica en la figura).

Esto implica que un posible brinco de corriente a través del aislador podría ocurrir si la línea obtiene un depósito de NaCl alrededor de 0.04 mg/cm².

IV.2.3.2 COMPORTAMIENTO DE ESTADO ESTABLE A 60 HZ.

De un conocimiento de distribución de voltaje a través de los elementos de una cadena de aisladores dada, el operador puede juzgar si los elementos están sobretabajados (cerca de ruptura) ó en condiciones de estado estable. La mayoría de los trabajos en esta área, para evaluar la distribución de voltaje a través de la cadena de aisladores, se llevan a cabo en laboratorio.

En el presente esto parece no ser un método general disponible para solucionar este problema analíticamente. El método resumido por Woodruff para un cable de 4 elementos se extiende a n elementos para evaluar la distribución de voltaje. La cadena de aisladores puede estar modelada como aparece en la figura IV.3. La siguiente suposición está hecha en el análisis del circuito equivalente:

- 1) La capacitancia entre cada conector (o nodo) a la torre, C_n , y la capacitancia entre cada conector (o nodo) de conductor, C_p , se consideran constantes a lo largo de la longitud del aislador.
- 2) Si un anillo equipotencial está presente, entonces sólo se consideran el anillo y las tres unidades inferiores. De esta forma, la capacitancia entre el anillo y las unidades restantes se desprecia.

ALGORITMO PARA EVALUAR LA DISTRIBUCION DE VOLTAJE A TRAVES DE UNA CAD. DE AISL. SIN ANILLO EQUIPOTENCIAL.

En la figura IV.3 se tiene:

- v = voltaje a través del pico mayor ó ler. elemento.
- $V_{i+1,i}$ = voltaje entre el nodo (i+1) iésimo y el nodo iésimo.
- $v_{i+1,i}$ = voltaje a través del elemento ó unidad iésimo.
- $I_{i+1,i}$ = corriente de carga fluyendo desde el nodo (i+1) iésimo a el nodo iésimo.
- I_{ci} = corriente de fuga fluyendo desde el conductor al nodo iésimo.
- I_{it} = corriente de fuga fluyendo desde el nodo iésimo a la torre.
- V = voltaje de línea a neutro del sistema.
- = voltaje a través del aislador de n -elementos.

Las ecuaciones matemáticas relevantes pueden derivarse para cada uno de los elementos.

Para el 1er. elemento:

$$V_{21} = v$$

$$\text{y } I_{21} = j\omega cv$$

(IV.7)

Para el 2do. elemento:

$$I_{32} = I_{21} + I_{2c} - I_{c2}$$

$$= j\omega cv + j\omega \frac{c}{n} v - j\omega \frac{c}{2n} (V-v)$$

$$= j\omega c \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{2n}\right)v - j\omega \frac{c}{2n} V$$

(IV.8.a)

A partir de $V_{32} = I_{32} / j\omega c$, usando la ecuación (IV.8.a), esta ecuación puede ser escrita como:

$$V_{32} = \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{2n}\right)v - \frac{1}{2n} V$$

(IV.8)

Para el 3er. elemento:

$$I_{43} = I_{32} + I_{3c} - I_{c3}$$

$$= [j\omega c \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{2n}\right)v - j\omega c \frac{1}{2n} V] +$$

$$+ j\omega \frac{c}{n} (v + V_{32}) - j\omega \frac{c}{2n} (v + V_{32})$$

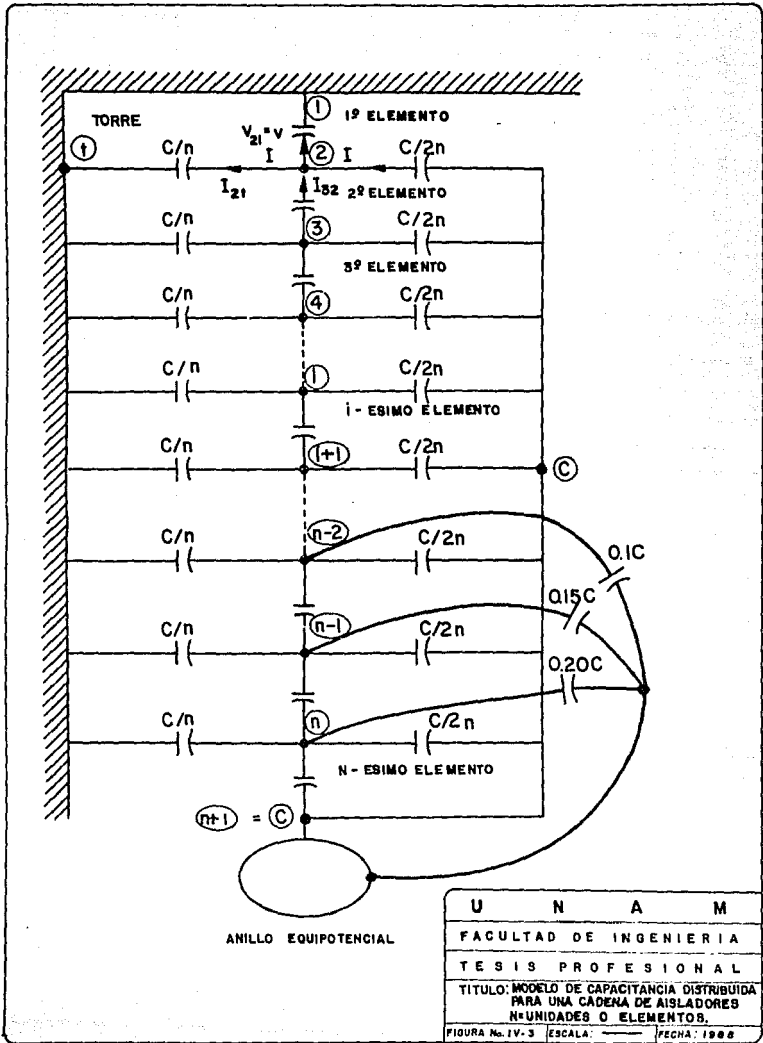
(IV.9.a)

Ahora la expresión para $(v + V_{32})$ usando la ecuación (IV.8) resulta:

$$= v + \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{2n}\right)v - \frac{1}{2n} V$$

$$= v \left(2 + \frac{1}{n} + \frac{1}{2n}\right) - \frac{1}{2n} V$$

(IV.9.b)



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: MODELO DE CAPACITANCIA DISTRIBUIDA PARA UNA CADENA DE AISLADORES N=UNIDADES O ELEMENTOS.			
FIGURA No. IV-3		ESCALA:	FECHA: 1988

Substituyendo para $(v + V_{32})$ de la ecuación (IV.9.b) en (IV.9.a) se obtiene después de la simplificación como:

$$V_{43} = \left[\left(1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{2n} \right) + \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{2} \right) \left(2 + \frac{1}{n} + \frac{1}{2n} \right) \right] v \\ - \left[\frac{1}{2n} + \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{2n} \right) \frac{1}{2n} \right] V$$

(IV.9)

Cada una de las ecuaciones (IV.7), (IV.8), y (IV.9) representan los voltajes a través del 1er., 2do. y 3er. elemento respectivamente, puede ser escrita de manera simplificada como:

$$V_{21} = k_1 v - K_1 V \quad (\text{IV.10})$$

$$V_{32} = k_2 v - K_2 V \quad (\text{IV.11})$$

$$V_{43} = k_3 v - K_3 V \quad (\text{IV.12})$$

y así sucesivamente. En estas últimas ecuaciones k_i 's y K_i 's son funciones de n como puede observarse de (IV.7) a (IV.9). Generalizando esta tendencia, el voltaje a través del i -ésimo elemento es:

$$V_{i+1,i} = k_{iv} - K_{iV} \quad (\text{IV.13})$$

el voltaje a través del n -ésimo elemento es:

$$V_{n+1,n} = k_{nv} - K_{nV} \quad (\text{IV.14})$$

El voltaje de línea a neutro V del sistema es igual a la suma de todos los voltajes de los n -elementos. Esto es:

$$V = V_{21} + V_{32} + \dots + V_{i+1,i} + \dots + V_{n+1,n}$$

(IV.15)

Usando las ecuaciones (IV.10) a (IV.14) en (IV.15) se produce:

$$V = \left[\sum_{i=1}^n k_i \right] v - \left[\sum_{i=1}^n K_i \right] V$$

(IV.16)

$$V = K_1 v - K_2 V \quad (\text{IV.17})$$

$$\circ K_1 v = (1 + K_2) v$$

$$\circ v = \left[\frac{1 + K_2}{K_1} \right] V \quad (\text{IV.18})$$

La ecuación (IV.18) expresa el voltaje a través del elemento más alto como una función de n , del número de elementos en el aislador dado y de V , voltaje de línea a neutro del sistema. Algunas veces, es deseable expresar el voltaje a través de cada elemento como un porcentaje de v .

Entonces, se define:

$$v'_{i+1,i} = \frac{V_{i+1,i}}{v} \times 100\%$$

(IV.19)

Usando la ecuación de (IV.13) en (IV.19) da:

$$\begin{aligned} v'_{i+1,i} &= \frac{k_{i+1} - K_i V}{v} \times 100 = \\ &= (k_i - K_i \frac{v}{v}) \times 100 \end{aligned}$$

(IV.20)

Ahora, usando la ecuación (IV.18) en (IV.20) se tiene la expresión para $v'_{i+1,i}$ como una función de k_i , K_1 , K_1 y K_2 , las cuales son implícitamente funciones de n . Esto es:

$$v'_{i+1,i} = k_i - K_i \left[\frac{1 + K_2}{K_1} \right] \times 100$$

(IV.21)

La ecuación (IV.21) da el voltaje a través del elemento i -ésimo como un porcentaje del voltaje total a través del aislador, el cual es el resultado deseado.

ALGORITMO PARA EVALUAR LA DISTRIBUCION DE VOLTAJE A TRAVES DEL AISLADOR CON ANILLO EQUIPOTENCIAL.

Recordando a la segunda suposición hecha anteriormente, la expresión para el voltaje a través de las $n-3$ unidades superiores esencialmente permanecerán igual que en el caso previo sin anillo equipotencial. La expresión del voltaje para los tres elementos más bajos tendrá que modificarse.

Esto puede ser realizado escribiendo las ecuaciones de corriente de Kirchhoff en los nodos (n-2), (n-1) y n, primero usando la figura IV.3 y luego simplificando los resultados de las ecuaciones. Al final resulta:

En el nodo (n-2)

$$\begin{aligned} V_{n-2,n-1} + (V_{n-2,n-1} + V_{n-1,n} + V_{n,n+1}) \left(0.1 + \frac{1}{2n}\right) &= \\ &= V_{n-3,n-2} + (V_{12} + \dots + V_{n-3,n-2}) \frac{1}{n} \end{aligned} \quad (\text{IV.22})$$

En el nodo (n-1)

$$\begin{aligned} V_{n-1,n} + (V_{n-1,n} + V_{n,n+1}) \left(0.15 + \frac{1}{2n}\right) &= \\ &= V_{n-2,n-1} + (V_{12} + \dots + V_{n-2,n-1}) \frac{1}{n} \end{aligned} \quad (\text{IV.23})$$

En el nodo n

$$\begin{aligned} V_{n,n+1} + \left(0.2 + \frac{1}{n}\right) V_{n,n+1} &= \\ &= V_{n-1,n} + (V_{12} + \dots + V_{n-1,n}) \frac{1}{n} \end{aligned} \quad (\text{IV.24})$$

Resolviendo las ecuaciones (IV.22) a (IV.23) paralelamente con las ecuaciones para los elementos más altos (n-3) como se da en las ecuaciones (IV.7) a (IV.14) simultáneamente da el voltaje a través de cada elemento como una función de v y V . Estas ecuaciones resultan similares a las ecuaciones (IV.16) De éste procedimiento se obtienen expresiones para $V_{i+1,i}$ como es dado en la ecuación (IV.12) que es la misma como en el caso previo sin anillo equipotencial visto antes.

Los dos algoritmos desarrollados antes deberán usarse para calcular la distribución del voltaje a

través de la cadena de aisladores de 16 elementos (5-3/4" x 10") con y sin el anillo equipotencial. Los resultados obtenidos cercanamente concuerdan valores experimentales proporcionados por APS de esta manera se establece la validez del modelo de cadena de aisladores propuesto en este análisis. Los mismos algoritmos deberán usarse para evaluar la distribución de voltajes para una cadena de aisladores de 10 elementos en los tres modos de operación. El mínimo, promedio y máximo esfuerzo de voltajes con y sin el anillo equipotencial se presentan en la tabla IV.2. Esta tabla también presenta algunos resultados para aislador de 12 y 14 elementos. Las figuras IV.4-IV.6 representan las distribuciones de voltaje para los tres ejemplos específicos de cadena, es decir, cadenas de 10, 12 y 14 elementos, con y sin el anillo equipotencial.

IV.3 COORDINACION DE AISLAMIENTO.

IV.3.1 INTRODUCCION.

La coordinación del aislamiento del equipo y circuitos eléctricos con las características de los dispositivos de protección para proteger el aislamiento de excesivos sobrevoltajes en sistemas de 6 fases es muy importante. En una subestación, el aislamiento de los transformadores trifásicos/hexafásicos, circuitos interruptivos, barras colectoras, etc. deberá tener una rigidez de aislamiento sobre los límites de nivel de voltaje previstos para la protección de aparatos tales como los apartarrayos.

Cuando la onda rebasa el límite del voltaje máximo del apartarrayos, éste manda la perturbación a tierra protegiendo el equipo. Entonces el concepto de la aplicación apartarrayos para sistemas de 6 y 3 fases es equivalente.

Los rangos de apartarrayos para sistemas de 6 fases están determinados de una forma, la cuál es convencionalmente usada en sistemas de 3 fases. El nivel básico de aislamiento (BIL) de los equipos deberá ser seleccionado de tal forma que puedan ser protegidos con apartarrayos seleccionados. Usando la característica de protección del apartarrayos escogido y un margen de protección deseado, el mínimo BIL del equipo es determinado de la magnitud del cambio de

NUMERO DE ELEMENTOS	158-KV DOBLE CIRCUITO TRIFASICO (200KV L-3)			158-KV HEXAFASICO O 230KV DOBLE CIRCUITO TRIFASICO (158-KV L-3).					
	SIN ANILLO EQUIPOTENCIAL			SIN ANILLO EQUIPOTENCIAL			CON ANILLO EQUIPOTENCIAL		
	MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO
10	4.4	6.00	17.6	7.6	13.8	30.4	9.1	15.6	22.2
12	3.2	6.7	16.0	9.6	11.6	27.7	6.7	11.5	20.0
14	2.5	5.7	15.1	4.3	9.9	26.2	5.0	9.9	18.4

U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA

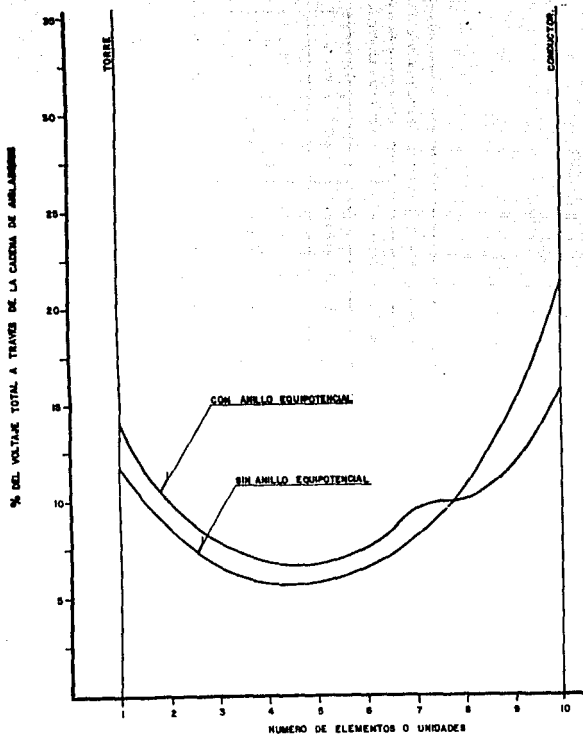
TESIS PROFESIONAL

TITULO: VOLTAJE (EN KV) EN UNIDADES
DE LA CABLEA DE AISLADORES

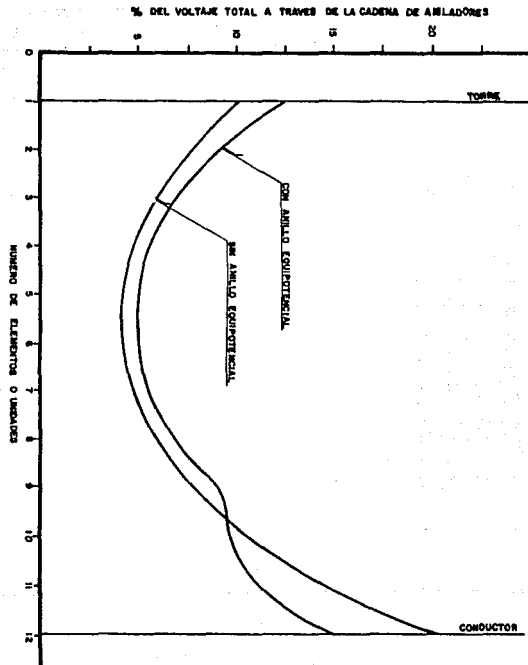
TABLA N.º IV-2

ESCALA:

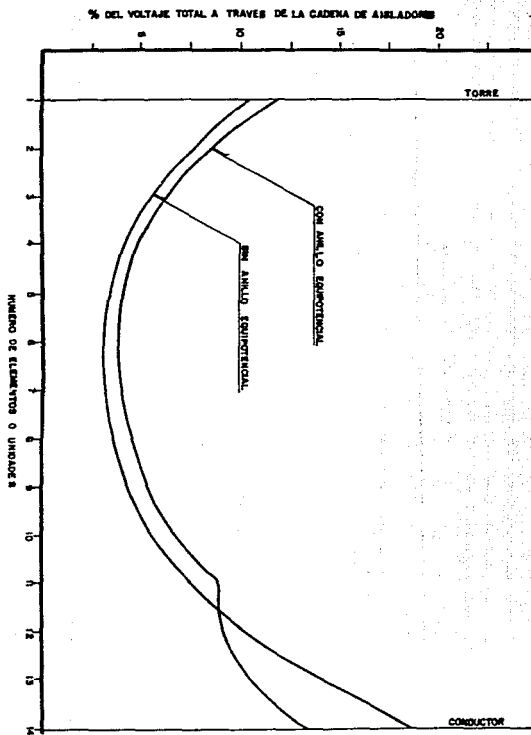
FECHA: 1988



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: DISTRIBUCION DE VOLTAJE A TRAVES DE CADA ELEMENTO DE UNA CADENA DE AISLADORES DE 10 ELEMENTOS.			
FIGURA No. IV-4	ESCALA:	FECHA: 1968	



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: DISTRIBUCION DE VOLTAJE A TRAVES DE CADA ELEMENTO DE UNA CADENA DE AISL. DE 12 ELEMENTOS			
FIGURA No. IV-R	ESCALA: —	FECHA: 1988	



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

TITULO: DISTRIBUCION DE VOLTAJE A TRAVES DE CADA ELEMENTO DE UNA CADENA DE AISLADORES DE 14 ELEM.

FIGURA No. IV - 6 ESCALA: _____ FECHA: 1956

onda y descarga atmosférica con el voltaje de 60 Hz. El margen de protección definido en las ecuaciones IV.27 y IV.28 para cambio de onda e impulso por descarga atmosférica respectivamente es:

$$\% \text{ margen del cambio de onda} = \frac{\text{Cambio fuerte de onda del equipo}}{\text{Valor de la interrupción de onda por el chisporroteo}} - 1 \quad \times 100$$

(IV.27)

$$\% \text{ margen del impulso por descarga atmosférica} = \frac{\text{BIL'S del equipo}}{\text{EA}} - 1 \quad \times 100$$

(IV.28)

En la ecuación (IV.28), EA es el voltaje de descarga del apartarrayos a una corriente específica de descarga más la caída de voltaje que lleva el apartarrayos. Los márgenes recomendados son de un 15% y un 20% respectivamente, para una protección satisfactoria de aislamiento de los transformadores.

Tomando una SE de 138 KV como ejemplo, las siguientes subsecciones explican el detalle de los análisis y cálculos hechos con respecto a la selección de apartarrayos y del BIL'S del equipo de una subestación hexafásica de 138 KV.

Se supone en éste estudio que los trabajos por cambio de onda y descargas atmosféricas impuestos en los apartarrayos son los mismos para las líneas trifásicas y hexafásicas.

IV.3.2 SELECCION DEL RANGO DEL APARTARRAYOS.

El máximo sobrevoltaje en el sistema a frecuencia normal se toma en cuenta en la determinación de los apartarrayos.

El sobrevoltaje se considera como una elevación de el voltaje en fases no falladas durante fallas a tierra.

Los sobrevoltajes en los sistemas trifásicos que involucran la falla a tierra pueden analizarse por componentes simétricos.

Un método rápido, es usar las curvas de coeficiente de tierra dadas en el libro Westinghouse T y D junto con las relaciones R_0/X_1 , R_1/X_1 y X_0/X_1 .

Sin embargo, dado que estas curvas se derivan de las ecuaciones de falla de sistemas de 3 fases, estas no pueden ser utilizadas directamente para sistemas de 6 fases. Además, el análisis detallado de fallas para sistemas de 6 fases no puede ser seguro porque no todas las fallas a tierra dan el mismo resultado que para sistemas de 3 fases por el método de componentes simétricas. Además, los modelos de mallas de los sistemas de 6 fases requeridos para cortos circuitos estudiados son hasta ahora incompletos. Estas insuficiencias conducen a la determinación de los apartarrayos por un método más bien lógico. Para lo cual se presenta un ejemplo:

El método supone primero que el sistema entero esta convertido a 6 fases. Estudios previos han mostrado que los valores óhmicos de Z_s y Z_m para sistemas de 3 fases son aproximadamente iguales a los de sistemas de 6 fases.

El valor numérico para estos 2 parámetros con cables 1024.5 MCM ACSR por fase son:

Para un circuito, en líneas de 138 KV de 3 fases con doble circuito:

$$Z_s^{3\phi} = 0.2925 + j1.236 \quad \sim \text{/circuito/milla.}$$

$$Z_m^{3\phi} = 0.1921 + j .5001 \quad \sim \text{/circuito/milla.}$$

(IV.29)

y para líneas de 138 KV de 6 fases:

$$Z_s^{6\phi} = 0.2925 + j1.236 \quad \sim \text{/milla.}$$

$$Z_m^{6\phi} = 0.1922 + j0.4624 \quad \sim \text{/milla.}$$

(IV.30)

Basados en las condiciones de arriba, los elementos de las matrices de las impedancias de secuencia cero y positivas para la conversión de sistemas de 6 fases se deducen de la siguiente manera:

$$Z_1^{3\phi} = Z_s^{3\phi} - Z_m^{3\phi} \quad (\text{IV.31})$$

$$Z_0^{3\phi} = Z_s^{3\phi} + 2Z_m^{3\phi} \quad (\text{IV.32})$$

Los valores de $Z_s^{3\phi}$ y $Z_m^{3\phi}$ hallados de las ecuaciones (IV.29) y (IV.30) se multiplican por las relaciones de impedancia base de los sistemas de 3 fases a los de 6 fases para dar en unidad a $Z_s^{6\phi}$ y $Z_m^{6\phi}$. En ecuaciones se obtiene,

$$Z_s^{6\phi} (\text{p.u.}) = Z_s^{3\phi} (\text{p.u.}) \times \frac{Z^{3\phi} \text{ BASE}}{Z^{6\phi} \text{ BASE}} \quad (\text{IV.31})$$

$$Z_m^{6\phi} (\text{p.u.}) = Z_m^{3\phi} (\text{p.u.}) \times \frac{Z^{3\phi} \text{ BASE}}{Z^{6\phi} \text{ BASE}} \quad (\text{IV.32})$$

donde:

$$Z_{\text{BASE}}^{3\phi} = \frac{(138)^2}{100} = 190 \text{ } \Omega$$

$$Z_{\text{BASE}}^{6\phi} = \frac{(138)^2}{100} \times 6 = 1140 \text{ } \Omega$$

Finalmente, los valores por unidad de $Z_1^{6\phi}$ y $Z_0^{6\phi}$ son calculados por las siguientes ecuaciones:

$$Z_1^{6\phi} = Z_s^{6\phi} - Z_m^{6\phi} \quad (\text{IV.33})$$

$$Z_0^{6\phi} = Z_s^{6\phi} + 2Z_m^{6\phi} \quad (\text{IV.34})$$

La tabla IV.3 da estas cantidades para las condiciones de líneas en otro sistema.

Las curvas mencionadas anteriormente pueden ser usadas si se supone que los sistemas de 6 fases en 138 KV son equivalentes a los sistemas de 3 fases en 276 KV. Entonces las relaciones R_1/X_1 , X_0/X_1 y R_0/X_1 , dadas en la tabla IV.3 son usadas para los sistemas de 6 fases de 138 KV para encontrar los coeficientes de tierra para sistemas de 3 fases a 276 KV. De las curvas mencionadas, éste coeficiente es de 0.74.

Los sobrevoltajes máximos son por lo tanto, aproximadamente iguales a $(0.74) (276) (1.05) = 214 \text{ KV rms}$.

LUGAR DE LA FALLA	SISTEMA	Z_1 (p.u.)	Z_0 (p.u.)	R_1/X_1	X_0'/X_1	R_0/X_1
LINEA DE 138KV	TRIFASICO 2 CIRCUITOS	$0.00068 + j0.0096^*$	$0.0037 + j0.016^*$	0.079	1.86	0.430
LINEA DE 138KV	HEXAFASICO	$0.00011 + j0.00143^{**}$	$0.00112 + j0.0039^{**}$	0.077	2.73	0.780

* ESTOS VALORES SE TOMARON DE UN ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO

** ESTOS VALORES SE CALCULARON USANDO LAS ECUACIONES (IV.29) A (IV.34)

U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

TITULO: IMPEDENCIA DE SECUENCIA POSITIVA Y
NEGATIVA PARA UNA FALLA EN LA LÍ-
NEA DE 138KV, PARA DOS MODOS DE OPERACION.
TAMA No. IV-3 ESCALA: FECHA: 1988.

Basado en rangos de apartarrays disponibles, se recomienda un apartarrayos de 228 KVrms. La tabla IV.4 da las características de apartarrayos.

Los sobrevoltajes debidos a fallas de tierra pueden también calcularse para el sistema equivalente de 6 fases.

Desafortunadamente, fuera de las 12 fallas a tierra significantes, solamente 5 casos pueden ser analizados por el método de componentes simétricas. La única solución factible a estos problemas es usar predicciones comparativas, como: referir sobrevoltajes en sistemas de 3 fases con los sistemas de 6 fases en términos de fallas a tierra equivalentes.

Los cálculos numéricos muestran que el mayor sobrevoltaje para una falla de línea a tierra en la línea de 138 KV para un sistema trifásico aparece en la fase b y es 0.55 veces el voltaje de línea a línea.

Para una doble falla de línea a tierra, el voltaje en la fase c es 0.69 veces el voltaje de línea a línea. En el sistema equivalente a 6 fases, una falla sencilla de línea a tierra en el mismo lugar causa un sobrevoltaje alto que ocurre en la fase b y es 1.2 veces el voltaje de fase a tierra. Para los otros 4 casos, el sobrevoltaje no excede el factor de 0.2. Pero para los casos restantes, el sobrevoltaje será alrededor de 0.2. Una estimación conservadora es predecir que el máximo sobrevoltaje es causado por cualquiera de los casos restantes sin resolver. Si este caso se toma como equivalente a una falla de dos líneas a tierra para el sistema de 3 fases y los sobrevoltajes son de la misma proporción para fallas equivalentes de sistemas de 3 fases y 6 fases. Entonces el máximo sobrevoltaje esperado en el sistema equivalente de 6 fases es:

$$\frac{0.69}{0.55} \times 1.2 = 1.51 \text{ p.u.}$$

En una base de 138 KV, el rango del apartarrayos debe ser igual ó mayor que $(1.51) \times (138) \times (1.05) = 219 \text{ KV rms}$. Esto deja el rango del apartarrayos en 228 KV rms. Este procedimiento no es necesariamente general y debe ser repetido para otros casos para hacer las conclusiones adecuadas.

Si en lugar de un sistema a 138 KV de 6 fases, la conversión se hace para un sistema de 230 KV a 3 fases, el rango del apartarrayos requerido es de 180 KV rms. Si no es usado un análisis de fallas detallado ni

U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

TITULO: CARACTERISTICAS DE PROTECCION
DE LOS APARTARAYOS.

TEMA: IV-6 ESCALA: _____ FECHA: 1988

RANGO DEL APARTARAYO KV, rms.	VOLTAJE DE DESCARGA DEL APAR- -TARAYOS KV CRESTA			VOLTAJE DE DESCAR- -GA, KV PARA KA DE				
	FRENTE DE ONDA	1.2 x 50 ONDA	SOBRETEN- -CION DE ONDA	1.5	3.0	5.0	10.0	20.0
180	565	410	410	288	324	353	400	465
228	705	515	515	365	410	446	506	588

tampoco curvas de coeficientes de tierra. La regla práctica que se recomienda es considerar el apartarrayos al 75% cuando son usados sistemas con neutro a tierra sólidamente aterrizados. Esto es, $(0.75) \times (230) \times (1.05) = 182$ KV rms. y un apartarrayos de 180 KV rms. será suficiente. La tabla IV.4 resume las características de apartarrayos para el caso doble circuitos en 230 KV.

IV.3.3 SELECCION DE BIL DEL EQUIPO (NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO).

El mínimo BIL de equipo puede determinarse en base a sobrevoltajes debidos al impulso de descargas atmosféricas y cambios de la onda. En la selección del BIL de equipo en sobrevoltajes por cambio de onda, se utilizan dos criterios:

- 1.- El máximo cambio de voltaje que llegará a los equipos,
- 2.- La máxima descarga del apartarrayos.

Los resultados son dados en la tabla IV.5.

Y a falta de un estudio de sobrev. por manobr., para líneas de 6 fases se toma 2.0 p.u. La resistencia requerida es de 15% arriba del máximo cambio de voltaje considerado para el criterio 1, ó el voltaje de descarga para el criterio 2. Usando la definición de la resistencia de aislamiento como se da en la columna 2, los mínimos BIL'S de equipos se dan en la columna 5 para el criterio 1, y en la columna 8 para el criterio 2.

La tabla IV.6 da los margenes de un impulso de rayo para los diferentes BIL'S encontrados en la tabla IV.5. Los porcentajes de margen están calculados de la ecuación IV.28 donde EA es el voltaje de descarga del apartarrayos en una corriente de descarga de 10 KV más la caída de conducción. Una caída de conducción de 38KV se calcula basándose en la suposición de que una relación de 500 KV/seg de elevación de la onda entrante, una longitud de conducción de 35 pies teniendo una inductancia de 0.4 henry por pie y una impedancia característica de 375 Ω . La ecuación (IV.35) da los cálculos para la caída de conducción.

$$\begin{aligned} \text{Caída de conducción} &= L \frac{di}{dt} = L \frac{2(de/dt)}{Z} \\ \text{del apartarrayos} &= (0.4)(35) \frac{2(500)}{375} = 38 \text{ KV} \\ &\quad (IV.35) \end{aligned}$$

SISTEMA DE AISLAMIENTO	RIGIDEZ DEL AISLADOR	CRITERIO 1 :BASADO EN UN SOBREV. POR SWITCH. MAX.			CRITERIO 2 :BASADO EN UN APARTARRAYOS DE 20 KV		
		SOBREV. POR SWITCH., KV (1)	RIGIDEZ REQUERIDA, KV	MINIMO BIL. ESTANDAR, KV (2)	SOBREV. EN EL APARTARR., KV	RIGIDEZ REQUERIDA, KV	MINIMO BIL. EST., KV (2)
BOQUILLAS INTERNAS DEL TRANSF.	0.83 BIL	4 1 0	4 7 2	6 5 0	5 1 5	5 9 3	7 5 0
BOQUILLAS EXTERNAS DEL TRANSF.	0.7 BIL	4 1 0	4 7 2	7 5 0	5 1 5	5 9 3	9 0 0
INTERRUPT.	0.66 BIL	4 1 0	4 7 2	7 5 0	5 1 5	5 9 3	9 0 0
SECCIONADORES Y SOPORTES DE B. COLECTORAS	0.6 BIL	4 1 0	4 7 2	9 0 0	5 1 5	5 9 3	105 0

(1) SUPONE UN SOBREV. POR SWITCHEO DE 2.0 p.u. $2 \times 1.06 \times 136 \times \sqrt{2} = 410 \text{KV}$ PARA LINEAS DE 136 KV, DE 6 FASES.

(2) LOS BIL'S ESTANDAR DADOS SE BASAN EN BIL'S ESTANDAR EXISTENTES PARA TRANSFORMADORES.

124

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA T E S I S P R O F E S I O N A L	TITULO :SELECCION DE LOS BIL'S DEL EQUIPO DE APARTARRAYOS EN UN TRANSFORMADOR DE SWITCHEO DE 136 KV	TEMA No. 13-B	FECHA: 1988
------------------	---	---	---------------	-------------

U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

TITULO: COMPARACION DE AISLAMIENTO DEL SECT.
 EN UN CASO DE 138 KV BASADO EN DESVIACIONES ATROF.
 EN UN CASO.

TEMA: No. 1798 ESCALA: FECHA: 1988.

SISTEMA DE AISLAMIENTO	B I L	M A R G E N (%)
BOQUILLAS INTERNAS DEL TRANSFORMADOR.	6 5 0	1 9
	7 5 0	3 8
BOQUILLAS EXTERNAS DEL TRANSFORMADOR.	6 5 0	3 8
	9 0 0	6 5
INTERRUPTORES.	7 5 0	3 8
	9 0 0	6 5
	1 0 5 0	9 3
SECCIONADORES Y SOPORTES DE BARRAS COLECTORAS.	9 0 0	6 5
	1 0 5 0	9 3

Los márgenes dados en la tabla IV.6 suponen que el apartarrayos se localiza cerca de los equipos a ser protegidos y el máximo voltaje permisible en los equipos terminales es el BIL. A partir de que un 20% de margen de impulso se recomienda la tabla IV. 6 muestra que de mínima BIL del transformador debe ser de 750 KV. Usando un sobrev. por maniobr. de 2.0, las mismas características de la onda del rayo, corriente de descarga del apartarrayos y la longitud de conducción, se dan resultados similares a las tablas IV.5 y IV.6 en las tablas IV.7 y IV.8 para una SE de 230 KV. La impedancia característica de la línea de 365 . En las tablas IV.7 y IV.8 se recomienda un BIL de 650 KV para el aumento del transformador interno.

IV.3.4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

En las tablas IV.5 a IV.8, los rangos de apartarrayos y los BIL'S de los equipos de la subestación, ambos para un sistema hexafásico en 138 KV y para sistema trifásico en 230 KV están dados en la tabla IV.9. Las figuras pertinentes para un sistema de 138 KV de 3 fases se incluyen también en esta tabl.

Las siguientes conclusiones se derivan de la tabla IV.9:

- 1.- La conversión de las líneas de 138 KV de 3 fases de doble circuito a 6 fases requiere de cambiar los apartarrayos existentes de 108 KV a 228 KV. Sin embargo, una conversión a 230 KV de 3 fases requiere cambiar solamente de 108 KV a 180 KV.
- 2.- Los mínimos BIL'S de transformador para aisladores internos y externos son de 750 KV y 900 KV respectivamente para una subestación hexafásica en 138 KV. En el otro sistema, los BIL'S de transformadores de 650 KV y 750KV internos y externos respectivamente son requeridos para una subestación trifásica de doble circuito en 230 KV.
- 3.- Con respecto a otro equipo de la subestación, la conversión a 138 KV de 6 fases necesita de un BIL de cerca de 1050 KV mientras la conversión a una de 230 KV de 3 fases requiere de un BIL de cerca de 900 KV.

U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

TITULO: SERVICIO DEL BM PARA ENERG. TRIASICO DE 230 KV BASADO EN SOBREVOLTAJES POR SWITCH USANDO UN NARANJO DEL 15%.

TAMA No. 11-7 ESCALA 1:1000000 FECHA: 1988

SISTEMA DE AISLAMIENTO	VOLTAJE NOMINAL	CRITERIO 1 : BASADO EN MAX. SOBREV. DE SWITCH			CRITERIO 2 : BASADO EN UN PARARRAYOS DE 180 KV		
		SOBREV. POR SWITCH (1)	RIGIDEZ REQUE- RIDA, KV.	BIL. MINIMO ESTANDAR, KV.	SOBREV. EN EL APARTARR., KV.	RIGIDEZ REQUE- RIDA, KV.	BIL. MINIMO EST., KV. (2)
BOQUILLAS INTERNAS DEL TRANSF.	0.83 BIL	396	455	550	410	472	650
BOQUILLAS EXTERNAS DEL TRANSF.	0.7 BIL	396	455	650	410	472	750
INTERRUPTOR.	0.66 BIL	396	455	750	410	472	750
SECCIONAD. Y SOPORTES DE B. COLECTORAS.	0.6 BIL	396	455	900	410	472	900

(1) SUPONE SOBREVOLTAJE DE SWITCH DE $2.0 pu, 2.0 \times \frac{230 \times 1.05}{\sqrt{3}} \times \sqrt{2} = 396 \text{ KV}$ PARA LINEAS TRIF. DE 230KV.

(2) LOS BIL'S DADOS SE BASAN EN BIL'S ESTANDAR PARA TRANSFORMADORES

SISTEMA DE AISLAMIENTO	BIL	MARGEN (%)
BOQUILLAS INTERNAS DEL TRANSFORMADOR.	550	25
	650	48
BOQUILLAS EXTERNAS DEL TRANSFORMADOR.	650	48
	750	71
INTERRUPTORES.	750	71
	900	105
SECCIONADORES Y SOPORTES DE BARRAS COLECTORAS.	900	105

CAPAC. DE APARTARRAYOS Y BIL DEL EQUIPO	138 KV.	138 KV.	230 KV.
	TRIFASICO	HEXAFASICO	TRIFASICO
CAPAC. DE LOS APARTARRAYOS KV, RMS	108	228	180
BIL'S DE LOS EQUIPOS			
TRANSF. INTERNO	450	750	650
TRANSF. EXTERNO	650	900	750
INTERRUPTORES	-	1050	900
SECCIONADORES Y SOPORTES DE BARRAS COLECTORAS.	-	1050	900

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: COORD. DE AISL. PARA 230KV TRIF. BASA DA EN DESCARG. ATM. CAPAC. DE APARTARRAYOS Y BIL DE EQ. EN LA SUBEST. PARA 3 MODOS DE OPERAC.			
TABLAS. No. 19-1		ESCALA: —	FECHA 1988.

Por otra parte, la conversión a 6 fases indica la necesidad para transformación de 6 fases a 3 fases y viceversa. Al mismo tiempo, la barra colectora de 6 fases puede ser necesaria en algunas de las subestaciones existentes.

CAPITULO V

ANALISIS MECANICO DE LAS LINEAS DE TRANSMISION MULTIFASICAS.

CAPITULO V

ANALISIS MECANICO DE LAS LINEAS DE TRANSMISION MULTIFASICAS.

V.1 INTRODUCCION:

El análisis mecánico para las líneas de transmisión lo enfocaremos básicamente en las consideraciones que se deben hacer en el diseño de nuevas torres, las cuales en un futuro serán las que se instalen en las nuevas líneas de transmisión; así como su diferencia con las existentes desde el punto de vista mecánico.

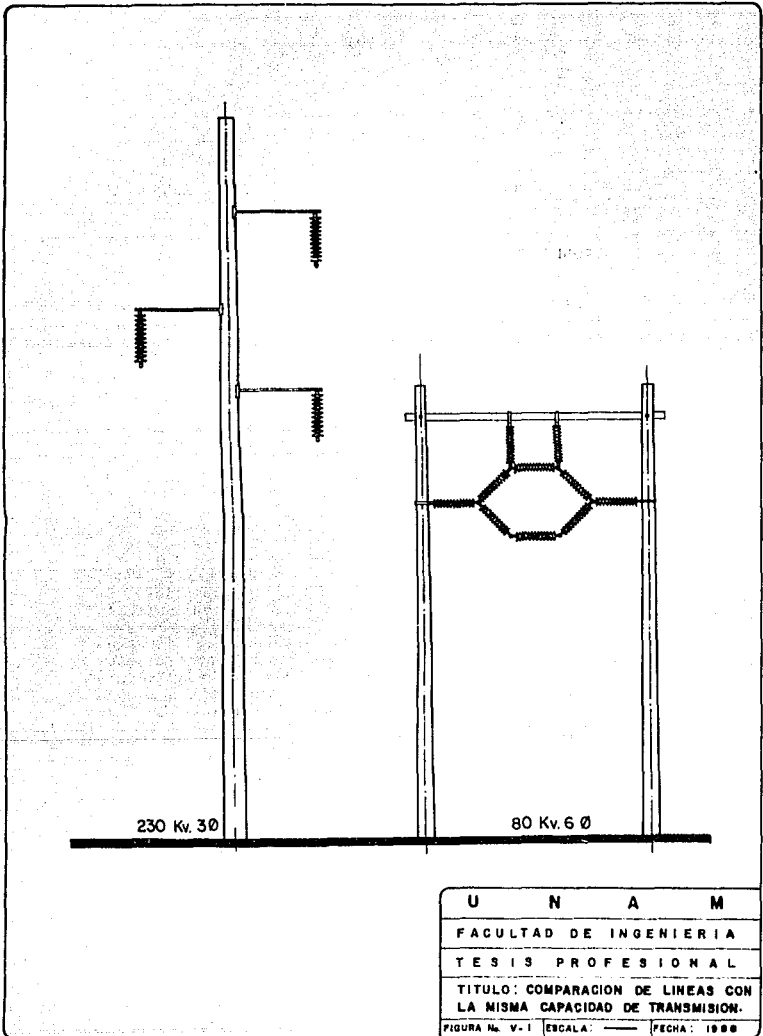
La razón de esto obedece a que se trata de dar el uso más eficiente a los derechos de vía existentes ó futuros.

Como se ha mencionado al incrementar el número de fases, el voltaje entre conductores adyacentes es considerablemente menor que el voltaje de fase a tierra, esto permite hacer diseños de torres más compactos, por ejemplo en la figura V.1 se muestran dos líneas sencillas, una trifásica y la otra hexafásica, con la misma capacidad de transmisión, pueden verse claramente las ventajas de la línea de 6 fases con respecto a la de tres fases en relación al derecho de vía.

Por esta razón en los Estados Unidos, las diversas compañías suministradoras consideraron nuevos diseños de torres de seis, nueve y doce fases y el Departamento de Energía en 1978 patrocinó un proyecto para la construcción y prueba de líneas experimentales de seis y doce fases.

Estas líneas necesitaron el desarrollo de las primeras ideas de diseño, para confirmar la extensión de cálculos complejos hechos para líneas de 3 fases, en líneas de 6 y 12 fases, cálculos como el de radiointerferencia, movimiento de carga, etc., y así demostrar que diseños prácticos son posibles en la actualidad.

Como parte de éste proyecto, se diseñaron nuevas torres para alto orden de fases, aisladores y espaciadores.



Para estas pruebas se seleccionó un voltaje de 80 KV de fase a tierra (equivalente a 138 KV de fase a fase de un Sistema Trifásico) así como un conductor relativamente pequeño (336 MCM para minimizar los costos de construcción, prueba y equipos de subestación de la línea de prueba), pero lo suficientemente grande para investigar en niveles razonables de parámetros importantes en E.N.V tales como efectos de ruido y campos eléctricos.

V.2 ESTRUCTURAS PARA LAS LINEAS DE PRUEBA.

Los diseños de torre y aisladores se hicieron para conseguir al mismo tiempo diversos objetivos, por lo que las líneas de prueba debían ser versátiles para hacer una variedad de experimentos mecánicos y eléctricos, evaluación de los más promisorios conceptos de diseño de torres y aisladores, y el desarrollo y demostración de técnicas de construcción prácticas.

Para encontrar el mejor diseño se tomaron en cuenta distintas características conflictivas, diversos tipos de torres con diferentes espaciadores y aisladores.

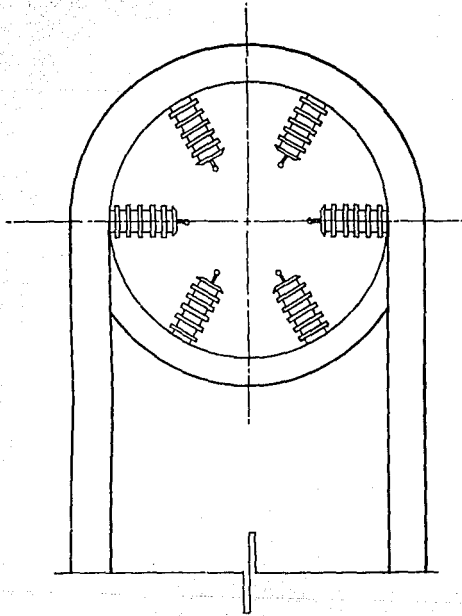
Para este fin las líneas se diseñaron con el objeto de conseguir límites deseados en parámetros importantes, por ejemplo: se eligió un conductor pequeño para gradientes de superficie altos y así tener altos niveles de ruido, y los aisladores y estructuras fueron diseñados del menor tamaño posible para asegurar que cualquier problema fuera rápidamente observado.

Una característica importante de las líneas de prueba fue la utilización de la tecnología de compactación de la torre.

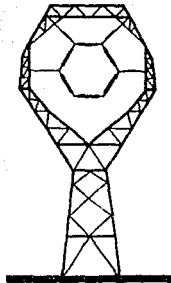
Debido a que los voltajes de línea a línea son menores para alto orden de fases, la compactación se aplicó fácilmente con lo que se obtuvo una gran ventaja.

El diseño de la línea basado en el estudio de compactación previo fue usado para encontrar la mejor geometría de conductores y dimensiones aproximadas de torre y aisladores.

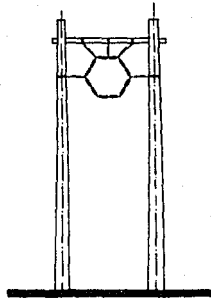
Para esta línea de prueba se usaron arreglos circulares de conductores con un metro de espaciamiento



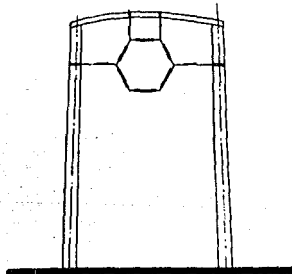
U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: CONCEPTO INICIAL DE LA ESTRUCTURA DE ALTO ORDEN DE FASE.			
FIGURA No. V-2	ESCALA:	—	FECHA: 1988



(c)



(a)



(b)

U N A M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
TITULO: ESTRUCTURAS DE LINEAS DE PRUEBA DE ALTO ORDEN DE FASE.		
FIGURA No. V-3	ESCALA: —	FECHA: 1968

entre ellos, como un mínimo por razones eléctricas y de movimiento de conductores.

La compactación máxima requiere que no haya miembros de la torre entre fases aterrizados para aprovechar al máximo el aislamiento del aire. Este arreglo circular de conductores está condicionado al conductor y al diseño del aislador.

Por ejemplo, se utilizaron sistemas de aisladores que no permiten oscilaciones por el viento para máxima compactación. Como un resultado de estas consideraciones, las torres y aisladores fueron diseñados interactivamente.

En el primer concepto de alto orden de fases se ideó un arreglo circular de conductores soportado por un poste radial como se muestra en la figura V.2

Este sistema tiene las ventajas de simplicidad, material estándar y no tiene aisladores entre fases pero hace la torre incesantemente complicada, debido a que los puntos de soporte individuales deben estar sostenidos para cada base de aislador.

El espaciamiento de un metro entre conductores da como resultado una ventana de cuatro metros para una línea hexafásica y una ventana de seis metros para una línea docefásica.

Tres diferentes tipos de torre se construyeron en las líneas de prueba como se muestran en las figuras V.3.a, V.3.b y V.3.c para doce, seis y seis fases respectivamente.

V.3 DISEÑO DE AISLADORES.

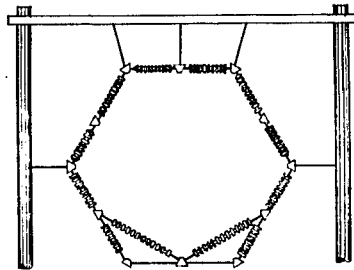
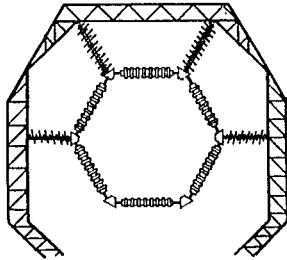
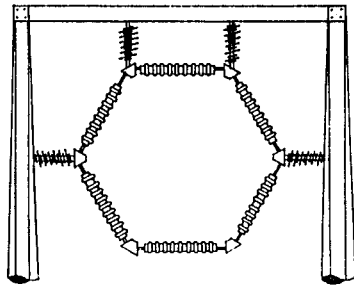
Dos ideas surgieron para el diseño de sistemas de aisladores en las estructuras:

La primera involucra el uso de elementos de aisladores de suspensión cargados en tensión, lo cual puede lograrse con componentes de suspensión convencionales.

Se pueden usar diseños concentrados de aisladores no cerámicos ó aisladores de porcelana en todos los diseños probados.

Las ventajas obtenidas con elementos no cerámicos fueron: sistemas de aisladores con apariencia óptima, peso ligero, alta rigidez dieléctrica, alta resistencia al daño ó corrosión y fáciles de instalar.

Las figuras V.4(a) y V.4(b) muestra dos arreglos de 6 fases de dos diferentes construcciones y la V.4(c) un arreglo similar para 12 fases, este tipo de



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: AISLADORES SOPORTE DE TENSION.			
FIGURAS: V-4	ESCALA:		FECHA: 1988

diseño es muy satisfactorio. Debe notarse que los aisladores de la figura V.4 no representan necesariamente el diseño final para los voltajes que maneja la línea.

La segunda idea usa aisladores rígidos los cuales permiten carga en cantiliver, estos se pueden utilizar especialmente para diseños de doce fases. Un arreglo de este tipo es ilustrado en la figura V.5(a).

Este aislador tiene desventaja por las dificultades de su instalación, debido a que el diseño de los soportes requiere ensamble simultáneo de los aisladores y conductores.

Un segundo diseño como el de la figura V.5(b) tiene la ventaja de una mayor distancia de fuga.

V.4 ESPACIADORES.

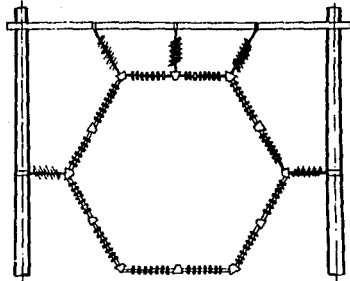
La disponibilidad de espaciadores no es esencial para el éxito de alto orden de fases. Estos pueden proporcionar un medio de compactación adicional y puede ser especialmente útil para grandes longitudes de espaciamiento entre torres. Se desarrolló un número de espaciadores de 6 y 12 fases y fueron puestos en las líneas de prueba. Los cuatro tipos de espaciadores probados se muestran en las figuras V.6(a,b,c y d) y se evaluaron varios factores en su comportamiento. El espaciador tipo asterisco de la figura V.6(a) tiene la ventaja de no tener miembros entre fases, pero tiene la desventaja de que el aislador está cargado en esfuerzo, y así limita efectividad al espaciador, o menos que un aislador fuerte proporcione la rigidez suficiente, pero con un peso significante.

El hexágono de la figura V.6(b) tiene todos los aisladores cargados en compresión, y por lo tanto es más rígido pero con la desventaja de usar componentes entre fases.

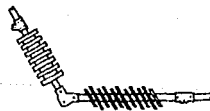
El diseño híbrido de la figura V.6(c) se hizo con el fin de mejorar los dos anteriores, pero desgraciadamente, aunque tiene las ventajas del segundo, tiene también las desventajas del primero.

Finalmente el diseño del triple triángulo de la figura V.6(d) llamado "de defensa civil" tiene tres "brazos" adicionales y por lo tanto sobrecarga en peso la línea.

En general, el diseño del hexágono es el más útil.

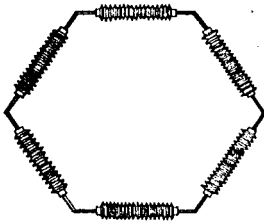


a

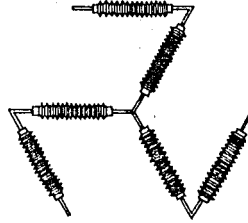


b

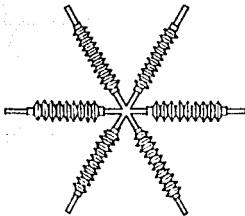
U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
TITULO: AISLADOR SOPORTE RIGIDO EN CANTILEVER.	
FIGURA No. V-8	FECHA: 1988



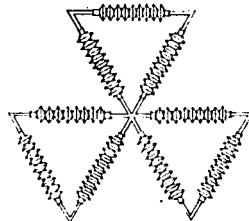
(b)



(c)



(a)



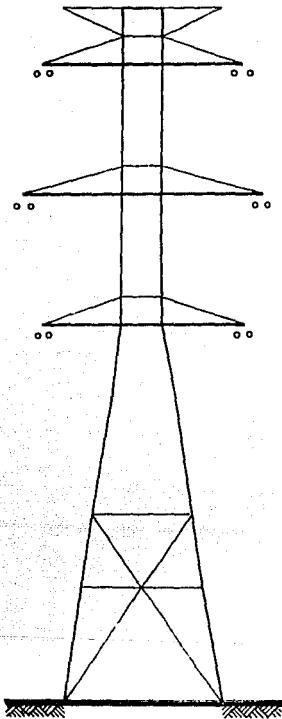
(d)

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: ESPACIADORES DE AISLAMIENTO EXPERIMENTALES.			
FIGURA No. V-6		ESCALA	FECHA 1988

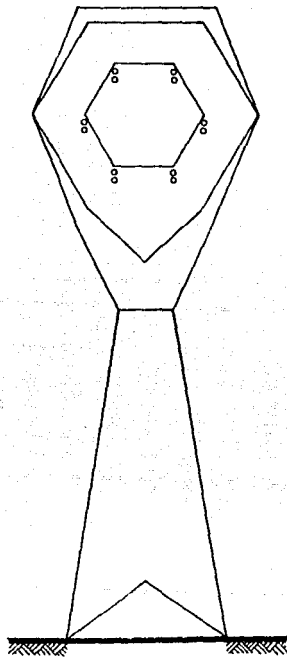
V.5 PARAMETROS DE DISEÑO MECANICO PARA ESTRUCTURAS.

La figura V.7 muestra una torre de 345 KV de doble circuito trifásico comparada con una de 289 KV hexafásica con alturas de conductores apropiadas para longitudes de espaciamiento similares. Las torres son de tamaño comparable, con la observación de que el diseño de 289 KV es apropiado para la máxima capacidad de transmisión, en el espacio asociado a la torre de 345 KV de doble circuito trifásico. Sin embargo, el tamaño del arreglo de conductores es menor para el diseño de 6 fases que para el de doble circuito trifásico, así el efecto visual de los conductores es menor para el diseño de 6 fases.

La tabla V.1 da los parámetros de diseño mecánico para las estructuras. Debido a que el diseño hexafásico de 289 KV satisface criterios ambientales para el mismo derecho de vía de 50 M. de ancho que el diseño en 345 KV de doble circuito trifásico, es una mejor selección para hacer el máximo uso del derecho de vía, y si además el costo óptimo fuera basado para la misma transferencia de potencia, la reducción en pérdidas ocasionado por el aumento de voltaje de fase a tierra del diseño de seis fases lo hace económicamente atractivo.



SISTEMA 3φ DOBLE CIRCUITO



SISTEMA 6φ

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: COMPARACION DE ALTURAS Y DISPOSICION DE CONDUCTORES EN 2 SISTEMAS.			
FIGURA No. V-7	ESCALA: ———	FECHA: 1988	

PARAMETROS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURA DE SOPORTE

PARAMETRO	3 Ø, DOBLE CIRCUITO 345KV	3 Ø, 1 CIRCUITO 345 KV	6 Ø, 289 KV.
ALTURA DEL CONDUCTOR MAS BAJO.	21.5 m.	21.5 m.	43.5 m.
ESPACIAMIENTO ENTRE FASES.	8.3 m.	8.10 m.	4.7 m.
CARGA TRANSVERSAL.	16350 Kg.	9140 Kg.	13636 Kg.
CARGA LONGITUDINAL.	6182 Kg.	2730 Kg.	2730 Kg.
CARGA VERTICAL.	36495 Kg.	26140 Kg.	31909 Kg.
PESO DE LA TORRE.	14673 Kg.	4605.5 Kg.	8636 Kg.
SEPARACION ENTRE FASES.	500 m.	500 m.	330 m.
CONDUCTOR.	795 Km 11. 26/7	795 Km 11. 26/7	2156 Km 11. 84/9

143

U
N
A
M
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
TITULO: PARAMETROS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURA DE SOPORTE.
TABLA No. V. 2
BOGOTÁ, 1988
TECN. 1888

CAPITULO VI

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS TRIFASICOS Y
HEXAFASICOS.

CAPITULO VI

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS TRIFASICOS Y HEXAFASICOS.

La primer comparación entre los dos sistemas, debido a que es más obvia es el hecho de que si ambos sistemas llevan la misma corriente de línea y los mismos voltajes entre líneas adyacentes, el sistema hexafásico maneja un 73.2% más de potencia que el sistema de doble circuito trifásico.

Adicionalmente un sistema hexafásico requiere un menor derecho de vía que uno de doble circuito trifásico para la misma potencia de transmisión.

El espaciamiento de los conductores de línea es menor para un sistema hexafásico que para uno de doble circuito para la misma potencia de transmisión. Si se aumenta el número de fases, el espaciamiento anterior se reduce aún más estando limitado únicamente por el movimiento de los conductores. La impedancia característica para seis fases es ligeramente mayor que para doble circuito trifásico. Un problema que se presenta con las líneas hexafásicas es la transposición, la cual es sumamente difícil, en cambio en las líneas trifásicas esta transposición se hace libremente.

Los campos eléctricos de superficie son menores para una línea hexafásica que para una línea trifásica de doble circuito.

Los gradientes de tierra son mayores para una línea hexafásica que para una línea trifásica de doble circuito.

Debido a que los gradientes de superficie son mayores para doble circuito trifásico que para seis fases, este último presenta un mejor comportamiento para efecto corona, ruido audible, radiointerferencia.

Los niveles de aislamiento terminales son mayores para sistemas hexafásicos que para doble circuito trifásico.

Finalmente los sistemas hexafásicos presentan equipos terminales más complejos y que no existen en la actualidad siendo este el principal problema por resolver.

Los casos analizados en la computadora para la torre tipo de CFE, la cual se muestra en el apéndice A1, son los siguientes:

Caso 1.

Doble circuito trifásico, 230 KV entre fases, 850 MW de transmisión de potencia, factor de potencia unitario y un conductor de 1272 MCM.

Caso 2.

Circuito hexafásico, 230 KV entre fases y de fase a tierra, 1472.2 MW de transmisión de potencia, factor de potencia unitario y un conductor de 1272 MCM.

Caso 3.

Circuito hexafásico, 230 KV entre fases y de fase a tierra, 850 MW de transmisión de potencia, factor de potencia unitario y un conductor de 1272 MCM.

Caso 4.

Circuito hexafásico, 230 KV entre fases y de fase a tierra, 850 MW de transmisión de potencia, factor de potencia unitario y un conductor de 477 MCM.

Caso 5.

Igual al caso 2 pero con un voltaje de fase a tierra de 132.790 KV, y una potencia de transmisión de 850 MW.

Los resultados obtenidos, nos confirman las características de funcionamiento previstos, los cuales se muestran en las gráficas A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A1.5 y A1.6.

Cabe aclarar que para comparar cada uno de los casos deben verificarse los parámetros de funcionamiento, tales como la potencia transmitida y en voltaje de operación, con el fin de establecer una comparación en condiciones similares de operación; por ejemplo, el caso 2 nos presenta una mayor transmisión de potencia, aprovechando al máximo las condiciones originales del doble circuito trifásico.

En la gráfica A1.1, se observa que el caso 3 tiene una mejor regulación de voltaje, esto se debe a que maneja una menor cantidad de corriente que todos los demás casos (excepto el caso 4 que maneja la misma

cantidad de corriente), y por lo tanto, tienen una menor caída de voltaje; los demás casos son variantes que nos permiten visualizar las alternativas que se presentan al modificar parámetros tales como: la potencia transmitida, el voltaje de operación, etc. En la gráfica A1.3 se aprecia con claridad que el caso 3 tiene una mejor eficiencia que el resto de los casos, lo cual confirma una ventaja de los sistemas hexafásicos.

La gráfica A1.4 nos muestra que un sistema hexafásico con el mismo voltaje de fase a tierra que el de doble circuito trifásico, como es precisamente el caso 5, tiene menores gradientes de superficie en los conductores.

De manera similar, en la gráfica A1.5, se ilustra como un sistema trifásico tiene menores gradientes de tierra en comparación con uno hexafásico (casos 1 y 5 respectivamente).

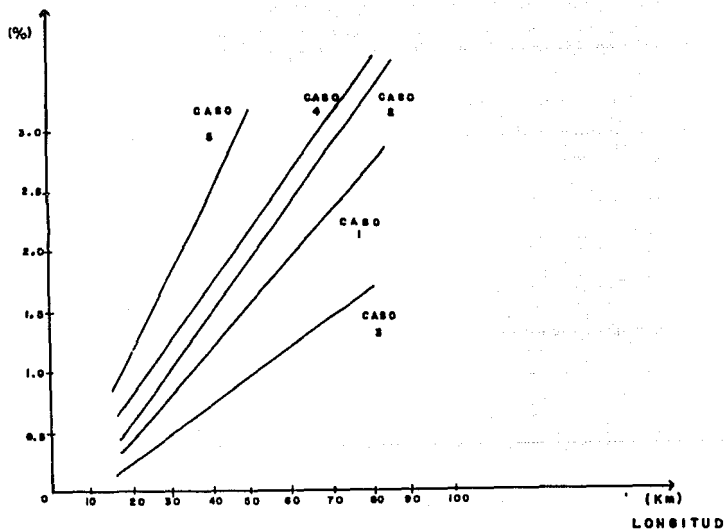
Finalmente comparando los casos 1 y 5, en la gráfica A1.6, se observa que un sistema hexafásico con el mismo voltaje de fase a tierra que uno trifásico, tiene menores pérdidas por efecto corona, ya que tiene menores gradientes de superficie.

Por otro lado, para las configuraciones de torre de USA, tales como la WPS, WPS-1 y APS-22, se obtuvieron resultados similares, los cuales se muestran en el apéndice A1.

Cabe aclarar que debido a que este tipo de torres es diferente al utilizado por Comisión Federal de Electricidad, solo se corrieron dos casos, los cuales, sirvieron para verificar nuestros resultados con los obtenidos en USA, y así obtener un parámetro que nos permitió confirmar la validez de nuestro trabajo.

El punto de comparación fue el reporte que se presenta en la referencia 23 de la bibliografía.

REGULACION



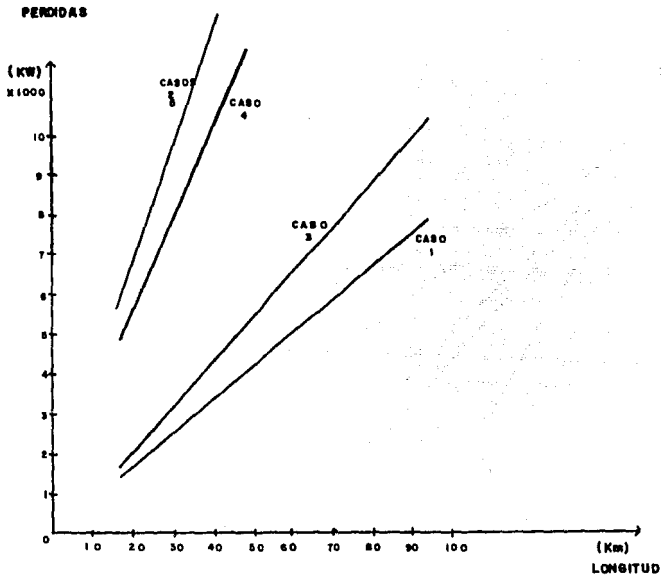
U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

TITULO: REGULACION DE VOLTAJE
PARA LA TORRE XY DE CFE.

FIGURA No. A1.1 ESCALA ——— FECHA: 1984



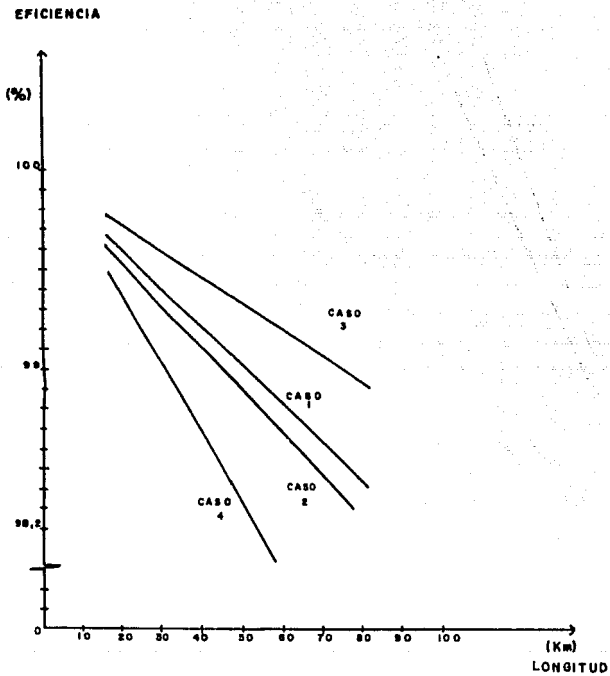
U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

TITULO: PERDIDAS ELECTRICAS
EN UNA TORRE XY DE CPE

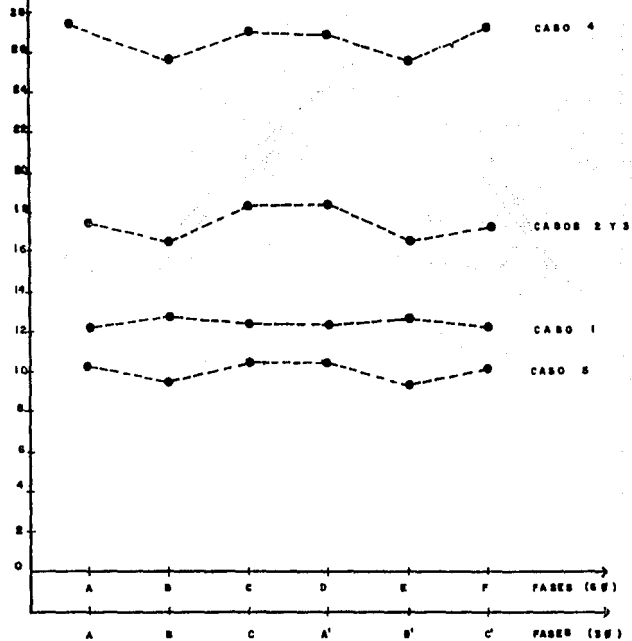
FIG. A1.2 ES-C: FECHA: 1988



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: EFICIENCIA DE LA TORRE XY DE CFE.			
FIG. No. A1.3	ESC:		FECHA: 1988

GRADIENTE DE
SUPERFICIE

(KV/M)



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

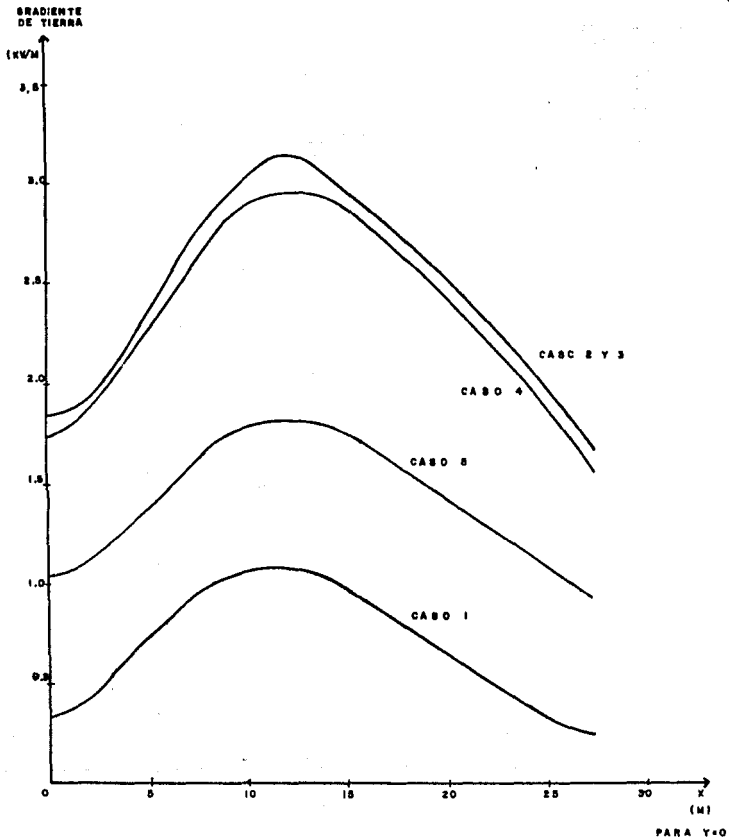
TESIS PROFESIONAL

TITULO: GRADIENTES DE SUPERFICIE
PARA LA TORRE XY DE CFE

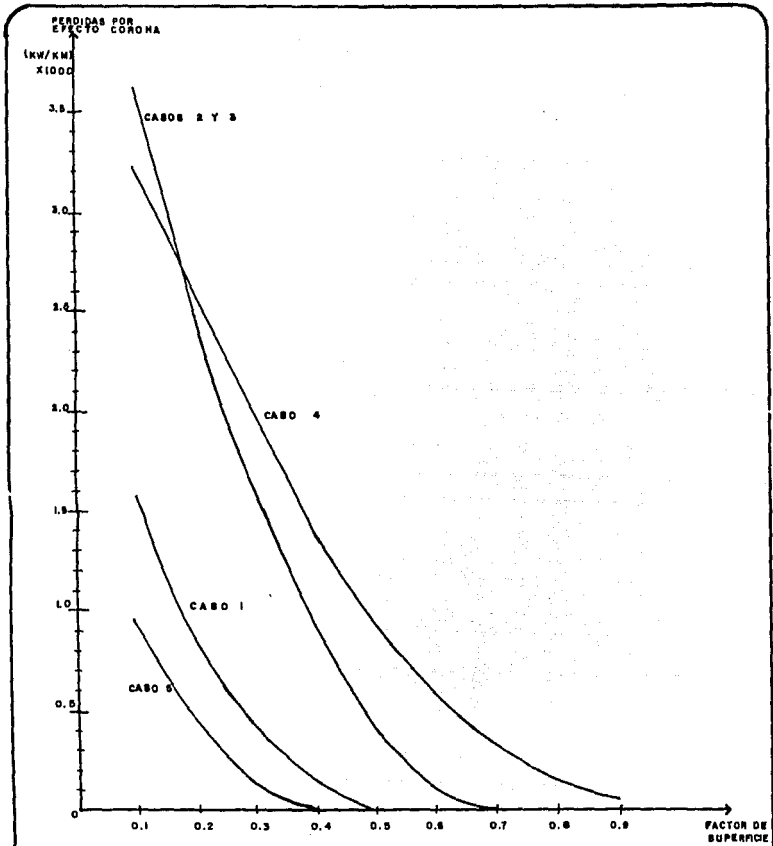
FIG. A1.4

E & C

FECHA: 1988



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: GRADIENTES DE TIERRA PARA LA TORRE XY C.F.E.			
FIG. A1.0	ESC:	FECHA: 1989	



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: PERDIDAS POR EFECTO CORONA, TORRE XY DE CFE.			
F. I. G. No. A. I. G.	E. B. C.	FECHA: 1980	

CAPITULO VII

CONCLUSIONES.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES.

Hasta hace algunos años la transmisión de Energía Eléctrica por medio de sistemas multifásicos (mayores pero múltiples del sistema trifásico convencional), mostraba sólo interés académico. Sin embargo debido al crecimiento de las ciudades y el consecuente aumento de la demanda de Energía Eléctrica, en diversas partes del mundo se interesaron en analizar un campo antes no explotado en la práctica: la transmisión multifásica mayor a la trifásica pero múltiplo de esta.

Todo esto con el fin de hacer un uso más eficiente de los derechos de vía existentes.

Las ventajas de esta nueva tecnología surgieron inmediatamente después de los primeros estudios, aunque también hay desventajas, éstas tienen un menor peso que las primeras.

Las ventajas y desventajas se mencionaron en el capítulo anterior, sin embargo el aprovechamiento de esta nueva tecnología muestra dos caminos de desarrollo.

El primero es la construcción de nuevas líneas de transmisión multifásicas con nuevos diseños de torres, aisladores, espaciadores, transformadores, equipos de control, etc.

Esta opción creemos no se desarrollará en un futuro cercano debido al alto costo que se requiere y sólo se tendrán líneas de prueba para corroborar los resultados obtenidos con los estudios realizados.

La segunda opción, sin embargo, presenta un futuro promisorio de aplicación y es la que se ha tratado a lo largo de todo el texto, la cual es la conversión de la líneas trifásicas de doble circuito existentes en líneas sencillas hexafásicas, y en un menor grado las líneas de cuatro circuitos trifásicos en líneas sencillas docefásicas o bien en líneas de doble circuito hexafásico.

Las líneas hexafásicas presentan un mejor comportamiento que las trifásicas en cuanto a: regulación de voltaje, eficiencia, efecto corona, ruido audible, ruido de radio, derecho de vía, capacidad de transmisión de potencia y campos eléctricos de superficie.

Las líneas trifásicas tienen la ventaja de una transposición sencilla, gradientes de tierra menores, y una amplia experiencia en su operación y la gran ventaja de su existencia con todos sus equipos y protecciones terminales.

Creemos que la principal desventaja de las líneas hexafásicas al ser convertidas de líneas trifásicas de doble circuito es el cambio sustancial que se tendrá en los extremos de las líneas básicamente en sus equipos terminales (protecciones y transformadores) y la poca experiencia más bien nula en la aplicación de estos sistemas.

Un tema de gran interés por ser un problema que se presentará con la conversión de las líneas trifásicas de doble circuito a sencillas hexafásicas es el acoplamiento de los sistemas trifásicos que permanecieran (generadores y cargas a alimentar) con los sistemas hexafásicos introducidos (líneas y transformadores), con el fin aprovechar al máximo lo existente con los cambios mínimos posibles.

Por todo lo anterior el resultado inmediato de estos estudios es que las líneas de transmisión existentes (de doble circuito trifásico) sean convertidas a líneas hexafásicas sencillas y que la inversión requerida para hacer los cambios necesarios justifica el incremento del 73.2% en la capacidad de transmisión de las líneas existentes.

APENDICE A1

PROGRAMA DE COMPUTADORA
PARAMETROS DE LINEAS DE TRANSMISION TRIFASICAS Y
HEXAFASICAS.

APENDICE A1

PROGRAMA DE COMPUTADORA PARAMETROS DE LINEAS DE TRANSMISION TRIFASICAS Y HEXAFASICAS.

A fin de comprobar la teoría explicada en este trabajo, se desarrolló un programa de computadora titulado "Parámetros de líneas de transmisión trifásicas y hexafásicas", que es también auxiliar en el diseño de líneas de transmisión.

El programa tiene la capacidad de generar matrices de parámetros en serie y en paralelo para los casos transpuesto y no transpuesto para líneas de 3 y 6 fases, así como los índices de funcionamiento como la impedancia característica, la regulación de voltaje, eficiencia, potencia máxima, pérdidas de potencia y pérdidas por efecto corona, gradientes de superficie y de tierra, y desequilibrio electromagnético.

A continuación se explica la forma en que está constituido el programa y los algoritmos que forman parte de él, con los que obtenemos los parámetros y características de funcionamiento de las líneas de transmisión.

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA:

El programa está diseñado para hacer los cálculos eléctricos de líneas de 6 fases y de tres fases de doble circuito, utilizando torres WP8, WPS-1 y APS-22 de USA; XY de CFE, que tienen un subconductor por fase, y en total 8 cables, contando los dos cables de guarda, el programa consta de un programa principal y subrutinas escritas en el lenguaje de programación FORTRAN. El programa principal toma los datos y hace con ellos los primeros cálculos de la línea, calcula las distancias entre conductores, transfiriendo los datos de las coordenadas donde se sitúan los cables a la subrutina DISTANC, a partir de los resultados obtenidos con ésta subrutina y otros más leídos anteriormente, el programa principal calcula los parámetros eléctricos de la línea: matriz de coeficientes y matriz de impedancia serie mediante fórmulas explicadas en el trabajo. Las matrices quedan de orden 8, al calcularse para una línea de 8 cables, y para poder trabajar con ellas, según el número de

fases, se hace primero una reducción de ambas matrices hasta quedar de orden 6, para el caso hexafásico quedan de ese orden, para la transmisión con 3 fases, dos circuitos, se continúa reduciendo la matriz hasta quedar de orden 3 mediante la subrutina SIMP.

Posteriormente se calculan las matrices de admitancia en paralelo y de capacitancia, la última mediante la inversión de la matriz de coeficientes, empleando la subrutina INV para la matriz de orden 6 y la subrutina INVP para la de orden 3.

Todas las matrices que representan los primeros parámetros calculados se mandan imprimir mediante las subrutinas ESCRITURA para 6 fases, y ESCRITURA B para 3 fases.

En seguida se calculan los parámetros en componentes simétricas, para esto se utilizan las matrices obtenidas anteriormente y las matrices de transformación en componentes simétricas y que se dan como datos al programa y se obtiene la multiplicación mediante la subrutina POR para 6 fases y PORA para el caso de 3 fases, la subrutina PORB se utiliza para multiplicar matrices de orden 6 por vectores de 6 elementos, el resultado de las 2 multiplicaciones, que es la matriz de componentes simétricas se manda imprimir mediante las subrutinas de escritura de matrices.

Para calcular los parámetros eléctricos para el caso transpuesto se dispone de las subrutinas PARTRSN para 3 fases y PARTRS para 6 fases, con los datos obtenidos se manda llamar a la subrutina SEC, que calcula los parámetros de secuencia positiva y cero para ambos casos.

Con los datos de la impedancia y admitancia de secuencia positiva obtenidos en la subrutina SEC, junto con los datos de la longitud, potencia de la línea, voltaje al neutro del sistema, y la corriente por fase, estos últimos leídos en el programa principal se manda llamar a la subrutina CARL para obtener la regulación de voltaje, potencia máxima, pérdidas de potencia y eficiencia de la línea. Después se manda llamar a la subrutina GRAD, que calcula los gradientes alrededor de la superficie de cada conductor y en cualquier punto situado a cierta longitud del centro de la línea.

La subrutina PEC es la que calcula las pérdidas por efecto corona, y por último, del programa principal se llama a la subrutina FADE, que calcula los desequilibrios electromagnéticos al inicio y al final de la línea.

DATOS DE ENTRADA.

Los datos que necesita el programa, que son los que describen el sistema y los datos del conductor se muestran a continuación, junto con los nombres que se les han asignado en el programa:

Número de fases:	L
Número de conductores, incluyendo los cables de guarda:	N
Base de potencia(MVA):	SM
Base de voltaje (KV):	UM
Frecuencia(Hz):	F
Resistencia del conductor (ohms):	R
Altura sobre el terreno de cada conductor(m):	H , YPU
Distancia horizontal del centro de la línea:	BSI, XPU
Radio exterior del conductor (m):	U
Radio medio geométrico del conductor (m):	G
Identificación del conductor (m):	DUCTO
Matriz de transformación:	T
Matriz de transformación inversa:	TI
Matriz de transformación de orden 3:	TP
Matriz de transformación de orden 3:	TIP

Distancia horizontal del punto P, donde se va a medir el gradiente de potencia:	XU
Distancia vertical de P :	YU
Presión atmosférica: (cm/Hg):	BIU
Temperatura ambiente: (C)	TEMP
Factor de superficie del conductor:	FME
Longitud promedio de la línea:	ONL
Longitud de la línea:	on
Potencia de envío de la línea:	OTN
Factor de potencia de la línea:	FACT

RESULTADOS:

Distancia entre conductores:	D
Distancia entre conductores y sus imágenes:	VE
Matriz de impedancia serie (ohms/km):	Z
Matriz de coeficientes (daraf/km):	P
Matriz de capacitancia (coulomb/km):	C
Matriz de admitancia (siemens/km):	Y

Regulación de voltaje:	RV
Potencia máxima:	Pmax.
Pérdidas:	Pe
Eficiencia:	EF.

Los datos de entrada al programa deben suministrarse de acuerdo con los siguientes formatos de lectura, formando un archivo de entrada, que deberá suministrarse al programa una vez completo en la forma que se muestra:

Para el sistema VAX:

```

ASSIGN NOMBRE DEL ARCHIVO. EXTENSION SYS$INPUT
ASSIGN NOMBRE DEL ARCHIVO DE RESULTADOS SYS$OUTPUT
RUN PARAMETROS
DEASSIGN SYS$INPUT
DEASSIGN SYS$OUTPUT

```

Los formatos de lectura son:

Primero se escriben en el 1er. renglón los datos de la frecuencia, potencia base (MVA), voltaje base (KV), número de conductores, números de fases, número de subconductores por fase y resistividad del terreno* acomodados de acuerdo al siguiente formato: (F4.2, 2F10.2, 3I2, F72) * en este orden.

En los siguientes 8 renglones se escriben los datos de: resistencia del conductor (Ω), altura del conductor, radio del conductor (m), radio medio geométrico del conductor (m), distancia horizontal del conductor medida a partir del centro de la línea (m) y la asignación ó nombre del conductor, siendo cada renglón para cada conductor, los 6 primeros renglones para los conductores de las fases y los 2 últimos para los datos de los cables de guarda considerando el siguiente orden:

G1 (7)	.G2 (8)	-Entre paréntesis:
.	.	renglón que ocupan los
(1) .A	F.(6)	datos del conductor
(2).B	E.(5)	-Fuera del paréntesis:
		designación del conductor
(3).C	D.(4)	

Los datos, en el orden indicado, se dan según el siguiente formato:

(F5.3, F6.2, F7.4, F8.5, F7.3, A2).

En los siguientes renglones se escriben los datos de la parte real de la matriz de transformación T, luego su parte imaginaria, después la parte real seguida de la parte imaginaria de la matriz de transformación inversa T⁻¹; como estamos trabajando con 6 conductores, tanto para 6 fases como para 3 fases con doble circuito, para éste último caso se consideran las matrices de transformación:

$$T_1 = \begin{bmatrix} T & 0 \\ 0 & T \end{bmatrix} \quad ; \quad 3\emptyset, 2c \quad T^{-1} = \begin{bmatrix} T^{-1} & 0 \\ 0 & T^{-1} \end{bmatrix}$$

Donde:

T = Matriz de transformación para 3 \emptyset , 1 circuito.

T⁻¹ = Matriz de transformación inversa para 3 \emptyset , 1 circuito.

Los elementos van acomodados en el siguiente orden:

Renglón	# de elemento de T	# de elemento de T ⁻¹
1	(1,1) parte real; parte i(1,1)	parte real(1,1) PI(1,1)
2	(1,2) "	(1,2) "(1,2)
3	(1,3) "	(1,3) "(1,3)
.	.	.
.	.	.
.	.	.

```

6 (1,6) parte real; parte i(1,6) parte real(1,6) PI(1,6)
7 (2,1) " " (2,1) " (2,1) "(2,1)
8 (2,2) " " (2,2) " (2,2) "(2,2)
9 (2,3) " " (2,3) " (2,3) "(2,3)
. . . . .
. . . . .
12 (2,6) " " (2,6) " (2,6) "(2,6)
. . . . .
. . . . .
(6xn) (n,i) " " (n,i) (n,i) (n,i)

```

n = # de conductor de cada matriz

i = # de columna en el renglón.

Estos datos se acomodan con el formato:

(4F(7.4))

En el siguiente renglón van los datos de la potencia (VA), voltaje de recepción, corriente de recepción (A) y ampacidad de la línea, que es igual a la corriente de recepción con el siguiente formato:

F(7.2)

Estos datos son para el cálculo de la regulación de voltaje, pérdidas, etc., calculados para 5 distintas longitudes cuyos datos se dan en los siguientes 5 renglones, 1 para cada longitud, acomodados todos con el siguiente formato:

(F7.2)

En los siguientes 6 renglones se dan los datos de la parte real y parte imaginaria del voltaje en cada fase, ó sea en cada conductor, acomodando cada par de datos en cada renglón, en el siguiente orden:

FASE		DATOS QUE SE DAN	
6ϕ	3ϕ	P real voltaje en esa fase	P imaginaria del V
A	A	"	"
B	B	"	"
C	C	"	"
D	A'	"	"
E	B'	"	"
F	C'	"	"

6 fases: A. .F 3 fases 2c: A. .C'
 B. .E B. .B'
 C. .D C. .A'

según el formato:

(2F9.2)

En seguida se vuelve a escribir los datos de la distribución y altura de cada conductor de fase, cada par de datos para cada renglón:

FASE		DATOS	
A		Horizontal altura de este conductor	
B		"	"
C		"	"
D	A'	"	"
E	B'	"	"
F	C'	"	"

siguiendo el formato:

(2F7.2)

Luego se escriben la coordenada y la abcisa de cada punto donde deseamos medir el potencial a tierra, siendo cada renglón para cada punto, y escribiendo los datos según el formato:

(2F6.2)

siendo en total 30 renglones, es decir, 30 puntos en total.

En seguida, con el mismo formato se dan los datos de la presión atmosférica (cm Hg) y la temperatura ambiente (i) para el cálculo de las pérdidas por efecto corona. Luego vuelven a escribirse, con el mismo formato con el que se escribieron la primera vez, los datos de la parte real e imaginaria de los voltajes en cada fase.

Los siguientes 9 renglones se ocupan con los datos de las 9 corrientes de superficie (1 renglón por dato) escribiendo cada uno con el siguiente formato:

F(4.1)

Por último, se dan, en este orden, los datos de la longitud promedio o la longitud que lleguemos a elegir para el cálculo de los desequilibrios electromagnéticos de la línea, la potencia de la línea y el factor de potencia considerado para el caso, con el siguiente formato:

(F5.1, F12.1, F5.2)

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

```

1  PROGRAM: PARAMETROS DE LINEAS DE TRANSMISIO IPFASICAS Y REVA-
2  C FASICAS
3  C
4  DIMENSION R(10),R(10),R(10),R(6,6),TR(6,6),J(10),H(10),G(10),
5  T1(6,6),T1(6,6),D(5),ZU(6),YU(6),ABSI(10),VF(10,10)
6  *DIMENSION VC(30),VE(30),EN(3),FO(3),VAV(3),VA(6,1),VA(6,1),PE(5)
7  *),VPR(6,1),VERR(6,1),RV(5),RF(3),PR(5),ET(3)
8  *),DTST(6,6)
9  CHARACTER DUCTO(8)*
10 COMMON /16/ R, T1(6,6), T1(6,6), CO, D, Y(6,6), V(6,6), VERR(6,1)
11 *),ZU(6,6),VA(6,6),VP(6,6),VPR(6,6),C(11),COO,PII,DDO,DDP
12 *),E,ZU,V11,Z(10),PP,PP,CP,CP,YPE,Z(10),Y(10,10),Z(10,10)
13 *),ZPR(6,6),DPR(6,6),ZOH(3,3),PDN(3,3),COM(6,6),YDN(6,6)
14 *),TD(3,3),TID(3,3),ZIHU(6,6),FUD(6,6),CHV(3,3),YAV(3,3)
15 *),ZPHU(3,3),ZSHU(3,3),YPHU(3,3),ZSHU(3,3)
16 *),PE(5),ZOH(3,3),SP,OP,PP,PP,PP,PP
17 DO 43 I=1,6
18 READ(5,261)R(I),H(I),N(I),G(I),ABSI(I),DUCT(I)
19 CONTINUE
20 CALL DISTAB(D,ABSI,R,D,VE)
21 DO 44 I=1,6
22 DC 55 J=1,6
23 *),TSTY(1,1)
24 CONTINUE
25 DO 57 I=1,6
26 DO 57 J=1,6
27 RFAB(5,262) T(1,I),T(1,J),TIA(I,J),TIBC(I,J)
28 T(1,I)=CPDX(T(1,I),T(1,J))
29 T(1,J)=CPDX(T(1,J),T(1,I))
30 CONTINUE
31 DO 59 I=1,6
32 DO 59 J=1,6
33 T(I,J)=TT(T(I,J))
34 CONTINUE
35 DO 59 I=1,6
36 DO 59 J=1,6
37 TIP(I,J)=TT(T(I,J))
38 TP(I,J)=T(I,J)
39 CONTINUE
40 RFAB(5,263) PL,VL,CP,RAV
41 IRU(FO,3) THEN
42 VR=VR/(SOPT(3,0))
43 ELSE
44 ENDIF
45 DO 60 I=1,5
46 READ(5,264)O(I)
47 CONTINUE
48 DO 65 I=1,6
49 RFAB(5,265) V(1,I),V(2,I)
50 V(1,I)=CPDX(V(1,I),V(1,I))
51 V(2,I)=CPDX(V(2,I),V(2,I))
52 IF (I,FO,3) THEN
53 V(I,1)=V(1,I)/(SOPT(3,0))
54 ELSE
55 ENDIF
56 CONTINUE
57 DO 70 I=1,6
58 READ(5,266)XU(I),YU(J)
59 CONTINUE
60 DO 75 I=1,30
61 L=AB(5,267)C(I),YU(I)
62 CONTINUE
63 READ(5,268) ID,VFAP
64 DO 80 I=1,6

```



```

1 CALL DD=AV(TP,TA,TD,TDI)
2 CALL DD=AV(TD,TD,TD,TDI)
3 ENDIF
4 IF (I.EQ.3) THEN
5 WRITE (6,200)
6 ELSE
7 ENDIF
8 WRITE(6,3) 'MATRIZ DE IMPEDANCIA SEMIR (CONF. SIMPLICAS)'
9 WRITE(6,3) '(OMBS/KM)'
10 WRITE(6,300)
11 IF (I.EQ.3) THEN
12 CALL FSCRITUR (ZS)
13 WRITE (6,200)
14 ELSE
15 CALL FSCRITUR (ZSNU)
16 WRITE (6,300)
17 ENDIF
18 CALL IAV (DGL,C)
19 IF (I.EQ.3) THEN
20 CALL IAV (DGL,CNV)
21 DO 214 I=1,3
22 DO 214 J=1,3
23 Y(I,J)=2.0*3.1416*F*CVCT(I,J)
24 234 CONTINUE
25 ELSE
26 ENDIF
27 IF (I.EQ.3) THEN
28 WRITE (6,300)
29 ELSE
30 ENDIF
31 WRITE(6,4) 'MATRIZ DE CAPACITANCIA (COULOMB X KM)'
32 WRITE(6,300)
33 IF (I.EQ.6) THEN
34 CALL FSCRITUR (C)
35 WRITE (6,300)
36 ELSE
37 CALL FSCRITUR (CNU)
38 WRITE (6,300)
39 ENDIF
40 IF (I.EQ.6) THEN
41 WRITE (6,200)
42 ELSE
43 ENDIF
44 WRITE (6,5) 'MATRIZ DE ADMITANCIA (SIEMENS/KM)'
45 WRITE (6,300)
46 DO 216 I=1,3
47 DO 216 J=1,3
48 Y(I,J)=2.0*3.1416*F*G(I,J)
49 YD(I,J)=Y(I,J)
50 216 CONTINUE
51 235 CONTINUE
52 IF (I.EQ.6) THEN
53 CALL FSCRITUR (G)
54 WRITE(6,200)
55 ELSE
56 ENDIF
57 IF (I.EQ.6) THEN
58 CALL DD=AV(Y,T,YP)
59 CALL DD=AV(T,YP,YS)
60 ELSE
61 ENDIF
62 CALL DD=AV(V,TP,YSU)
63 CALL DD=AV(TP,YP,YSU)

```



```

1 250 CONTIN...
2 260 FORMAT (F4.2,F10.2,3I2,F7.2)
3 261 FORMAT (F4.2,F10.2,3I2,F8.5,F7.3,2I)
4 262 FORMAT (4I2,3)
5 263 FORMAT (F11.1,F9.2,F7.1)
6 264 FORMAT (F7.2)
7 265 FORMAT (2F0.2)
8 266 FORMAT (2F7.2)
9 267 FORMAT (2F4.2)
10 268 FORMAT (2F4.2)
11 269 FORMAT (2F0.2)
12 270 FORMAT (F4.1)
13 271 FORMAT (F4.1,F12.1,F5.2)
14 272 FORMAT (6(2,F9.1))
15 273 FORMAT (3(11Y,F11.9))
16 274 FORMAT (2X,5F7.2)
17 280 FORMAT (2X,2F7.2)
18 291 FORMAT (2X,F7.2,2X,F10.4)
19 292 FORMAT (2X,F4.2,2X,F4.2,2X,F4.4)
20 294 FORMAT (F7.2)
21 295 FORMAT (2X,2F7.3)
22 296 FORMAT (F5.1,F12.1,F5.2)
23 297 FORMAT (6(2X,F0.3))
24 298 FORMAT (1X,4(1, 1.7))
25 299 FORMAT (1X,4(1, 1.7))
26 300 FORMAT (1X,7(1, 1.7))
27 301 FORMAT (1X,2(1, 1.7))
28 302 FORMAT (11)
29 303 FORMAT (1X,17(1, 1.7))
30 304 FORMAT (1X,5(1, 1.7))
31 305 FORMAT (1X,2(1, 1.7))
32 306 FORMAT (1X,1(1, 1.7))
33 307 FORMAT (2X, 'VOLTAJE A TIERRA DEL SISTEMA:',F10.2)
34 308 FORMAT (2X, 'NUMERO DE CIRCITOS:',I2)
35 309 FORMAT (2X, 'RESISTIVIDAD EN PERIODO:',F5.1)
36 311 FORMAT (2X, 'RESISTENCIA:',F4.1)
37 312 FORMAT (2X, 'CONDUCTOR',4X, 'DISTANCIA HORIZ.',5X, 'ALTURA',
38 313 FORMAT (1X, 'AL CENRO',13A, '(1',5X, '(2',5X, '(3',
39 313 FORMAT (1X, 'AL CENRO',13A, '(1',5X, '(2',5X, '(3',
40 313 FORMAT (1X, 'AL CENRO',13A, '(1',5X, '(2',5X, '(3',
41 314 FORMAT (15X, 'DE LA TIERRA (M)')
42 315 FORMAT (3X,2I,10Y,Ph,2,15X,P5.2,5X,P5.4,4X,Ph,7,2X,P5.3)
43 END
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63

```

```

1  SUBROUTINE PSORT(IA, N) (70F)
2  COMPLEX ZP(6,6)
3  DO 200 J=1,N
4  WRITE (6,100) ((P=1,ZP(I,J)),J=1,6)
5  WRITE (6,110) ((P=2,ZP(I,J)),J=1,6)
6  WRITE (6,120) ((P=3,ZP(I,J)),J=1,6)
7  200 CONTINUE
8  END
9  SUBROUTINE PSORT(IA, N) (70F)
10 COMPLEX ZP(6,6)
11 DO 200 J=1,N
12 WRITE (6,130) ((P=1,ZP(I,J)),J=1,6)
13 WRITE (6,140) ((P=2,ZP(I,J)),J=1,6)
14 WRITE (6,150) ((P=3,ZP(I,J)),J=1,6)
15 WRITE (6,160) ((P=4,ZP(I,J)),J=1,6)
16 WRITE (6,170) ((P=5,ZP(I,J)),J=1,6)
17 200 CONTINUE
18 END
19 SUBROUTINE STMP(ZDNU,ZDNU)
20 COMPLEX ZDNU(6,6),ZDNU(6,6)
21 DO 200 J=1,6
22 DO 200 I=1,6
23 ZDNU(I,J)=ZDNU(I+3,J)+ZDNU(I,J)
24 CONTINUE
25 DO 200 J=1,6
26 DO 200 I=1,6
27 ZDNU(I,(J+3))=ZDNU(I,(J+3))-ZDNU(I,J)
28 CONTINUE
29 DO 200 J=1,6
30 DO 200 I=1,6
31 ZDNU(I,J)=ZDNU(I,J)-(ZDNU(I,6)*ZDNU(6,J))/ZDNU(6,6)
32 CONTINUE
33 DO 200 J=1,6
34 DO 200 I=1,6
35 ZDNU(I,J)=ZDNU(I,J)-(ZDNU(I,5)*ZDNU(5,J))/ZDNU(5,5)
36 CONTINUE
37 DO 200 J=1,6
38 DO 200 I=1,6
39 ZDNU(I,J)=ZDNU(I,J)-(ZDNU(I,4)*ZDNU(4,J))/ZDNU(4,4)
40 CONTINUE
41 DO 200 J=1,6
42 DO 200 I=1,6
43 ZDNU(I,J)=ZDNU(I,J)-(ZDNU(I,3)*ZDNU(3,J))/ZDNU(3,3)
44 CONTINUE
45 SUBROUTINE DISTANCE(A,BSI,H,D,VR)
46 DIMENSION A(10),BSI(10),H(10),D(10),VR(10,10)
47 DO 200 J=1,10
48 DO 200 I=1,10
49 D(I,J)=SQRT((A(BSI(I))-A(BSI(J)))**2.0)+((H(I)-H(J))**2.0))
50 VR(I,J)=SQRT((A(BSI(I))-A(BSI(J)))**2.0)+((H(I)+H(J))**2.0))
51 CONTINUE
52 RETURN
53 END
54 SUBROUTINE WALTERS (N,ZDNU,ZPF,ZP)
55 COMPLEX ZP(6,6),ZDNU,ZPF
56 ZPF=ZP(1,1)
57 ZDNU=(0,0)
58 ZPF6=(0,6)
59 ZPF4=(0,6)
60 ZPF2=COMPLEX(ZPF6,ZPF4)
61 ZPF=ZPF2/ZPF
62 DO 300 J=1,N
63 DO 300 I=1,6

```

```

1 IF(I,FO,1) THEN
2 ZPF=ZDF(T,1)+Z
3 ELSE

```

```

4 IF(I,GT,1) THEN
5 Z=ZDF(I,1)+Z
6 ELSE

```

```

7 CONTINUE

```

```

8 ENDIF

```

```

9 CONTINUE

```

```

10 ZPF=ZDF/6.0

```

```

11 ZM=ZM/15.0

```

```

12 RETURN

```

```

13 END

```

```

14 SUBROUTINE PARTS(C,ZDN,ZPF,ZM)

```

```

15 COMPLEX ZM(3,3),ZPF,ZM

```

```

16 ZNA=0.0

```

```

17 ZNB=0.0

```

```

18 ZPF=COPY(ZNA,ZNB)

```

```

19 ZM=COPY(ZM,ZM)

```

```

20 DO 305 I=1,3

```

```

21 DO 306 J=1,3

```

```

22 IF(I,FO,J) THEN

```

```

23 ZPF=ZDN(I,J)+ZPF

```

```

24 ELSE

```

```

25 IF(I,GT,J) THEN

```

```

26 Z=ZDF(I,J)+Z

```

```

27 ELSE

```

```

28 CONTINUE

```

```

29 ENDIF

```

```

30 CONTINUE

```

```

31 ZPF=ZPF/3.0

```

```

32 ZM=ZM/3.0

```

```

33 RETURN

```

```

34 END

```

```

35 SUBROUTINE SPEC(ZPF,ZM,Z11,Z00)

```

```

36 COMPLEX ZPF,ZM,Z11,Z00

```

```

37 Z11=ZPF-ZM

```

```

38 Z00=((1-1.0)*ZM)+ZPF

```

```

39 RETURN

```

```

40 END

```

```

41 C CALCULO DE LOS PARAMETROS ELECTRICOS PARA

```

```

42 LA LINEA DE 475PUESTA

```

```

43 SUBROUTINE PARTS(ZDN,ZPF,ZM,F,II,Z11,Z00)

```

```

44 COMPLEX ZM(6,6),ZM,ZPF,ZM(6,6),Z11

```

```

45 *Z00,ZM1,ZM2,ZM3,Z11,Z00,F(6,6),ZVA(3,3)

```

```

46 PRE=0.0

```

```

47 DIM=0.0

```

```

48 ZPF=COPY(ZPF,Z11)

```

```

49 Z1=COPY(ZPF,Z11)

```

```

50 Z2=COPY(ZPF,Z11)

```

```

51 Z3=COPY(ZPF,Z11)

```

```

52 Z4=COPY(ZPF,Z11)

```

```

53 Z5=COPY(ZPF,Z11)

```

```

54 DO 305 I=1,6

```

```

55 DO 306 J=1,6

```

```

56 IF(I,FO,J) THEN

```

```

57 ZPF=ZPF+ZDN(I,J)

```

```

58 ELSE

```

```

59 ZM=ZM+ZDN(I,J)

```

```

60 ELSE

```

```

61 CONTINUE

```

```

62 ENDIF

```

```

63 CONTINUE

```

```

64 ENDIF

```

```

65 ENDIF

```

```

66 ENDIF

```

```

67 ENDIF

```

```

68 ENDIF

```

```

69 ENDIF

```

```

70 ENDIF

```

```

71 ENDIF

```

```

72 ENDIF

```

```

73 ENDIF

```

```

74 ENDIF

```

```

75 ENDIF

```

```

76 ENDIF

```

```

77 ENDIF

```

```

78 ENDIF

```

```

79 ENDIF

```

```

80 ENDIF

```

```

81 ENDIF

```

```

82 ENDIF

```

```

83 ENDIF

```

```

1 F-PIE
2 305 CONTINUE
3 ZP=ZP/4.0
4 ZP=ZP/1.5
5 DO 306 I=1,3
6
7 IF (I.FO.J) THEN
8 ZP1=ZP1+ZPF(I,J)
9 ZP2=ZP2+ZDN(I+3).C(I+3)
10 ELSE
11 TC(I,J,FO.J).AND.(T.LT.3)) THEN
12 Z1=Z1+Z1C(I,J)
13 Z0=Z0+Z0D(I+3).C(I+3)
14 ELSE
15 Z1=Z1+Z1C(I,J)
16 Z0=Z0+Z0D(I+3)
17 ENDIF
18
19 ENDDIF
20
21 306 CONTINUE
22 DO 307 I=1,3
23 DO 307 J=1,3
24 IF (I.FO.J) THEN
25 ZPF(I,J)=ZP1
26 ZDN(I+3)=ZP2
27 ELSE
28 ZPF(I,J)=Z01
29 ZDN(I+3)=Z02
30 ZPF(I,J+3)=Z03
31 ZDN(I+3)=Z04
32 ENDDIF
33 CONTINUE
34
35 307 WRITE(*,*) ZTRANS
36 DO 309 I=1,9
37 WRITE(*,*) (ZDN(I,J))J=(16)
38 CONTINUE
39
40 308 CALL SPCN (ZDN,T,TI,ZYA)
41 Z0=ZVA(I,1)
42 Z0=ZVA(I,1)
43
44 END
45
46 C
47 C
48 C
49 C
50 C
51 C
52 C
53 C
54 C
55 C
56 C
57 C
58 C
59 C
60 C
61 C
62 C
63 C
64 C
65 C
66 C
67 C
68 C
69 C
70 C
71 C
72 C
73 C
74 C
75 C
76 C
77 C
78 C
79 C
80 C
81 C
82 C
83 C
84 C
85 C
86 C
87 C
88 C
89 C
90 C
91 C
92 C
93 C
94 C
95 C
96 C
97 C
98 C
99 C
100 C
101 C
102 C
103 C
104 C
105 C
106 C
107 C
108 C
109 C
110 C
111 C
112 C
113 C
114 C
115 C
116 C
117 C
118 C
119 C
120 C
121 C
122 C
123 C
124 C
125 C
126 C
127 C
128 C
129 C
130 C
131 C
132 C
133 C
134 C
135 C
136 C
137 C
138 C
139 C
140 C
141 C
142 C
143 C
144 C
145 C
146 C
147 C
148 C
149 C
150 C
151 C
152 C
153 C
154 C
155 C
156 C
157 C
158 C
159 C
160 C
161 C
162 C
163 C
164 C
165 C
166 C
167 C
168 C
169 C
170 C
171 C
172 C
173 C
174 C
175 C
176 C
177 C
178 C
179 C
180 C
181 C
182 C
183 C
184 C
185 C
186 C
187 C
188 C
189 C
190 C
191 C
192 C
193 C
194 C
195 C
196 C
197 C
198 C
199 C
200 C
201 C
202 C
203 C
204 C
205 C
206 C
207 C
208 C
209 C
210 C
211 C
212 C
213 C
214 C
215 C
216 C
217 C
218 C
219 C
220 C
221 C
222 C
223 C
224 C
225 C
226 C
227 C
228 C
229 C
230 C
231 C
232 C
233 C
234 C
235 C
236 C
237 C
238 C
239 C
240 C
241 C
242 C
243 C
244 C
245 C
246 C
247 C
248 C
249 C
250 C
251 C
252 C
253 C
254 C
255 C
256 C
257 C
258 C
259 C
260 C
261 C
262 C
263 C
264 C
265 C
266 C
267 C
268 C
269 C
270 C
271 C
272 C
273 C
274 C
275 C
276 C
277 C
278 C
279 C
280 C
281 C
282 C
283 C
284 C
285 C
286 C
287 C
288 C
289 C
290 C
291 C
292 C
293 C
294 C
295 C
296 C
297 C
298 C
299 C
300 C
301 C
302 C
303 C
304 C
305 C
306 C
307 C
308 C
309 C
310 C
311 C
312 C
313 C
314 C
315 C
316 C
317 C
318 C
319 C
320 C
321 C
322 C
323 C
324 C
325 C
326 C
327 C
328 C
329 C
330 C
331 C
332 C
333 C
334 C
335 C
336 C
337 C
338 C
339 C
340 C
341 C
342 C
343 C
344 C
345 C
346 C
347 C
348 C
349 C
350 C
351 C
352 C
353 C
354 C
355 C
356 C
357 C
358 C
359 C
360 C
361 C
362 C
363 C
364 C
365 C
366 C
367 C
368 C
369 C
370 C
371 C
372 C
373 C
374 C
375 C
376 C
377 C
378 C
379 C
380 C
381 C
382 C
383 C
384 C
385 C
386 C
387 C
388 C
389 C
390 C
391 C
392 C
393 C
394 C
395 C
396 C
397 C
398 C
399 C
400 C
401 C
402 C
403 C
404 C
405 C
406 C
407 C
408 C
409 C
410 C
411 C
412 C
413 C
414 C
415 C
416 C
417 C
418 C
419 C
420 C
421 C
422 C
423 C
424 C
425 C
426 C
427 C
428 C
429 C
430 C
431 C
432 C
433 C
434 C
435 C
436 C
437 C
438 C
439 C
440 C
441 C
442 C
443 C
444 C
445 C
446 C
447 C
448 C
449 C
450 C
451 C
452 C
453 C
454 C
455 C
456 C
457 C
458 C
459 C
460 C
461 C
462 C
463 C
464 C
465 C
466 C
467 C
468 C
469 C
470 C
471 C
472 C
473 C
474 C
475 C
476 C
477 C
478 C
479 C
480 C
481 C
482 C
483 C
484 C
485 C
486 C
487 C
488 C
489 C
490 C
491 C
492 C
493 C
494 C
495 C
496 C
497 C
498 C
499 C
500 C
501 C
502 C
503 C
504 C
505 C
506 C
507 C
508 C
509 C
510 C
511 C
512 C
513 C
514 C
515 C
516 C
517 C
518 C
519 C
520 C
521 C
522 C
523 C
524 C
525 C
526 C
527 C
528 C
529 C
530 C
531 C
532 C
533 C
534 C
535 C
536 C
537 C
538 C
539 C
540 C
541 C
542 C
543 C
544 C
545 C
546 C
547 C
548 C
549 C
550 C
551 C
552 C
553 C
554 C
555 C
556 C
557 C
558 C
559 C
560 C
561 C
562 C
563 C
564 C
565 C
566 C
567 C
568 C
569 C
570 C
571 C
572 C
573 C
574 C
575 C
576 C
577 C
578 C
579 C
580 C
581 C
582 C
583 C
584 C
585 C
586 C
587 C
588 C
589 C
590 C
591 C
592 C
593 C
594 C
595 C
596 C
597 C
598 C
599 C
600 C
601 C
602 C
603 C
604 C
605 C
606 C
607 C
608 C
609 C
610 C
611 C
612 C
613 C
614 C
615 C
616 C
617 C
618 C
619 C
620 C
621 C
622 C
623 C
624 C
625 C
626 C
627 C
628 C
629 C
630 C
631 C
632 C
633 C
634 C
635 C
636 C
637 C
638 C
639 C
640 C
641 C
642 C
643 C
644 C
645 C
646 C
647 C
648 C
649 C
650 C
651 C
652 C
653 C
654 C
655 C
656 C
657 C
658 C
659 C
660 C
661 C
662 C
663 C
664 C
665 C
666 C
667 C
668 C
669 C
670 C
671 C
672 C
673 C
674 C
675 C
676 C
677 C
678 C
679 C
680 C
681 C
682 C
683 C
684 C
685 C
686 C
687 C
688 C
689 C
690 C
691 C
692 C
693 C
694 C
695 C
696 C
697 C
698 C
699 C
700 C
701 C
702 C
703 C
704 C
705 C
706 C
707 C
708 C
709 C
710 C
711 C
712 C
713 C
714 C
715 C
716 C
717 C
718 C
719 C
720 C
721 C
722 C
723 C
724 C
725 C
726 C
727 C
728 C
729 C
730 C
731 C
732 C
733 C
734 C
735 C
736 C
737 C
738 C
739 C
740 C
741 C
742 C
743 C
744 C
745 C
746 C
747 C
748 C
749 C
750 C
751 C
752 C
753 C
754 C
755 C
756 C
757 C
758 C
759 C
760 C
761 C
762 C
763 C
764 C
765 C
766 C
767 C
768 C
769 C
770 C
771 C
772 C
773 C
774 C
775 C
776 C
777 C
778 C
779 C
780 C
781 C
782 C
783 C
784 C
785 C
786 C
787 C
788 C
789 C
790 C
791 C
792 C
793 C
794 C
795 C
796 C
797 C
798 C
799 C
800 C
801 C
802 C
803 C
804 C
805 C
806 C
807 C
808 C
809 C
810 C
811 C
812 C
813 C
814 C
815 C
816 C
817 C
818 C
819 C
820 C
821 C
822 C
823 C
824 C
825 C
826 C
827 C
828 C
829 C
830 C
831 C
832 C
833 C
834 C
835 C
836 C
837 C
838 C
839 C
840 C
841 C
842 C
843 C
844 C
845 C
846 C
847 C
848 C
849 C
850 C
851 C
852 C
853 C
854 C
855 C
856 C
857 C
858 C
859 C
860 C
861 C
862 C
863 C
864 C
865 C
866 C
867 C
868 C
869 C
870 C
871 C
872 C
873 C
874 C
875 C
876 C
877 C
878 C
879 C
880 C
881 C
882 C
883 C
884 C
885 C
886 C
887 C
888 C
889 C
890 C
891 C
892 C
893 C
894 C
895 C
896 C
897 C
898 C
899 C
900 C
901 C
902 C
903 C
904 C
905 C
906 C
907 C
908 C
909 C
910 C
911 C
912 C
913 C
914 C
915 C
916 C
917 C
918 C
919 C
920 C
921 C
922 C
923 C
924 C
925 C
926 C
927 C
928 C
929 C
930 C
931 C
932 C
933 C
934 C
935 C
936 C
937 C
938 C
939 C
940 C
941 C
942 C
943 C
944 C
945 C
946 C
947 C
948 C
949 C
950 C
951 C
952 C
953 C
954 C
955 C
956 C
957 C
958 C
959 C
960 C
961 C
962 C
963 C
964 C
965 C
966 C
967 C
968 C
969 C
970 C
971 C
972 C
973 C
974 C
975 C
976 C
977 C
978 C
979 C
980 C
981 C
982 C
983 C
984 C
985 C
986 C
987 C
988 C
989 C
990 C
991 C
992 C
993 C
994 C
995 C
996 C
997 C
998 C
999 C
1000 C

```



```

1  FYPD=0.0
2  FYPD=0.0
3  FYPD=0.0
4  FYPD=0.0
5  FPDH=CONJY(FYDA, FADP)
6  FPDH=CONJL(FYDA, FADP)
7  CALL DPHH (C, V, G)
8  XRTF (C, 16)
9  WRTF (C, 110)
10 XRTF (C, 111)
11 WRTF (C, 111)
12 DO 290 TEL, 6
13 CALL FNSF (F(I, 1), V)
14 FM(I)=(OM/(2.0*1.414*8.854E-10*U(1)))/1000.0
15 WRTF (C, 106)
16 WRTF (C, 112) DUCTH(I), FM(I)
17
18 290 XRTF (C, 104)
19 WRTF (C, 106)
20 WRTF (C, 108)
21 WRTF (C, 109)
22 DO 292 TEL, 30
23 DO 291 I=1, 4
24 A(J)=XPH(I)-XH(J)
25 H(J)=YPH(I)-YH(J)
26 CLA(J)=(YH(J)+YPH(I))
27 CL(J)=(XPH(I)-XH(J))/1.32.0
28 H(J)=(YH(I)-YPH(I))*2.0
29 G(J)=(YH(I)+YPH(I))*2.0
30 GCP(J)=1.0/(2.0*1.414*8.854E-12*(CL(J)+H(J)))
31 HCP(J)=1.0/(2.0*1.414*8.854E-12*(CL(J)+G(J)))
32 AC(J)=(G(J)+H(J))/1000.0
33 BC(J)=(G(J)+H(J))/1000.0
34 CP(J)=(G(J)+H(J))/1000.0
35 FX(J)=(CP(J)+GCP(J))-(AC(J)+BC(J))
36 FY(J)=(HP(J)+GCP(J))-(CP(J)+BC(J))
37 EXPD=FX(J)+FYPH
38 FYPH=FY(J)+FYPH
39
40 291 COMT=0
41 IF (YPH(I), FG, 0) THEN
42 CALL FNSF (FYPH, FVAC)
43 FT(I)=FVAC
44 XRTF (I, 4) XPH(I), YPH(I), FT(I)
45 ELSE
46 ACHE=(REAL(FYPH))*COS(FT(I))+((ATN2G(FYPH))*((ATN2G(FYPH)))
47 HCH=(ATN2G(FYPH))*2.0)-((ATN2G(FYPH))*2.0)-G(READ(NYPU))*
48 *2.0)*((REAL(FYPH))*2.0)
49 CCH=(-1.0)*ACH
50 ANGLORS=((-1.0)*CCH)+SIN((CCH)*2.0)-((-1.0)*ACH+CCH)/
51 *(2.0*ACH)
52 ANGLORS=((-1.0)*FCH)-SIN((CCH)*2.0)-((-1.0)*ACH+CCH)/
53 *(2.0*ACH)
54 ANGLORS=ATAN(ANGLORS)
55 ANGLORS=ATAN(ANGLORS)
56 FTA(I)=SIN(FT(I))*REAL(YPH)+FT(I)*CCH+(A)*COS(FT(I))+COS(
57 *ANGLORS))*2.0+((REAL(FYPH)*SIN(ANGLORS))+CHAL(FYPH)*COS
58 *ANGLORS))*2.0
59 FTR(I)=SIN(FT(I))*((ATN2G(FYPH))*SIN(ANGLORS))+((ATN2G(FYPH))*COS(
60 *ANGLORS))*2.0+((-1.0)*REAL(FYPH)*SIN(ANGLORS))+((AL(FYPH)*COS
61 *ANGLORS))*2.0)
62 IF (FTR(I), FT, 0) THEN
63 FT(I)=FT(I)
64 ELSE
65 FT(I)=FT(I)

```



```

1  IF(1)
2  DO 455 I=1,6
3  TF(I,20,8) THEN
4  TF(I,17,6) THEN
5  ARG(I,1)=ARG(I)+3.0
6  ELSE
7  IF(1,CT,6) THEN
8  ARG(I,1)=ARG(I)-120.0
9  ELSE
10  ARG(I,1)=ARG(I)+120.0
11  ENDIF
12  ENDTF
13  CONTINUE
14 485 CONTINUE
15  DO 486 I=1,6
16  CALL TRANSF(104,ARG(I),CF(I,1))
17  WRITE(4,*) CM,ARG(I),CF(I,1)
18 486 CONTINUE
19  DO 490 I=1,6
20  DO 490 J=1,6
21  IF(1,20,3) THEN
22  UNITR(I,J)=1.0
23  UNITR(J,I)=0.0
24  ELSE
25  UNITR(I,J)=0.0
26  UNITR(J,I)=0.0
27  ENDIF
28  UNITR(I,J)=CM*PRY(UNITR(I,J),UNITR(J,I))
29  CONTINUE
30  WRITE(6,566)ORL
31  DO 500 I=1,6
32  DO 500 J=1,6
33  Y1(I,J)=TF(I,J)+ORL
34  Y2(I,J)=Y1(I,J)*ORL
35  Y3(I,J)=(Y1(I,J)/2.0)+ORL
36 500 CONTINUE
37  CALL DOP (Z12,Y12,Y2)
38  CALL DOP (Z13,Y13,DPR)
39  DO 505 I=1,6
40  DO 505 J=1,6
41  Y2(I,J)=Y2(I,J)/4.0
42 505 CONTINUE
43  DO 506 I=1,6
44  DO 506 J=1,6
45  Y4(I,J)=UNITR(I,J)+Y2(I,J)
46 506 CONTINUE
47  CALL DOP (Y12,Y3,C)
48  DO 510 I=1,6
49  DO 510 J=1,6
50  A(I,J)=UNITR(I,J)+APP(I,J)
51  CONTINUE
52  CALL DOPR (T,CRR,CPRR)
53  CALL DOPR (T,V2,VPR2)
54  CALL DOPR (A,VPR,VSP)
55  CALL DOPR (Z12,CRR,CSP)
56  CALL DOPR (C,VPR,VSPR)
57  CALL DOPR (A,CRR,VSPR)
58  DO 525 I=1,6
59  VSP(I,1)=VSP(I,1)+CRR(I,1)
60  CSR(I,1)=VSPR(I,1)+CSPR(I,1)
61 525 CONTINUE
62  CALL DOP (T,VSP,VSO)

```

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62

```

1 CALL TRANS (CS(I),CSR(I))
2 DO 526 I=1,6
3 CALL TRANS (VSR(I),VSR(I))
4 CALL TRANS (CSR(I),CSR(I))
5 CALL TRANS (VSR(I),VSR(I))
6
7 526 CONTINUE
8 WRITE (6,*) 'VOLTAGE DE RECEPCION EN CADA FASE:'
9 WRITE (6,*) '(V)'
10 WRITE (6,527)
11 WRITE (6,527)
12 WRITE (6,527)
13 WRITE (6,527)
14 WRITE (6,527)
15 DO 527 I=1,6
16 ANGT(I)=2*PI*(I-1)*CSR(I),REAL(VSR(I))
17 WRITE (6,*) VSR,ANG(I),VSR(I)
18 CONTINUE
19 527 CONTINUE
20 WRITE (6,*) 'VOLTAGE DE ENVIO EN CADA FASE:'
21 WRITE (6,*) '(V)'
22 WRITE (6,*)
23 WRITE (6,528)
24 WRITE (6,528)
25 WRITE (6,528)
26 WRITE (6,528)
27 DO 528 I=1,6
28 CALL TRANS (CSR(I),CSR(I))
29 ANGT(I)=2*PI*(I-1)*CSR(I),REAL(VSR(I))
30 WRITE (6,*) CSR,ANG(I),CSR(I)
31 CONTINUE
32 WRITE (6,*)
33 WRITE (6,529)
34 WRITE (6,*) '(COMPONENTE DE ENVIO EN CADA FASE:'
35 WRITE (6,*) '(A)'
36 WRITE (6,*)
37 WRITE (6,530)
38 WRITE (6,530)
39 WRITE (6,530)
40 WRITE (6,530)
41 DO 531 I=1,6
42 ANGT(I)=2*PI*(I-1)*CSR(I),REAL(CSR(I))
43 CALL TRANS (CSR(I),CSR(I))
44 WRITE (6,*) CSR,ANG(I),CSR(I)
45 CONTINUE
46 532 CONTINUE
47 WRITE (6,*) 'MAGNITUD DE LA'
48 WRITE (6,*) 'COMPONENTE DE RECEPCION EN CADA FASE:'
49 WRITE (6,*) 'EN COMPONENTES SIMETRICAS.(A)'
50 DO 533 I=1,6
51 WRITE (6,*) CSRR(I)
52 CONTINUE
53 533 CONTINUE
54 WRITE (6,*) 'MAGNITUD DE LA'
55 WRITE (6,*) 'COMPONENTE DE ENVIO EN CADA FASE:'
56 WRITE (6,*) 'EN COMPONENTES SIMETRICAS.(A)'
57 WRITE (6,*)
58 DO 54 I=1,6
59 WRITE (6,*) CSMA(I)
60 CONTINUE
61 534 CONTINUE
62 WRITE (6,*) 'FACTORES DE Desequilibrio'
63 WRITE (6,*) 'DE LOS COMPONENTES Y SIMETRICOS'
64 WRITE (6,*)

```

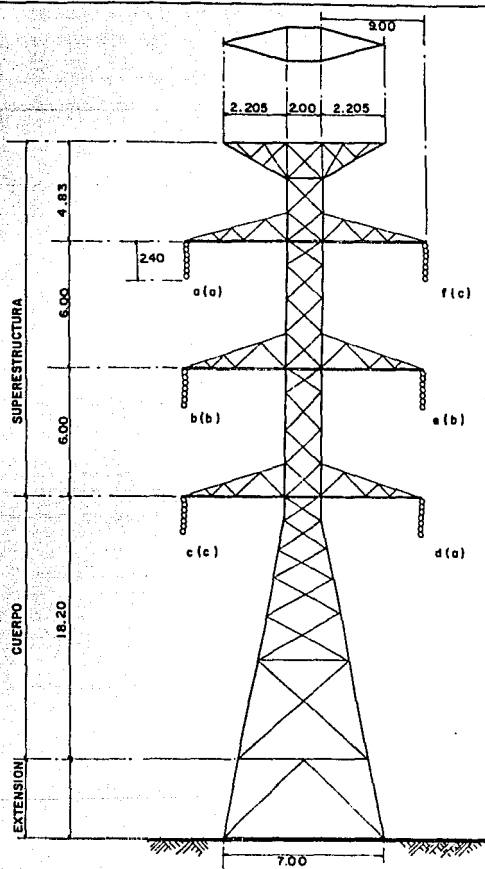
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64

```

0 13 510 I=1.0
1  CS(1)=(CS*W(1,1)/CSPAC(2,1)))*100.0
2  CPH(1)=(CPH*W(1,1)/CSPAC(2,1)))*100.0
3  CPT(1)=(CPT*W(1,1)/CSPAC(1,1)))*100.0
4  CONTINUE
5  540 CONTINUE
6  540 CPH=1/(1.0-F10.2)
7  570 FORMAT(15X,F10.2,5X,F10.2)
8  585 FORMAT(1X,5(1,2))
9  587 FORMAT(1X,(MAGNITUDE),17X,'ANGULO',9X,'COMPONENTES')
10 588 FORMAT(1X,'DC',15X,'25X',10F10.2)
11 590 FORMAT(1X,(CORRECTIVE),21X,'CORRIENTES')
12 591 FORMAT(1X,(CORRECTIVE),21X,'CORRIENTES')
13 601 FORMAT(1X,(DEFI. 28X,(DEFI. 1))
14 602 DEF 1(1X,'VOLTAGE',23X,'VOLTAGE')
15 603 FORMAT(1X,'VOLTAGE',23X,'VOLTAGE')
16 604
17 605
18 606
19 607
20 608
21 609
22 610
23 611
24 612
25 613
26 614
27 615
28 616
29 617
30 618
31 619
32 620
33 621
34 622
35 623
36 624
37 625
38 626
39 627
40 628
41 629
42 630
43 631
44 632
45 633
46 634
47 635
48 636
49 637
50 638
51 639
52 640
53 641
54 642
55 643
56 644
57 645
58 646
59 647
60 648
61 649
62 650
63 651
64 652
65 653
66 654
67 655
68 656
69 657
70 658
71 659
72 660
73 661
74 662
75 663
76 664
77 665
78 666
79 667
80 668
81 669
82 670
83 671
84 672
85 673
86 674
87 675
88 676
89 677
90 678
91 679
92 680
93 681
94 682
95 683
96 684
97 685
98 686
99 687
100 688
101 689
102 690
103 691
104 692
105 693
106 694
107 695
108 696
109 697
110 698
111 699
112 700
113 701
114 702
115 703
116 704
117 705
118 706
119 707
120 708
121 709
122 710
123 711
124 712
125 713
126 714
127 715
128 716
129 717
130 718
131 719
132 720
133 721
134 722
135 723
136 724
137 725
138 726
139 727
140 728
141 729
142 730
143 731
144 732
145 733
146 734
147 735
148 736
149 737
150 738
151 739
152 740
153 741
154 742
155 743
156 744
157 745
158 746
159 747
160 748
161 749
162 750
163 751
164 752
165 753
166 754
167 755
168 756
169 757
170 758
171 759
172 760
173 761
174 762
175 763
176 764
177 765
178 766
179 767
180 768
181 769
182 770
183 771
184 772
185 773
186 774
187 775
188 776
189 777
190 778
191 779
192 780
193 781
194 782
195 783
196 784
197 785
198 786
199 787
200 788
201 789
202 790
203 791
204 792
205 793
206 794
207 795
208 796
209 797
210 798
211 799
212 800
213 801
214 802
215 803
216 804
217 805
218 806
219 807
220 808
221 809
222 810
223 811
224 812
225 813
226 814
227 815
228 816
229 817
230 818
231 819
232 820
233 821
234 822
235 823
236 824
237 825
238 826
239 827
240 828
241 829
242 830
243 831
244 832
245 833
246 834
247 835
248 836
249 837
250 838
251 839
252 840
253 841
254 842
255 843
256 844
257 845
258 846
259 847
260 848
261 849
262 850
263 851
264 852
265 853
266 854
267 855
268 856
269 857
270 858
271 859
272 860
273 861
274 862
275 863
276 864
277 865
278 866
279 867
280 868
281 869
282 870
283 871
284 872
285 873
286 874
287 875
288 876
289 877
290 878
291 879
292 880
293 881
294 882
295 883
296 884
297 885
298 886
299 887
300 888
301 889
302 890
303 891
304 892
305 893
306 894
307 895
308 896
309 897
310 898
311 899
312 900
313 901
314 902
315 903
316 904
317 905
318 906
319 907
320 908
321 909
322 910
323 911
324 912
325 913
326 914
327 915
328 916
329 917
330 918
331 919
332 920
333 921
334 922
335 923
336 924
337 925
338 926
339 927
340 928
341 929
342 930
343 931
344 932
345 933
346 934
347 935
348 936
349 937
350 938
351 939
352 940
353 941
354 942
355 943
356 944
357 945
358 946
359 947
360 948
361 949
362 950
363 951
364 952
365 953
366 954
367 955
368 956
369 957
370 958
371 959
372 960
373 961
374 962
375 963
376 964
377 965
378 966
379 967
380 968
381 969
382 970
383 971
384 972
385 973
386 974
387 975
388 976
389 977
390 978
391 979
392 980
393 981
394 982
395 983
396 984
397 985
398 986
399 987
400 988
401 989
402 990
403 991
404 992
405 993
406 994
407 995
408 996
409 997
410 998
411 999
412 1000

```


1:6



LA IDENTIFICACION DE FASE PARA EL CONDUCTOR CORRESPONDE A LA OPERACION TRIFASICA PARA LA LETRA DENTRO DEL PARENTESIS Y OPERACION HEXAFASICA PARA LA LETRA FUERA DEL PARENTESIS.

ACOT. EN M.

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: TORRE DE TRANSMISION			
XY (84) C.F.E.			
FIGURA No.	ESCALA:	FECHA: 1988	

1	00.00	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	2.1500	35.00	0.0000	0.0000	3.30507
10	2.1500	35.00	0.0000	0.0000	3.30507
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
16	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
17	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
18	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
19	0.0	0.000	0.0	0.0	
20	0.0	0.000	0.0	0.0	
21	0.0	0.000	0.0	0.0	
22	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
23	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
24	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
26	0.0	0.000	0.0	0.0	
27	0.0	0.000	0.0	0.0	
28	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
29	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
31	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
32	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
33	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
34	0.0	0.000	0.0	0.0	
35	0.0	0.000	0.0	0.0	
36	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
37	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
38	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
39	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
40	0.0	0.000	0.0	0.000	
41	0.0	0.000	0.0	0.000	
42	1.0	0.000	1.0000	0.0000	
43	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
44	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
45	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
46	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
47	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
48	48.27				
49	81.17				
50	80.46				
51	2300.0				
52	-11500.0	-100185.0			
53	-11500.0	-100185.0			
54	23000.0	0.000			
55	-11500.0	-100185.0			
56	-11500.0	-100185.0			
57	-0.00	27.00			
58	-0.00	21.00			
59	-0.00	15.00			
60	0.00	11.00			
61	0.00	7.00			
62	0.00	3.00			
63	0.00	0.00			
64	0.00	0.00			
65	0.00	0.00			
66	0.00	0.00			
67	0.00	0.00			
68	0.00	0.00			
69	0.00	0.00			
70	0.00	0.00			
71	0.00	0.00			
72	0.00	0.00			
73	0.00	0.00			
74	0.00	0.00			
75	0.00	0.00			
76	0.00	0.00			
77	0.00	0.00			
78	0.00	0.00			
79	0.00	0.00			
80	0.00	0.00			
81	0.00	0.00			
82	0.00	0.00			
83	0.00	0.00			
84	0.00	0.00			
85	0.00	0.00			
86	0.00	0.00			
87	0.00	0.00			
88	0.00	0.00			
89	0.00	0.00			
90	0.00	0.00			
91	0.00	0.00			
92	0.00	0.00			
93	0.00	0.00			
94	0.00	0.00			
95	0.00	0.00			
96	0.00	0.00			
97	0.00	0.00			
98	0.00	0.00			
99	0.00	0.00			
100	0.00	0.00			

1	2.2	1.2
2	2.2	1.2
3	1.3	1.2
4	1.7	1.2
5	1.7	1.2
6	1.7	1.2
7	1.27	1.2
8	1.11	1.2
9	0.95	1.2
10	0.6	1.2
11	0.54	1.2
12	0.65	1.2
13	0.65	1.2
14	0.65	1.2
15	0.65	1.2
16	0.65	1.2
17	0.65	1.2
18	0.65	1.2
19	0.65	1.2
20	0.65	1.2
21	0.65	1.2
22	0.65	1.2
23	0.65	1.2
24	0.65	1.2
25	0.65	1.2
26	0.65	1.2
27	0.65	1.2
28	0.65	1.2
29	0.65	1.2
30	0.65	1.2
31	0.65	1.2
32	0.65	1.2
33	0.65	1.2
34	0.65	1.2
35	0.65	1.2
36	0.65	1.2
37	0.65	1.2
38	0.65	1.2
39	0.65	1.2
40	0.65	1.2
41	0.65	1.2
42	0.65	1.2
43	0.65	1.2
44	0.65	1.2
45	0.65	1.2
46	0.65	1.2
47	0.65	1.2
48	0.65	1.2
49	0.65	1.2
50	0.65	1.2
51	0.65	1.2
52	0.65	1.2
53	0.65	1.2
54	0.65	1.2
55	0.65	1.2
56	0.65	1.2
57	0.65	1.2
58	0.65	1.2
59	0.65	1.2
60	0.65	1.2
61	0.65	1.2
62	0.65	1.2
63	0.65	1.2
64	0.65	1.2
65	0.65	1.2
66	0.65	1.2
67	0.65	1.2
68	0.65	1.2
69	0.65	1.2
70	0.65	1.2
71	0.65	1.2
72	0.65	1.2
73	0.65	1.2
74	0.65	1.2
75	0.65	1.2
76	0.65	1.2
77	0.65	1.2
78	0.65	1.2
79	0.65	1.2
80	0.65	1.2
81	0.65	1.2
82	0.65	1.2
83	0.65	1.2
84	0.65	1.2
85	0.65	1.2
86	0.65	1.2
87	0.65	1.2
88	0.65	1.2
89	0.65	1.2
90	0.65	1.2
91	0.65	1.2
92	0.65	1.2
93	0.65	1.2
94	0.65	1.2
95	0.65	1.2
96	0.65	1.2
97	0.65	1.2
98	0.65	1.2
99	0.65	1.2
100	0.65	1.2

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63

MATRIX OF CAPACITANCE (COULOMB / KV)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.155E-07	-1.175E-05	-2.209E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-1.175E-08	0.157E-07	-1.175E-06
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-2.209E-06	-1.175E-06	0.155E-07

MATRIX OF ADMITTANCE (SIEMENS/KM)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.585E-05	-1.142E-05	-1.142E-05
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-1.142E-05	0.585E-05	-1.142E-05
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-1.142E-06	-1.142E-05	0.585E-05

MATRIX OF ADMITTANCE PARALELO (COMP. CAPACITIVAS)
(SIEMENS/KM)

0.000E+00	-1.56E-06	0.150E-06
0.347E-05	0.900E-07	0.900E-07
0.156E-06	-5.68E-13	0.368E-06
0.900E-07	0.719E-05	-2.74E-06
-1.56E-06	-3.58E-06	0.565E-14
0.900E-07	-2.24E-06	0.708E-05

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63

PARAMETROS DE LA LÍNEA PARA EL CASO DE ANSUELOS:

ZPE 7.711.200.3 FASES (00E/KM) (0.173350E+09, 0.333300E+09, 0.333300E+09) (0.3216157E+09, 0.2616388E+09, 0.2616388E+09)
 (2.452000E+09, 0.332711E+09) (0.3216157E+09, 0.17325E+09)
 PP.PH. (00E/KM) (0.000000E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
 (0.000000E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
 CP.CH. (00E/KM) (0.000000E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
 (0.000000E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
 YPE.YM.Y14.Y00.3 FASES. (S(EMENS/KM)) (0.000000E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
 (0.000000E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
 (0.000000E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)

POTENCIA CAPACITANCIA: (4): 291000720.00
 CAPACIDAD DE TRANSMISION: VA1: 99500216.00

LONGITUD (KM)	VOLT (KV)	POTENCIA (MW)	CAPACIDAD (KVAR)	EFICACIA (%)
10.0000	0.3019774	1.2925417E+10	1345410	99.04417
32.1000	0.8144816	6.3399511E+09	2691168	99.17028
48.2700	1.167495	4.210903E+09	4037700	99.05914
64.3700	1.492282	3.2016397E+09	5386436	98.74751
80.4600	2.710713	2.5701897E+09	6735472	98.03381

CONDICION: 51 AN. DE
S. P. E. T. I. L. (V. 5)

A	12208.97
B	12241.21
C	12312.14
D	12312.14
E	12911.21
F	12264.94

X	Y	GRADIENTE DE TIFRA (KV/V):
2.290000	0.000000E+00	453.5069
2.620000	1.570000	255.2187
1.000000	1.450000	544.5152
1.780000	1.470000	721.5129
1.620000	6.100000	951.1098
1.220000	7.120000	1713.127
1.270000	9.140000	1497.971
1.000000	10.870000	1180.254
0.9500000	12.190000	2017.737
0.9500000	13.720000	2101.479
0.9500000	15.240000	2142.300
0.9500000	16.760000	1921.805
0.9500000	18.280000	1530.597
0.9500000	19.800000	1143.143
0.9500000	21.320000	474.6223
0.9500000	22.840000	216.3914
0.9500000	24.360000	1722.249
0.9500000	25.880000	1410.044
0.0000000E+00	27.400000	2150.571
2.720000	27.820000	2031.012
0.0000000E+00	0.0000000E+00	323.2512
1.050000	0.0000000E+00	525.0332
6.100000	0.0000000E+00	834.0974
9.120000	0.0000000E+00	1331.177
12.140000	0.0000000E+00	1561.154
15.240000	0.0000000E+00	927.0333
18.280000	0.0000000E+00	745.2515
21.320000	0.0000000E+00	440.5481
24.360000	0.0000000E+00	307.5267
27.400000	0.0000000E+00	210.1045

PERDIDAS POR EFECTO CORONA

PRESSION (CM. HG)	TEMPERATURA (C)	FACTOR DE COR.	GRADIENTE (C/CM)	PERDIDAS (C/G/S)
76.20000	21.11000	0.1000000	7.502000	1560.251
76.20000	21.11000	0.2000000	5.184001	865.5361
76.20000	21.11000	0.3000000	7.771001	300.9151
76.20000	21.11000	0.4000000	10.36800	72.72817
76.20000	21.11000	0.5000000	12.96000	0.000000E+00
76.20000	21.11000	0.6000000	15.55200	0.000000E+00
76.20000	21.11000	0.7000000	18.14400	0.000000E+00
76.20000	21.11000	0.8000000	20.73600	0.000000E+00
76.20000	21.11000	0.9000000	23.32800	0.000000E+00

234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

CORRIENTE DE RECEPCION EN CADA FASE
(A)

MAGNITUD DE LA CORRIENTE (AMPERES)	ANGULO	COMPONENTES DE LA CORRIENTE (AMPERES)
1066.843	0.0000000E+00	(1066.843, 0.0000000E+00)
1066.843	-120.0000	(-533.3291, -921.3117)
1066.843	-240.0000	(-533.4881, 921.8757)
1066.843	-360.0000	(1066.843, 0.1127343)
1066.843	-480.0000	(-533.7921, -922.9977)
1066.843	-600.0000	(-533.5637, 923.8153)
68.00		

VOLTAJE DE RECEPCION EN CADA FASE:
(V)

MAGNITUD DEL VOLTAJE (VOLTS)	ANGULO	COMPONENTES DEL VOLTAJE (VOLTS)
132790.6	0.0000000E+00	(132790.6, 0.0000000E+00)
132790.6	-2.094395	(-66325.25, -115000.6)
132790.6	2.094395	(-66398.78, 115000.18)
132790.6	0.0000000E+00	(132790.6, 0.0000000E+00)
132790.6	-2.094395	(-66398.78, -115000.0)
132790.6	2.094395	(-66395.22, 115000.6)

VOLTAJE DE ENVIO EN CADA FASE:
(V)

MAGNITUD DEL VOLTAJE (VOLTS)	ANGULO	COMPONENTES DEL VOLTAJE (VOLTS)
143081.8	0.2407100	(139986.5, 34409.70)
139844.4	-1.654485	(-39136.38, -134259.1)
137051.4	2.345964	(-95018.08, 97897.94)
143053.2	0.2407100	(134922.8, 33126.91)
139878.7	-1.654610	(-39158.82, -134234.4)
137081.4	2.345901	(-95923.07, 97021.8)

CORRIENTE DE ENVIO EN CADA FASE:
(A)

MAGNITUD DE LA CORRIENTE (AMPERES)	ANGULO	COMPONENTES DE LA CORRIENTE (AMPERES)
1060.518	2.9651966E-02	(1060.052, 31.44183)
1063.694	-2.062743	(-522.8682, -937.1713)
1065.687	2.124650	(-560.8178, 906.3711)
1060.548	3.0014381E-02	(1060.073, 31.82543)
1063.471	-2.062826	(-522.4066, -937.3182)
1065.614	2.124500	(-560.8537, 906.3511)

1	80.0	100.00	2.0000	0.0000	0.0000
2	0.040	27.20	0.0180	0.0150	-0.2000
3	0.040	21.20	0.0180	0.0150	-0.2000
4	0.040	15.20	0.0180	0.0150	-0.2000
5	0.040	9.20	0.0180	0.0150	-0.2000
6	0.040	3.20	0.0180	0.0150	-0.2000
7	0.040	27.20	0.0180	0.01480	-0.0000
8	2.130	35.03	0.0044	0.00357	-1.30501
9	2.130	35.03	0.0044	0.00057	1.30502
10	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
13	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
14	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
15	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
16	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
17	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
18	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
19	-1.0	-0.000	-1.0	0.000	
20	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
21	0.5	0.266	0.5	-0.266	
22	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
23	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
24	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
25	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
26	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
27	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
28	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
29	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
30	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
31	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
32	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
33	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
34	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
35	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
36	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
37	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
38	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
39	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
40	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
41	0.5	0.266	0.5	-0.266	
42	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
43	-1.0	-0.000	-1.0000	0.0000	
44	-0.5	-0.266	-0.5	0.266	
45	0.5	0.266	0.5	-0.266	
46	147700000	2100000	10000	12500	
47	16.00				
48	32.18				
49	48.27				
50	64.37				
51	80.46				
52	210000.0	0.00			
53	115000.0	-100185.0			
54	-115000.0	100185.0			
55	-230000.0	0.00			
56	-115000.0	100185.0			
57	115000.0	-100185.0			
58	-10.0	27.20			
59	-10.0	21.20			
60	-10.0	15.20			
61	-10.0	9.20			
62	-10.0	3.20			
63	10.0	27.20			

DATOS DEL SISTEMA:						
VOLTAJE A TIPO DEL SISTEMA: 23000.00						
NUMERO DE FASES: 3						
NUMERO DE CABLES: 3						
1 SUBCONDUCTOR POR FASE						
RESISTIVIDAD DEL TERREO: 100.0						
FRECUENCIA: 60.0						
DATOS DE LOS CONDUCTORES Y CONFIGURACION DE LA LINEA:						
CONDUCTOR	DISTANCIA HORIZ. AL CENTRO DE LA LINEA	ALTURA CENTRO	RADIO (")	RGC (OH/MI)	RESIST. (OH/MI)	
A	-10.00	27.80	0.180	0.145900	0.049	
B	-10.00	27.80	0.180	0.145900	0.049	
C	-10.00	15.80	0.180	0.145900	0.049	
T	10.00	15.80	0.180	0.145900	0.049	
F	10.00	27.80	0.180	0.145900	0.049	
E	10.00	27.80	0.180	0.145900	0.049	
G1	-3.31	38.03	0.043	0.008700	2.130	
G2	3.31	38.03	0.043	0.008700	2.130	

MATRIZ DE COEFICIENTES (0.024784)

15	0.156E+00	0.102E+00	0.484E-01	0.484E-01	0.102E+00	0.106E+00
16	0.763E+00	0.313E+00	0.265E+00	0.210E+00	0.219E+00	0.219E+00
17						
18	0.102E+00	0.137E+00	0.750E-01	0.649E-01	0.442E-01	0.102E+00
19	0.313E+00	0.771E+00	0.370E+00	0.727E+00	0.726E+00	0.7219E+00
20						
21	0.986E-01	0.950E-01	0.141E+00	0.919E-01	0.949E-01	0.984E-01
22	0.265E+00	0.370E+00	0.775E+00	0.733E+00	0.228E+00	0.214E+00
23						
24	0.984E-01	0.949E-01	0.141E+00	0.111E+00	0.450E-01	0.984E-01
25	0.214E+00	0.226E+00	0.233E+00	0.777E+00	0.729E+00	0.226E+00
26						
27	0.102E+00	0.482E-01	0.444E-01	0.950E-01	0.147E+00	0.102E+00
28	0.219E+00	0.226E+00	0.270E+00	0.270E+00	0.271E+00	0.113E+00
29						
30	0.102E+00	0.137E+00	0.750E-01	0.649E-01	0.102E+00	0.102E+00
31	0.219E+00	0.219E+00	0.214E+00	0.265E+00	0.213E+00	0.253E+00
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

MATRIZ DE COEFICIENTES (0.024784)

42	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
43	0.136E+00	0.310E+00	0.150E+00	0.278E+00	0.100E+00	0.118E+00
44						
45	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
46	0.317E+00	0.136E+00	0.297E+00	0.463E+00	0.112E+00	0.109E+00
47						
48	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
49	0.150E+00	0.247E+00	0.132E+00	0.300E+00	0.063E+00	0.478E+00
50						
51	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
52	0.875E+00	0.963E+00	0.463E+00	0.132E+00	0.297E+00	0.149E+00
53						
54	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
55	0.104E+00	0.112E+00	0.030E+00	0.287E+00	0.140E+00	0.217E+00
56						
57	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
58	0.116E+00	0.109E+00	0.675E+00	0.189E+00	0.317E+00	0.136E+00
59						
60						
61						
62						
63						

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100
 101
 102
 103
 104
 105
 106
 107
 108
 109
 110
 111
 112
 113
 114
 115
 116
 117
 118
 119
 120
 121
 122
 123
 124
 125
 126
 127
 128
 129
 130
 131
 132
 133
 134
 135
 136
 137
 138
 139
 140
 141
 142
 143
 144
 145
 146
 147
 148
 149
 150
 151
 152
 153
 154
 155
 156
 157
 158
 159
 160
 161
 162
 163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200
 201
 202
 203
 204
 205
 206
 207
 208
 209
 210
 211
 212
 213
 214
 215
 216
 217
 218
 219
 220
 221
 222
 223
 224
 225
 226
 227
 228
 229
 230
 231
 232
 233
 234
 235
 236
 237
 238
 239
 240
 241
 242
 243
 244
 245
 246
 247
 248
 249
 250
 251
 252
 253
 254
 255
 256
 257
 258
 259
 260
 261
 262
 263
 264
 265
 266
 267
 268
 269
 270
 271
 272
 273
 274
 275
 276
 277
 278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287
 288
 289
 290
 291
 292
 293
 294
 295
 296
 297
 298
 299
 300
 301
 302
 303
 304
 305
 306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326
 327
 328
 329
 330
 331
 332
 333
 334
 335
 336
 337
 338
 339
 340
 341
 342
 343
 344
 345
 346
 347
 348
 349
 350
 351
 352
 353
 354
 355
 356
 357
 358
 359
 360
 361
 362
 363
 364
 365
 366
 367
 368
 369
 370
 371
 372
 373
 374
 375
 376
 377
 378
 379
 380
 381
 382
 383
 384
 385
 386
 387
 388
 389
 390
 391
 392
 393
 394
 395
 396
 397
 398
 399
 400
 401
 402
 403
 404
 405
 406
 407
 408
 409
 410
 411
 412
 413
 414
 415
 416
 417
 418
 419
 420
 421
 422
 423
 424
 425
 426
 427
 428
 429
 430
 431
 432
 433
 434
 435
 436
 437
 438
 439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452
 453
 454
 455
 456
 457
 458
 459
 460
 461
 462
 463
 464
 465
 466
 467
 468
 469
 470
 471
 472
 473
 474
 475
 476
 477
 478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486
 487
 488
 489
 490
 491
 492
 493
 494
 495
 496
 497
 498
 499
 500
 501
 502
 503
 504
 505
 506
 507
 508
 509
 510
 511
 512
 513
 514
 515
 516
 517
 518
 519
 520
 521
 522
 523
 524
 525
 526
 527
 528
 529
 530
 531
 532
 533
 534
 535
 536
 537
 538
 539
 540
 541
 542
 543
 544
 545
 546
 547
 548
 549
 550
 551
 552
 553
 554
 555
 556
 557
 558
 559
 560
 561
 562
 563
 564
 565
 566
 567
 568
 569
 570
 571
 572
 573
 574
 575
 576
 577
 578
 579
 580
 581
 582
 583
 584
 585
 586
 587
 588
 589
 590
 591
 592
 593
 594
 595
 596
 597
 598
 599
 600
 601
 602
 603
 604
 605
 606
 607
 608
 609
 610
 611
 612
 613
 614
 615
 616
 617
 618
 619
 620
 621
 622
 623
 624
 625
 626
 627
 628
 629
 630
 631
 632
 633
 634
 635
 636
 637
 638
 639
 640
 641
 642
 643
 644
 645
 646
 647
 648
 649
 650
 651
 652
 653
 654
 655
 656
 657
 658
 659
 660
 661
 662
 663
 664
 665
 666
 667
 668
 669
 670
 671
 672
 673
 674
 675
 676
 677
 678
 679
 680
 681
 682
 683
 684
 685
 686
 687
 688
 689
 690
 691
 692
 693
 694
 695
 696
 697
 698
 699
 700
 701
 702
 703
 704
 705
 706
 707
 708
 709
 710
 711
 712
 713
 714
 715
 716
 717
 718
 719
 720
 721
 722
 723
 724
 725
 726
 727
 728
 729
 730
 731
 732
 733
 734
 735
 736
 737
 738
 739
 740
 741
 742
 743
 744
 745
 746
 747
 748
 749
 750
 751
 752
 753
 754
 755
 756
 757
 758
 759
 760
 761
 762
 763
 764
 765
 766
 767
 768
 769
 770
 771
 772
 773
 774
 775
 776
 777
 778
 779
 780
 781
 782
 783
 784
 785
 786
 787
 788
 789
 790
 791
 792
 793
 794
 795
 796
 797
 798
 799
 800
 801
 802
 803
 804
 805
 806
 807
 808
 809
 810
 811
 812
 813
 814
 815
 816
 817
 818
 819
 820
 821
 822
 823
 824
 825
 826
 827
 828
 829
 830
 831
 832
 833
 834
 835
 836
 837
 838
 839
 840
 841
 842
 843
 844
 845
 846
 847
 848
 849
 850
 851
 852
 853
 854
 855
 856
 857
 858
 859
 860
 861
 862
 863
 864
 865
 866
 867
 868
 869
 870
 871
 872
 873
 874
 875
 876
 877
 878
 879
 880
 881
 882
 883
 884
 885
 886
 887
 888
 889
 890
 891
 892
 893
 894
 895
 896
 897
 898
 899
 900
 901
 902
 903
 904
 905
 906
 907
 908
 909
 910
 911
 912
 913
 914
 915
 916
 917
 918
 919
 920
 921
 922
 923
 924
 925
 926
 927
 928
 929
 930
 931
 932
 933
 934
 935
 936
 937
 938
 939
 940
 941
 942
 943
 944
 945
 946
 947
 948
 949
 950
 951
 952
 953
 954
 955
 956
 957
 958
 959
 960
 961
 962
 963
 964
 965
 966
 967
 968
 969
 970
 971
 972
 973
 974
 975
 976
 977
 978
 979
 980
 981
 982
 983
 984
 985
 986
 987
 988
 989
 990
 991
 992
 993
 994
 995
 996
 997
 998
 999
 1000
 1001
 1002
 1003
 1004
 1005
 1006
 1007
 1008
 1009
 1010
 1011
 1012
 1013
 1014
 1015
 1016
 1017
 1018
 1019
 1020
 1021
 1022
 1023
 1024
 1025
 1026
 1027
 1028
 1029
 1030
 1031
 1032
 1033
 1034
 1035
 1036
 1037
 1038
 1039
 1040
 1041
 1042
 1043
 1044
 1045
 1046
 1047
 1048
 1049
 1050
 1051
 1052
 1053
 1054
 1055
 1056
 1057
 1058
 1059
 1060
 1061
 1062
 1063
 1064
 1065
 1066
 1067
 1068
 1069
 1070
 1071
 1072
 1073
 1074
 1075
 1076
 1077
 1078
 1079
 1080
 1081
 1082
 1083
 1084
 1085
 1086
 1087
 1088
 1089
 1090
 1091
 1092
 1093
 1094
 1095
 1096
 1097
 1098
 1099
 1100
 1101
 1102
 1103
 1104
 1105
 1106
 1107
 1108
 1109
 1110
 1111
 1112
 1113
 1114
 1115
 1116
 1117
 1118
 1119
 1120
 1121
 1122
 1123
 1124
 1125
 1126
 1127
 1128
 1129
 1130
 1131
 1132
 1133
 1134
 1135
 1136
 1137
 1138
 1139
 1140
 1141
 1142
 1143
 1144
 1145
 1146
 1147
 1148
 1149
 1150
 1151
 1152
 1153
 1154
 1155
 1156
 1157
 1158
 1159
 1160
 1161
 1162
 1163
 1164
 1165
 1166
 1167
 1168
 1169
 1170
 1171
 1172
 1173
 1174
 1175
 1176
 1177
 1178
 1179
 1180
 1181
 1182
 1183
 1184
 1185
 1186
 1187
 1188
 1189
 1190
 1191
 1192
 1193
 1194
 1195
 1196
 1197
 1198
 1199
 1200
 1201
 1202
 1203
 1204
 1205
 1206
 1207
 1208
 1209
 1210
 1211
 1212
 1213
 1214
 1215
 1216
 1217
 1218
 1219
 1220
 1221
 1222
 1223
 1224
 1225
 1226
 1227
 1228
 1229
 1230
 1231
 1232
 1233
 1234
 1235
 1236
 1237
 1238
 1239
 1240
 1241
 1242
 1243
 1244
 1245
 1246
 1247
 1248
 1249
 1250
 1251
 1252
 1253
 1254
 1255
 1256
 1257
 1258
 1259
 1260
 1261
 1262
 1263
 1264
 1265
 1266
 1267
 1268
 1269
 1270
 1271
 1272
 1273
 1274
 1275
 1276
 1277
 1278
 1279
 1280
 1281
 1282
 1283
 1284
 1285
 1286
 1287
 1288
 1289
 1290
 1291
 1292
 1293
 1294
 1295
 1296
 1297
 1298
 1299
 1300
 1301
 1302
 1303
 1304
 1305
 1306
 1307
 1308
 1309
 1310
 1311
 1312
 1313
 1314
 1315
 1316
 1317
 1318
 1319
 1320
 1321
 1322
 1323
 1324
 1325
 1326
 1327
 1328
 1329
 1330
 1331
 1332
 1333
 1334
 1335
 1336
 1337
 1338
 1339
 1340
 1341
 1342
 1343
 1344
 1345
 1346
 1347
 1348
 1349
 1350
 1351
 1352
 1353
 1354
 1355
 1356
 1357
 1358
 1359
 1360
 1361
 1362
 1363
 1364
 1365
 1366
 1367
 1368
 1369
 1370
 1371
 1372
 1373
 1374
 1375
 1376
 1377
 1378
 1379
 1380
 1381
 1382
 1383
 1384
 1385
 1386
 1387
 1388
 1389
 1390
 1391
 1392
 1393
 1394
 1395
 1396
 1397
 1398
 1399
 1400
 1401
 1402
 1403
 1404
 1405
 1406
 1407
 1408
 1409
 1410
 1411
 1412
 1413
 1414
 1415
 1416
 1417
 1418
 1419
 1420
 1421
 1422
 1423
 1424
 1425
 1426
 1427
 1428
 1429
 1430
 1431
 1432
 1433
 1434
 1435
 1436
 1437
 1438
 1439
 1440
 1441
 1442
 1443
 1444
 1445
 1446
 1447
 1448
 1449
 1450
 1451
 1452
 1453
 1454
 1455
 1456
 1457
 1458
 1459
 1460
 1461
 1462
 1463
 1464
 1465
 1466
 1467
 1468
 1469
 1470
 1471
 1472
 1473
 1474
 1475
 1476
 1477
 1478
 1479
 1480
 1481
 1482
 1483
 1484
 1485
 1486
 1487
 1488
 1489
 1490
 1491
 1492
 1493
 1494
 1495
 14

PARAMETROS DE LA LINEA PARA EL CASO TRANSURSTI:

ZPE.ZE (OHM/KM) (0.147046E+00,0.770170E) (0.0540167E+02,0.252950E)
 ZII.ZOO (OHM/KM) (4.0366474E+02,1.517211E) (0.6400247E,2.63496E)
 PP.PV. (OHM/KM) (0.000000E+00,1.444444E+00) (0.000000E+00,1.0733049E+07)
 C.E. (S) (0.000000E+00,0.0515266E+09) (0.000000E+00,-6.9065798E+10)
 YPE.YV. (S) (0.000000E+00,3.0353513E+06) (0.000000E+00,-2.6037247E+07)
 YII.YOO. (S) (0.000000E+00,3.2952337E+06) (0.000000E+00,1.7334988E+06)

POTENCIA CARACTERISTICA (S)	CAPACIDAD DE TRANSISTION (VAL)	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA
(KW)	(MVA)	(MVA)	(MVA)	(MVA)	(MVA)
16.04000	0.442445	3.1519621E+10	3.1519621E+10	3.1519621E+10	3.1519621E+10
32.14000	1.031030	1.7359243E+10	1.7359243E+10	1.7359243E+10	1.7359243E+10
48.27000	1.771379	1.1551492E+10	1.1551492E+10	1.1551492E+10	1.1551492E+10
64.37000	2.657826	8.8065311E+09	8.8065311E+09	8.8065311E+09	8.8065311E+09
80.46000	3.691113	7.1073421E+09	7.1073421E+09	7.1073421E+09	7.1073421E+09

CONTRATO:	CONDICIONES:	GRADIENTE DE TIRADA (Kv/a):
A	1700.37	
B	1040.11	
C	18746.86	
D	18386.59	
E	16498.11	
F	17942.23	
X	Y	
2.200000	0.000000E+00	1995.444
2.040000	1.520000	1971.457
1.900000	3.050000	1966.000
1.780000	4.570000	2011.273
1.620000	6.100000	2243.224
1.420000	7.620000	2724.355
1.270000	9.140000	3354.967
1.100000	10.670000	4074.752
0.950000	12.190000	4865.467
0.950000	14.720000	5734.128
0.950000	15.240000	6522.787
0.950000	17.770000	7225.739
0.950000	18.290000	7930.028
0.950000	19.810000	8638.067
0.950000	21.340000	9650.584
0.950000	22.870000	10724.787
0.950000	24.390000	13441.403
0.950000	25.910000	15878.782
0.000000E+00	27.430000	20011.657
2.780000	7.650000	7390.208
0.000000E+00	0.000000E+00	1251.170
3.050000	0.000000E+00	2521.072
6.100000	0.000000E+00	2627.973
6.130000	0.000000E+00	2655.260
12.190000	0.000000E+00	3111.322
15.240000	0.000000E+00	2682.271
18.290000	0.000000E+00	2663.047
21.340000	0.000000E+00	3108.244
24.390000	0.000000E+00	1358.018
27.430000	0.000000E+00	1074.764

PERDIDAS POR EFECTO CURVA

PRESTON (CV. 45)	TEMPERATURA (C.)	FACTOR DE SUP.	GRANDETE (CV/100)	PERDIDAS (\$/CV)
76.20000	21.11000	0.1000000	2.500000	310.713
76.20000	21.11000	0.2000000	5.180001	7489.299
76.20000	21.11000	0.4000000	7.770001	1500.10
76.20000	21.11000	0.4000000	10.36800	841.1549
76.20000	21.11000	0.5000000	12.30000	104.3051
76.20000	21.11000	0.6000000	15.55200	65.78978
76.20000	21.11000	0.7000000	18.14400	0.0000000000
76.20000	21.11000	0.8000000	20.73600	0.0000000000
76.20000	21.11000	0.8000000	23.32800	0.0000000000

1 MAGNITUD DE LA
2 CORRIENTE DE RECEPCIÓN EN CADA FASE.

3 EN COMPONENTES SIMÉTRICAS (A).

4 1.548775E-07

5 1.066790E

6 1.571522E-02

7 1.080893E-02

8 7.366215E-03

9 1.395204E-02

10

11 MAGNITUD DE LA

12 CORRIENTE DE CADA UNO DE LOS

13 EN COMPONENTES SIMÉTRICAS (A).

14

15 0.688946E

16 1064.615

17 0.181742E

18 3.77702E

19 0.101105E

20 6.00123E

21

22 FACTORES DE DESFOCALIZACIÓN DE LAS

23 ELECTRO-ACUSTICAS Y ELECTROSTÁTICAS.

24

25 0.00

26 100.00

27 0.02

28 0.35

29 0.50

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

1	60.00	14.0000	240.0000	0.0000
2	0.033	27.0000	0.0150	-0.1500
3	0.025	21.0000	0.0120	-0.1200
4	0.020	15.0000	0.0100	-0.1000
5	0.015	10.0000	0.0080	-0.0800
6	0.010	7.0000	0.0060	-0.0600
7	0.040	27.0000	0.0160	-0.1600
8	2.130	35.0000	0.0033	-0.0037
9	2.130	35.0000	0.0033	-0.0037
10	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
13	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
14	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
15	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
16	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
17	0.5	-0.266	-0.5	0.266
18	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
19	-1.0	-0.000	-1.0	0.000
20	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
21	0.5	-0.266	-0.5	0.266
22	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
23	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
24	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
25	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
26	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
27	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
28	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
29	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
30	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
31	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
32	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
33	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
34	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
35	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
36	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
37	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
38	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
39	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
40	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
41	0.5	-0.266	-0.5	0.266
42	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
43	-1.0	-0.000	-1.000	0.0000
44	-0.5	-0.266	-0.5	0.266
45	0.5	-0.266	-0.5	0.266
46	85000000.0	736000.0	816.0	1250.0
47	16.69			
48	32.12			
49	48.27			
50	64.37			
51	80.46			
52	230000.0	0.00		
53	115000.0	-149185.0		
54	-115000.0	-149185.0		
55	-230000.0	0.00		
56	-115000.0	149185.0		
57	115000.0	149185.0		
58	-10.0	27.86		
59	-10.0	27.86		
60	-10.0	27.86		
61	10.0	15.60		
62	10.0	27.86		
63	10.0	27.86		
64	10.0	27.86		

1	2.74	0.10
2	2.04	1.52
3	1.01	1.74
4	1.74	1.57
5	1.02	0.10
6	1.12	1.52
7	1.77	0.13
8	1.10	16.47
9	0.05	12.19
10	0.05	13.72
11	0.05	15.24
12	0.05	16.76
13	0.05	18.28
14	0.05	19.81
15	0.05	21.33
16	0.05	22.85
17	0.05	24.37
18	0.05	25.89
19	0.05	27.41
20	2.74	27.42
21	0.00	0.00
22	3.05	0.00
23	6.10	0.00
24	0.1	0.00
25	12.19	0.00
26	15.24	0.00
27	18.28	0.00
28	21.33	0.00
29	24.37	0.00
30	27.41	0.00
31	26.26	21.11
32	23000.0	0.00
33	115000.0	-100185.0
34	-115000.0	-100185.0
35	-230000.0	0.00
36	-115000.0	100185.0
37	115000.0	100185.0
38	0.1	
39	0.2	
40	0.3	
41	0.4	
42	0.5	
43	0.6	
44	0.7	
45	0.8	
46	0.9	
47	68.0	85000000.0
48	1.00	
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		

DATOS DEL SISTEMA:

VOLTAJE A TIERRA DEL SISTEMA: 34000.00

NUMERO DE FASAS: 3

NUMERO DE CILINDROS: 1

1 SUBCONDUCTOR POR FASE

SEPARACION DE LOS CILINDROS: 100.0

FRECUENCIA: 60.0

DATOS DE LOS CONDUCTORES

Y CONFIGURACION DE LOS LINEAS:

CONDUCTOR	DISTANCIA HORIZ. AL CENTRO DE LA LINEA (ft)	ALTURA (ft)	RADIO (ft)	WGT (lb/ft)	PESIST. (ohm/ft)
A	-10.00	27.00	.0180	.0145900	0.049
B	10.00	27.00	.0180	.0145900	0.049
C	-10.00	15.00	.0180	.0145900	0.049
D	10.00	15.00	.0180	.0145900	0.049
E	10.00	21.00	.0180	.0145900	0.049
F	10.00	27.00	.0180	.0145900	0.049
G1	3.31	35.01	.0043	.0005700	2.130
G2	3.31	35.01	.0043	.0005700	2.130

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62

MATRIZ DE COEFICIENTES DEKTE (DMS/KK)

15	0.156E+00	0.102E+00	0.984E-01	0.984E-01	0.102E+00	0.106E+00
16	0.763E+00	0.313E+00	0.265E+00	0.214E+00	0.219E+00	0.219E+00
17	0.102E+00	0.147E+00	0.955E-01	0.969E-01	0.752E-01	0.142E+00
18	0.313E+00	0.771E+00	0.370E+00	0.296E+00	0.326E+00	0.319E+00
19	0.984E-01	0.984E-01	0.141E+00	0.019E-01	0.049E-01	0.984E-01
20	0.984E-01	0.984E-01	0.777E+00	0.233E+00	0.226E+00	0.715E+00
21	0.102E+00	0.147E+00	0.955E-01	0.969E-01	0.752E-01	0.142E+00
22	0.313E+00	0.771E+00	0.370E+00	0.296E+00	0.326E+00	0.319E+00
23	0.984E-01	0.984E-01	0.141E+00	0.019E-01	0.049E-01	0.984E-01
24	0.984E-01	0.984E-01	0.777E+00	0.233E+00	0.226E+00	0.715E+00
25	0.102E+00	0.147E+00	0.955E-01	0.969E-01	0.752E-01	0.142E+00
26	0.313E+00	0.771E+00	0.370E+00	0.296E+00	0.326E+00	0.319E+00
27	0.984E-01	0.984E-01	0.141E+00	0.019E-01	0.049E-01	0.984E-01
28	0.984E-01	0.984E-01	0.777E+00	0.233E+00	0.226E+00	0.715E+00
29	0.102E+00	0.147E+00	0.955E-01	0.969E-01	0.752E-01	0.142E+00
30	0.313E+00	0.771E+00	0.370E+00	0.296E+00	0.326E+00	0.319E+00
31	0.984E-01	0.984E-01	0.141E+00	0.019E-01	0.049E-01	0.984E-01
32	0.984E-01	0.984E-01	0.777E+00	0.233E+00	0.226E+00	0.715E+00
33	0.102E+00	0.147E+00	0.955E-01	0.969E-01	0.752E-01	0.142E+00
34	0.313E+00	0.771E+00	0.370E+00	0.296E+00	0.326E+00	0.319E+00
35	0.984E-01	0.984E-01	0.141E+00	0.019E-01	0.049E-01	0.984E-01
36	0.984E-01	0.984E-01	0.777E+00	0.233E+00	0.226E+00	0.715E+00
37	0.102E+00	0.147E+00	0.955E-01	0.969E-01	0.752E-01	0.142E+00
38	0.313E+00	0.771E+00	0.370E+00	0.296E+00	0.326E+00	0.319E+00
39	0.984E-01	0.984E-01	0.141E+00	0.019E-01	0.049E-01	0.984E-01
40	0.984E-01	0.984E-01	0.777E+00	0.233E+00	0.226E+00	0.715E+00

MATRIZ DE COEFICIENTES (DMS/KK)

41	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
42	0.136E+00	0.317E+00	0.189E+00	0.275E+00	0.105E+00	0.116E+00
43	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
44	0.317E+00	0.135E+00	0.297E+00	0.063E+00	0.112E+00	0.109E+00
45	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
46	0.136E+00	0.317E+00	0.189E+00	0.275E+00	0.105E+00	0.116E+00
47	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
48	0.317E+00	0.135E+00	0.297E+00	0.063E+00	0.112E+00	0.109E+00
49	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
50	0.136E+00	0.317E+00	0.189E+00	0.275E+00	0.105E+00	0.116E+00
51	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
52	0.317E+00	0.135E+00	0.297E+00	0.063E+00	0.112E+00	0.109E+00
53	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
54	0.136E+00	0.317E+00	0.189E+00	0.275E+00	0.105E+00	0.116E+00
55	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
56	0.317E+00	0.135E+00	0.297E+00	0.063E+00	0.112E+00	0.109E+00
57	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
58	0.136E+00	0.317E+00	0.189E+00	0.275E+00	0.105E+00	0.116E+00
59	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
60	0.317E+00	0.135E+00	0.297E+00	0.063E+00	0.112E+00	0.109E+00
61	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
62	0.317E+00	0.135E+00	0.297E+00	0.063E+00	0.112E+00	0.109E+00
63	0.000E+00	0.000E+00	0.400E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
64	0.317E+00	0.135E+00	0.297E+00	0.063E+00	0.112E+00	0.109E+00

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12 MATRIZ DE IMPEDANCIAS POR LINEA (CONDUCTORES SIMPLICES)
13 (OHMS/KM)

14	0.661E+00	-0.167E-01	-0.132E-01	0.311E+00	-0.177E-01	0.075E-02
15	0.203E+01	-0.412E-02	-0.489E-02	-0.149E-07	-0.104E-01	-0.165E-01
16						
17	0.478E+02	0.408E+01	0.134E-03	-0.415E-01	0.183E-04	-0.372E-01
18	-0.165E-01	0.501E+00	0.210E-04	0.241E-01	0.732E-01	-0.427E-01
19						
20	-0.177E-01	0.278E-03	0.291E-01	0.649E-02	-0.267E-01	0.163E-04
21	-0.109E-01	-0.116E-03	0.465E+00	0.143E-04	0.144E-01	0.279E-04
22						
23	-0.189E+07	0.316E-01	0.571E-04	0.491E-01	0.693E-04	-0.415E-01
24	-0.566E-07	0.239E-01	-0.299E-04	0.492E+00	0.141E-01	0.241E-01
25						
26	0.190E-01	-0.172E-04	0.249E-01	0.211E-01	0.101E-01	0.157E-03
27	-0.989E-02	-0.792E-04	0.144E-01	-0.529E-04	0.468E+00	0.2210E-04
28						
29	0.167E-01	0.716E-01	-0.163E-02	0.416E-01	0.879E-04	0.349E-01
30	-0.412E-02	-0.120E-01	-0.792E-04	0.219E-01	-0.118E-03	0.561E+00
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

41 MATRIZ DE CAPACITANCIA (COULOMB X KM)

42	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
43	0.790E-08	-0.162E-08	-0.698E-09	-0.232E-09	-0.300E-09	-0.1391E-09
44						
45	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
46	-0.162E-08	0.215E-08	-0.165E-09	-0.271E-09	-0.300E-09	-0.300E-09
47						
48	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
49	-0.698E-09	-0.165E-09	0.808E-08	-0.299E-09	-0.271E-09	-0.232E-09
50						
51	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
52	-0.232E-09	-0.271E-09	-0.299E-09	0.808E-08	-0.165E-09	-0.165E-09
53						
54	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
55	-0.300E-09	-0.300E-09	-0.271E-09	-0.165E-09	0.808E-08	-0.165E-09
56						
57	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
58	-0.1391E-09	-0.1391E-09	-0.165E-09	-0.165E-09	-0.165E-09	0.808E-08
59						
60	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
61	-0.165E-09	-0.165E-09	-0.165E-09	-0.165E-09	-0.165E-09	0.808E-08
62						

12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

MATRIZ DE ADMITANCIA (SIEMENS/KM)

7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
17	0.298E-05	-1.612E-06	-1.263E-06	-1.674E-07	-1.117E-06	-1.172E-06
18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
19	-1.612E-06	0.308E-05	-1.584E-06	-1.102E-06	-1.114E-06	-1.117E-06
20	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
21	-1.263E-06	-1.584E-06	1.305E-05	-1.114E-06	-1.102E-06	-1.274E-07
22	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
23	-1.674E-07	-1.102E-06	-1.114E-06	0.305E-05	-1.584E-06	-1.263E-06
24	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
25	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
26	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
27	-1.117E-06	-1.117E-06	-1.117E-06	-1.117E-06	-1.117E-06	-1.117E-06
28	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
29	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
30	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
31	-1.117E-06	-1.117E-06	-1.674E-07	-1.263E-06	-1.612E-06	0.298E-05
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						

MATRIZ DE ADMITANCIA PARALELO (CO-E. JIETH (C/S)
(SIEMENS/KM)

43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

CONDUCTOR: G. L. OF
SUFFOLK (C/F (V/V))

A 17809.27
B 16498.11
C 18362.04
D 18236.88
E 18408.74
F 17809.23

GRANTIRTE DE
TIERP (PV/V):

27.290000	0.000000E+00	1905.444
27.040000	1.520000	1970.457
27.190000	1.050000	1966.000
27.178000	1.570000	2011.273
27.162000	6.100000	2243.274
27.142000	7.200000	2723.158
27.127000	9.140000	3354.967
27.110000	10.60000	4072.752
27.09500000	12.14000	4865.867
27.080000	13.76000	5703.175
27.06500000	15.24000	6522.787
27.050000	16.70000	7240.739
27.04500000	18.24000	7930.028
27.040000	19.21000	8500.437
27.03500000	21.31000	9050.524
27.03000000	22.40000	9620.767
27.02500000	24.38000	9931.603
27.02000000	26.31000	7650.712
27.01500000E+00	27.22000	7601.687
27.01000000	27.82000	7380.205
27.00500000E+00	0.000000E+00	1251.376
27.00000000	0.000000E+00	2044.472
27.00000000	0.000000E+00	2597.973
27.00000000	0.000000E+00	2733.801
27.00000000	0.000000E+00	3111.322
27.00000000	0.000000E+00	3460.731
27.00000000	0.000000E+00	2663.047
27.00000000	0.000000E+00	2305.434
27.00000000	0.000000E+00	1962.016
27.00000000	0.000000E+00	1672.162

1	CORRIENTES DE RECEPCION EN CADA FASE:		
2	(A)		
3			
4	MAGNITUD	ANGULO	COMPONENTES
5	DE L.F.		DE L.F.
6	CORRIENTE		CORRIENTE
7	(AMPERES)		(AMPERES)
8	615.9420	0.0000000E+00	(615.9420,0.0000000E+00)
9	615.9420	-7.0000000	(-615.9420,-531.4100)
10	615.9420	-170.0000	(-307.9523,-533.4322)
11	615.9420	-180.0000	(-615.9420,-1.24044E+02)
12	615.9420	-240.0000	(-31.0083,533.3994)
13	615.9420	-300.0000	(597.4242,533.3425)
14		PR.00	
15			
16	VOLTAJES DE RECEPCION EN CADA FASE:		
17	(V)		
18	MAGNITUD	ANGULO	COMPONENTES
19	DE L.F.		DE L.F.
20	VOLTAJE		VOLTAJE
21	(VOLTS)		(VOLTS)
22	230000.0	0.0000000E+00	(230000.0,0.0000000E+00)
23	230000.0	-1.047190	(115000.0,-199135.0)
24	230000.0	-2.004397	(-115000.0,-199195.0)
25	230000.0	-1.81543	(-230000.0,-100000.0E+00)
26	230000.0	2.094397	(-115000.0,199195.0)
27	230000.0	1.11111	(115000.0,199135.0)
28			
29	VOLTAJE DE RECEPCION EN CADA FASE:		
30	(V)		
31			
32	MAGNITUD	ANGULO	COMPONENTES
33	DE L.F.		DE L.F.
34	VOLTAJE		VOLTAJE
35	(VOLTS)		(VOLTS)
36	230015.4	0.01025420	(230765.1,24263.81)
37	233285.4	-0.0205401	(133551.8,-186942.0)
38	227535.0	-1.083438	(-91248.48,-208436.8)
39	230536.3	-1.37103	(-235926.7,-21866.38)
40	232172.3	2.207585	(-138649.8,186671.5)
41	227415.8	1.15140	(22750.33,208184.5)
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50	CORRIENTES DE RECEPCION EN CADA FASE:		
51	(A)		
52			
53	MAGNITUD	ANGULO	COMPONENTES
54	DE L.F.		DE L.F.
55	CORRIENTE		CORRIENTE
56	(AMPERES)		(AMPERES)
57	607.6742	7.4505314E-02	(605.3000,45.18842)
58	615.0300	-0.0778712	(343.0940,-510.6277)
59	623.7094	-2.019603	(-270.6217,-561.9112)
60	608.5940	-1.080000	(-630.8170,-30.7022)
61	614.4725	2.163327	(-343.1595,504.7245)
62	623.6547	1.115522	(271.5639,561.2210)
63			

21	MATRIZ DE
22	COMPONENTES DE TENSORES DE CADA BASE.
23	FN COMPONENTES SIMETRICAS (A)
24	1.074612E-02
25	615.0470
26	1.000000E-00
27	6.716131E-04
28	5.447021E-04
29	7.000000E-01
30	
31	MATRIZ DE
32	CORRECCION DE TORSION EN CADA BASE.
33	FN COMPONENTES SIMETRICAS (A)
34	0.4556320
35	615.1738
36	0.1797650
37	3.7000000
38	0.000000E-00
39	5.4470217
40	FACTORES DE DESFOCALIZACION
41	ELECTROSTATICA Y PLASMOSTATICA
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	
101	
102	
103	
104	
105	
106	
107	
108	
109	
110	
111	
112	
113	
114	
115	
116	
117	
118	
119	
120	
121	
122	
123	
124	
125	
126	
127	
128	
129	
130	
131	
132	
133	
134	
135	
136	
137	
138	
139	
140	
141	
142	
143	
144	
145	
146	
147	
148	
149	
150	
151	
152	
153	
154	
155	
156	
157	
158	
159	
160	
161	
162	
163	
164	
165	
166	
167	
168	
169	
170	
171	
172	
173	
174	
175	
176	
177	
178	
179	
180	
181	
182	
183	
184	
185	
186	
187	
188	
189	
190	
191	
192	
193	
194	
195	
196	
197	
198	
199	
200	
201	
202	
203	
204	
205	
206	
207	
208	
209	
210	
211	
212	
213	
214	
215	
216	
217	
218	
219	
220	
221	
222	
223	
224	
225	
226	
227	
228	
229	
230	
231	
232	
233	
234	
235	
236	
237	
238	
239	
240	
241	
242	
243	
244	
245	
246	
247	
248	
249	
250	
251	
252	
253	
254	
255	
256	
257	
258	
259	
260	
261	
262	
263	
264	
265	
266	
267	
268	
269	
270	
271	
272	
273	
274	
275	
276	
277	
278	
279	
280	
281	
282	
283	
284	
285	
286	
287	
288	
289	
290	
291	
292	
293	
294	
295	
296	
297	
298	
299	
300	

1	60.0	160.00	240.00	0.00	160.00
2	0.134	27.80	0.0117	0.00926	-0.044
3	0.134	27.80	0.0117	0.00926	-0.044
4	0.134	15.40	0.0117	0.00926	-0.044
5	0.134	15.40	0.0117	0.00926	-0.044
6	0.134	27.80	0.0117	0.00926	-0.044
7	0.134	27.80	0.0117	0.00926	-0.044
8	2.130	35.63	0.0083	0.00857	-1.31501
9	2.130	35.63	0.0083	0.00857	-1.31502
10	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
13	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
14	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
15	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
16	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
17	0.5	-0.866	0.5	-0.866	
18	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
19	-1.0	0.000	-1.0	0.000	
20	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
21	0.5	-0.866	0.5	-0.866	
22	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
23	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
24	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
25	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
26	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
27	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
28	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
29	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
30	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
31	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
32	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
33	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
34	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
35	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
36	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
37	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
38	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
39	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
40	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
41	0.5	-0.866	0.5	-0.866	
42	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
43	-1.0	0.0000	-1.0000	0.0000	
44	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
45	0.5	-0.866	0.5	-0.866	
46	8500000.0	24000.0	170.0	0.070.0	
47	16.69				
48	37.18				
49	46.27				
50	64.37				
51	80.46				
52	230000.0	0.000			
53	115000.0	-199185.0			
54	-115000.0	-199185.0			
55	-230000.0	0.0			
56	-115000.0	199185.0			
57	115000.0	199185.0			
58	-10.0	27.80			
59	-10.0	27.80			
60	-10.0	15.40			
61	10.0	15.40			
62	10.0	27.80			
63	10.0	27.80			
64	10.0	27.80			
65	10.0	27.80			
66	10.0	27.80			
67	10.0	27.80			
68	10.0	27.80			
69	10.0	27.80			
70	10.0	27.80			
71	10.0	27.80			
72	10.0	27.80			
73	10.0	27.80			
74	10.0	27.80			
75	10.0	27.80			
76	10.0	27.80			
77	10.0	27.80			
78	10.0	27.80			
79	10.0	27.80			
80	10.0	27.80			
81	10.0	27.80			
82	10.0	27.80			
83	10.0	27.80			
84	10.0	27.80			
85	10.0	27.80			
86	10.0	27.80			
87	10.0	27.80			
88	10.0	27.80			
89	10.0	27.80			
90	10.0	27.80			
91	10.0	27.80			
92	10.0	27.80			
93	10.0	27.80			
94	10.0	27.80			
95	10.0	27.80			
96	10.0	27.80			
97	10.0	27.80			
98	10.0	27.80			
99	10.0	27.80			
100	10.0	27.80			

DATOS DEL SISTEMA:

VOLTAJE A TIERRA DEL SISTEMA: 230000.00

NUMERO DE FASES: 3

NUMERO DE TORCIONES: 1

1 SUBCONDUCTOR POR FASE

RESISTIVIDAD DEL TERREO: 1160.0

FRECUENCIA: 60.0

DATOS DE LOS CONDUCTORES

Y CONFIGURACION DE LA LINEA:

CONDUCTOR	DISTANCIA HORIZ. AL CENTRO DE LA LINEA (M)	ALTURA (M)	RADIO (M)	RNC (%)	RESIST. (OHMS)
A	-10.00	27.80	.0112	.0092600	0.134
B	-10.00	21.80	.0112	.0092600	0.134
C	-10.00	15.80	.0112	.0092600	0.134
D	10.00	15.80	.0112	.0092600	0.134
E	10.00	21.80	.0112	.0092600	0.134
F	10.00	27.80	.0112	.0092600	0.134
G1	-1.31	35.03	.0043	.0005700	2.130
G2	1.31	35.03	.0043	.0005700	2.130

MATRIZ DE COEFICIENTES DE SFEE (00"/K)

16	0.241E+00	0.107E+00	0.986E-01	0.984E-01	0.102E+00	0.106E+00
17	0.797E+00	0.313E+00	0.265E+00	0.215E+00	0.219E+00	0.219E+00
18	0.107E+00	0.212E+00	0.950E-01	0.949E-01	0.982E-01	0.102E+00
19	0.313E+00	0.865E+00	0.320E+00	0.226E+00	0.226E+00	0.221E+00
20	0.986E-01	0.950E-01	0.226E+00	0.919E-01	0.949E-01	0.984E-01
21	0.265E+00	0.320E+00	0.111E+00	0.233E+00	0.227E+00	0.214E+00
22	0.950E-01	0.949E-01	0.212E+00	0.226E+00	0.950E-01	0.949E-01
23	0.212E+00	0.226E+00	0.233E+00	0.911E+00	0.320E+00	0.265E+00
24	0.102E+00	0.982E-01	0.919E-01	0.950E-01	0.232E+00	0.102E+00
25	0.219E+00	0.221E+00	0.226E+00	0.226E+00	0.219E+00	0.219E+00
26	0.106E+00	0.102E+00	0.986E-01	0.984E-01	0.102E+00	0.106E+00
27	0.219E+00	0.219E+00	0.214E+00	0.265E+00	0.313E+00	0.179E+00

MATRIZ DE COEFICIENTES (DARF/°C)

42	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
43	0.145E+09	0.317E+09	0.189E+08	0.475E+07	0.109E+08	0.116E+08
44	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
45	0.317E+08	0.144E+09	0.297E+08	0.963E+07	0.112E+08	0.109E+08
46	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
47	0.189E+08	0.297E+08	0.144E+08	0.963E+07	0.363E+07	0.275E+07
48	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
49	0.000E+00	0.963E+07	0.963E+07	0.141E+09	0.297E+08	0.189E+08
50	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
51	0.109E+08	0.112E+08	0.109E+08	0.297E+08	0.145E+08	0.317E+08
52	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
53	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
54	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
55	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
56	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
57	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
58	0.116E+08	0.109E+08	0.875E+07	0.189E+08	0.317E+08	0.145E+08

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62

MATRIZ DE IMPEDANCIA SERIE (COMP. SIMETRICAS)
(OHMS/KM)

0.720E+00	0.167E-01	0.102E-01	-0.373E+00	-0.177E-01	0.378E-07
0.207E+01	-0.412E-02	-0.900E-02	0.000E+00	-0.100E-01	-0.165E-01
0.478E-02	0.135E+00	0.135E-04	-0.415E-01	0.183E-04	-0.732E-01
-0.165E-01	0.616E+00	0.210E-08	0.241E-01	0.792E-04	-0.621E-01
-0.177E-01	0.475E-04	0.135E+00	0.663E-04	-0.243E-01	0.133E-04
-0.108E-01	-0.110E-03	0.500E+00	0.144E-04	0.144E-01	0.792E-04
-0.373E-07	0.416E-01	0.470E-04	0.134E+00	0.691E-04	-0.415E-01
-0.596E-07	0.210E+01	-0.523E-04	0.427E+00	-0.144E-01	0.241E-01
0.182E-01	-0.135E-04	0.250E-04	0.371E-04	0.133E+00	0.130E-03
-0.989E-02	-0.702E-04	0.144E-01	-0.528E-04	0.500E+00	0.1210E-04
0.167E-01	0.736E-01	-0.181E-04	0.416E-01	0.878E-04	0.1335E+00
-0.412E-02	-0.120E-01	-0.702E-04	0.237E-01	-0.110E-03	0.635E+00

MATRIZ DE CAPACITANCIA (COULOMB X KM)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.738E-08	-0.143E-08	-0.632E-09	-0.213E-09	-0.283E-09	-0.353E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.143E-08	0.738E-08	-0.137E-08	-0.218E-09	-0.277E-09	-0.263E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.632E-09	-0.137E-08	0.754E-08	-0.270E-09	-0.248E-09	-0.213E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.213E-09	-0.270E-09	-0.248E-09	0.754E-08	-0.137E-08	-0.642E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.283E-09	-0.277E-09	-0.248E-09	-0.137E-08	0.761E-08	-0.143E-08
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.353E-09	-0.263E-09	-0.213E-09	-0.642E-09	-0.143E-08	0.738E-08

2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100
 101
 102
 103
 104
 105
 106
 107
 108
 109
 110
 111
 112
 113
 114
 115
 116
 117
 118
 119
 120
 121
 122
 123
 124
 125
 126
 127
 128
 129
 130
 131
 132
 133
 134
 135
 136
 137
 138
 139
 140
 141
 142
 143
 144
 145
 146
 147
 148
 149
 150
 151
 152
 153
 154
 155
 156
 157
 158
 159
 160
 161
 162
 163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200
 201
 202
 203
 204
 205
 206
 207
 208
 209
 210
 211
 212
 213
 214
 215
 216
 217
 218
 219
 220
 221
 222
 223
 224
 225
 226
 227
 228
 229
 230
 231
 232
 233
 234
 235
 236
 237
 238
 239
 240
 241
 242
 243
 244
 245
 246
 247
 248
 249
 250
 251
 252
 253
 254
 255
 256
 257
 258
 259
 260
 261
 262
 263
 264
 265
 266
 267
 268
 269
 270
 271
 272
 273
 274
 275
 276
 277
 278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287
 288
 289
 290
 291
 292
 293
 294
 295
 296
 297
 298
 299
 300
 301
 302
 303
 304
 305
 306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326
 327
 328
 329
 330
 331
 332
 333
 334
 335
 336
 337
 338
 339
 340
 341
 342
 343
 344
 345
 346
 347
 348
 349
 350
 351
 352
 353
 354
 355
 356
 357
 358
 359
 360
 361
 362
 363
 364
 365
 366
 367
 368
 369
 370
 371
 372
 373
 374
 375
 376
 377
 378
 379
 380
 381
 382
 383
 384
 385
 386
 387
 388
 389
 390
 391
 392
 393
 394
 395
 396
 397
 398
 399
 400
 401
 402
 403
 404
 405
 406
 407
 408
 409
 410
 411
 412
 413
 414
 415
 416
 417
 418
 419
 420
 421
 422
 423
 424
 425
 426
 427
 428
 429
 430
 431
 432
 433
 434
 435
 436
 437
 438
 439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452
 453
 454
 455
 456
 457
 458
 459
 460
 461
 462
 463
 464
 465
 466
 467
 468
 469
 470
 471
 472
 473
 474
 475
 476
 477
 478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486
 487
 488
 489
 490
 491
 492
 493
 494
 495
 496
 497
 498
 499
 500
 501
 502
 503
 504
 505
 506
 507
 508
 509
 510
 511
 512
 513
 514
 515
 516
 517
 518
 519
 520
 521
 522
 523
 524
 525
 526
 527
 528
 529
 530
 531
 532
 533
 534
 535
 536
 537
 538
 539
 540
 541
 542
 543
 544
 545
 546
 547
 548
 549
 550
 551
 552
 553
 554
 555
 556
 557
 558
 559
 560
 561
 562
 563
 564
 565
 566
 567
 568
 569
 570
 571
 572
 573
 574
 575
 576
 577
 578
 579
 580
 581
 582
 583
 584
 585
 586
 587
 588
 589
 590
 591
 592
 593
 594
 595
 596
 597
 598
 599
 600
 601
 602
 603
 604
 605
 606
 607
 608
 609
 610
 611
 612
 613
 614
 615
 616
 617
 618
 619
 620
 621
 622
 623
 624
 625
 626
 627
 628
 629
 630
 631
 632
 633
 634
 635
 636
 637
 638
 639
 640
 641
 642
 643
 644
 645
 646
 647
 648
 649
 650
 651
 652
 653
 654
 655
 656
 657
 658
 659
 660
 661
 662
 663
 664
 665
 666
 667
 668
 669
 670
 671
 672
 673
 674
 675
 676
 677
 678
 679
 680
 681
 682
 683
 684
 685
 686
 687
 688
 689
 690
 691
 692
 693
 694
 695
 696
 697
 698
 699
 700
 701
 702
 703
 704
 705
 706
 707
 708
 709
 710
 711
 712
 713
 714
 715
 716
 717
 718
 719
 720
 721
 722
 723
 724
 725
 726
 727
 728
 729
 730
 731
 732
 733
 734
 735
 736
 737
 738
 739
 740
 741
 742
 743
 744
 745
 746
 747
 748
 749
 750
 751
 752
 753
 754
 755
 756
 757
 758
 759
 760
 761
 762
 763
 764
 765
 766
 767
 768
 769
 770
 771
 772
 773
 774
 775
 776
 777
 778
 779
 780
 781
 782
 783
 784
 785
 786
 787
 788
 789
 790
 791
 792
 793
 794
 795
 796
 797
 798
 799
 800
 801
 802
 803
 804
 805
 806
 807
 808
 809
 810
 811
 812
 813
 814
 815
 816
 817
 818
 819
 820
 821
 822
 823
 824
 825
 826
 827
 828
 829
 830
 831
 832
 833
 834
 835
 836
 837
 838
 839
 840
 841
 842
 843
 844
 845
 846
 847
 848
 849
 850
 851
 852
 853
 854
 855
 856
 857
 858
 859
 860
 861
 862
 863
 864
 865
 866
 867
 868
 869
 870
 871
 872
 873
 874
 875
 876
 877
 878
 879
 880
 881
 882
 883
 884
 885
 886
 887
 888
 889
 890
 891
 892
 893
 894
 895
 896
 897
 898
 899
 900
 901
 902
 903
 904
 905
 906
 907
 908
 909
 910
 911
 912
 913
 914
 915
 916
 917
 918
 919
 920
 921
 922
 923
 924
 925
 926
 927
 928
 929
 930
 931
 932
 933
 934
 935
 936
 937
 938
 939
 940
 941
 942
 943
 944
 945
 946
 947
 948
 949
 950
 951
 952
 953
 954
 955
 956
 957
 958
 959
 960
 961
 962
 963
 964
 965
 966
 967
 968
 969
 970
 971
 972
 973
 974
 975
 976
 977
 978
 979
 980
 981
 982
 983
 984
 985
 986
 987
 988
 989
 990
 991
 992
 993
 994
 995
 996
 997
 998
 999
 1000
 1001
 1002
 1003
 1004
 1005
 1006
 1007
 1008
 1009
 1010
 1011
 1012
 1013
 1014
 1015
 1016
 1017
 1018
 1019
 1020
 1021
 1022
 1023
 1024
 1025
 1026
 1027
 1028
 1029
 1030
 1031
 1032
 1033
 1034
 1035
 1036
 1037
 1038
 1039
 1040
 1041
 1042
 1043
 1044
 1045
 1046
 1047
 1048
 1049
 1050
 1051
 1052
 1053
 1054
 1055
 1056
 1057
 1058
 1059
 1060
 1061
 1062
 1063
 1064
 1065
 1066
 1067
 1068
 1069
 1070
 1071
 1072
 1073
 1074
 1075
 1076
 1077
 1078
 1079
 1080
 1081
 1082
 1083
 1084
 1085
 1086
 1087
 1088
 1089
 1090
 1091
 1092
 1093
 1094
 1095
 1096
 1097
 1098
 1099
 1100
 1101
 1102
 1103
 1104
 1105
 1106
 1107
 1108
 1109
 1110
 1111
 1112
 1113
 1114
 1115
 1116
 1117
 1118
 1119
 1120
 1121
 1122
 1123
 1124
 1125
 1126
 1127
 1128
 1129
 1130
 1131
 1132
 1133
 1134
 1135
 1136
 1137
 1138
 1139
 1140
 1141
 1142
 1143
 1144
 1145
 1146
 1147
 1148
 1149
 1150
 1151
 1152
 1153
 1154
 1155
 1156
 1157
 1158
 1159
 1160
 1161
 1162
 1163
 1164
 1165
 1166
 1167
 1168
 1169
 1170
 1171
 1172
 1173
 1174
 1175
 1176
 1177
 1178
 1179
 1180
 1181
 1182
 1183
 1184
 1185
 1186
 1187
 1188
 1189
 1190
 1191
 1192
 1193
 1194
 1195
 1196
 1197
 1198
 1199
 1200
 1201
 1202
 1203
 1204
 1205
 1206
 1207
 1208
 1209
 1210
 1211
 1212
 1213
 1214
 1215
 1216
 1217
 1218
 1219
 1220
 1221
 1222
 1223
 1224
 1225
 1226
 1227
 1228
 1229
 1230
 1231
 1232
 1233
 1234
 1235
 1236
 1237
 1238
 1239
 1240
 1241
 1242
 1243
 1244
 1245
 1246
 1247
 1248
 1249
 1250
 1251
 1252
 1253
 1254
 1255
 1256
 1257
 1258
 1259
 1260
 1261
 1262
 1263
 1264
 1265
 1266
 1267
 1268
 1269
 1270
 1271
 1272
 1273
 1274
 1275
 1276
 1277
 1278
 1279
 1280
 1281
 1282
 1283
 1284
 1285
 1286
 1287
 1288
 1289
 1290
 1291
 1292
 1293
 1294
 1295
 1296
 1297
 1298
 1299
 1300
 1301
 1302
 1303
 1304
 1305
 1306
 1307
 1308
 1309
 1310
 1311
 1312
 1313
 1314
 1315
 1316
 1317
 1318
 1319
 1320
 1321
 1322
 1323
 1324
 1325
 1326
 1327
 1328
 1329
 1330
 1331
 1332
 1333
 1334
 1335
 1336
 1337
 1338
 1339
 1340
 1341
 1342
 1343
 1344
 1345
 1346
 1347
 1348
 1349
 1350
 1351
 1352
 1353
 1354
 1355
 1356
 1357
 1358
 1359
 1360
 1361
 1362
 1363
 1364
 1365
 1366
 1367
 1368
 1369
 1370
 1371
 1372
 1373
 1374
 1375
 1376
 1377
 1378
 1379
 1380
 1381
 1382
 1383
 1384
 1385
 1386
 1387
 1388
 1389
 1390
 1391
 1392
 1393
 1394
 1395
 1396
 1397
 1398
 1399
 1400
 1401
 1402
 1403
 1404
 1405
 1406
 1407
 1408
 1409
 1410
 1411
 1412
 1413
 1414
 1415
 1416
 1417
 1418
 1419
 1420
 1421
 1422
 1423
 1424
 1425
 1426
 1427
 1428
 1429
 1430
 1431
 1432
 1433
 1434
 1435
 1436
 1437
 1438
 1439
 1440
 1441
 1442
 1443
 1444
 1445
 1446
 1447
 1448
 1449
 1450
 1451
 1452
 1453
 1454
 1455
 1456
 1457
 1458
 1459
 1460
 1461
 1462
 1463
 1464
 1465
 1466
 1467
 1468
 1469
 1470
 1471
 1472
 1473
 1474
 1475
 1476
 1477
 1478
 1479
 1480
 1481
 1482
 1483
 1484
 1485
 1486
 1487
 1488
 1489
 1490
 1491
 1492

CONDUCTOR:	CLAS. DE	GRADIENTE DE
	SUBCATEGORIA (VZ)	TIPICA (%)
A	26795.40	1456.436
B	24920.36	1431.517
C	27623.05	1442.924
D	27623.12	2120.430
E	24920.39	2492.452
F	26795.31	3187.922
		3777.322
		4623.920
		5117.711
		6193.537
		6567.873
		7521.993
		7449.574
		8201.018
		1177.872
		7012.134
		7450.001
		6659.694
		7621.754
		1857.967
		2327.213
		2262.584
		2435.303
		2990.000
		2521.342
		2150.244
		1867.780
		1400.352

PERDIDAS POR EFECTO CORONA:

PRESTON (C ² - HG)	TEMPERATURA (C.)	FACTORES DE SUP	GRADIENTE (C./C.M)	PERDIDAS (S./H.)
76,20000	21,11000	0,1000000	7,718016	3204,711
76,20000	21,11000	0,2000000	5,436032	2512,577
76,20000	21,11000	0,3000000	4,154048	1692,562
76,20000	21,11000	0,4000000	3,087206	1380,605
76,20000	21,11000	0,5000000	2,540000	960,717
76,20000	21,11000	0,6000000	1,630810	585,0291
76,20000	21,11000	0,7000000	1,026111	313,3497
76,20000	21,11000	0,8000000	21,74413	125,8492
76,20000	21,11000	0,9000000	24,46214	22,40700

CORRIENTE DE LINEA EN CADA BARRA (A)			
MAGNITUD DE LA	ANGULO	COMPONENTES DE LA	
CORRIENTE (AMPERES)			
615.9420	0.0000000E+00	(615.9420,0.0000000E+00)	
615.9420	-76.60000	(407.4403,-533.4100)	
615.9420	-126.0000	(-307.2523,-533.4100)	
615.9420	-189.0000	(-615.9420,-224.0000E-02)	
615.9420	-240.0000	(-308.0000,533.4100)	
615.9420	-300.0000	(307.9222,533.4100)	
VOLTAJE DE RECEPCION EN CADA BARRA (V)			
MAGNITUD DEL VOLTAJE (VOLTS)	ANGULO	COMPONENTES DEL VOLTAJE (VOLTS)	
230000.0	0.0000000E+00	(230000.0,0.0000000E+00)	
230000.0	-1.017185	(115000.0,-199185.0)	
230000.0	-2.034370	(-115000.0,-199185.0)	
230000.0	1.017185	(-115000.0,199185.0)	
230000.0	2.034370	(115000.0,199185.0)	
230000.0	1.017185	(115000.0,199185.0)	
VOLTAJE DE EMISION EN CADA BARRA (V)			
MAGNITUD DEL VOLTAJE (VOLTS)	ANGULO	COMPONENTES DEL VOLTAJE (VOLTS)	
241699.6	0.1074223	(240336.4,75914.01)	
241699.6	-0.4297511	(192000.0,-159200.0)	
241699.6	-1.078485	(-91699.05,-212322.5)	
241699.6	-1.832213	(-236726.0,-20215.52)	
241699.6	2.212394	(-141174.8,188981.4)	
241699.6	1.156722	(3114.41,212366.9)	
CORRIENTE DE EMISION EN CADA BARRA (A)			
MAGNITUD DE LA CORRIENTE (AMPERES)	ANGULO	COMPONENTES DE LA CORRIENTE (AMPERES)	
607.8185	7.0328742E-02	(606.3160,42.71198)	
615.0000	-0.0015278	(307.0130,-511.0130)	
622.5786	-2.023667	(-272.4193,-550.8141)	
607.3730	-1.004200	(-405.2050,-43.55801)	
614.3752	2.150700	(-341.2544,510.4839)	
622.5407	1.119001	(774.0410,550.1711)	

1	MAGNITUD DE LA
2	CORRIENTE DE DEFENSO EN CADA FASE.
3	EN COMPONENTES SIMÉTRICAS (A)
4	1.0796406E-02
5	615.9330
6	1.0790795E-02
7	6.2364410E-04
8	5.4420419E-04
9	7.9890049E-04
10	
11	MAGNITUD DE LA
12	CORRIENTE DE FVTC EN CADA FASE
13	EN COMPONENTES SIMÉTRICAS (A)
14	0.5936839
15	615.0042
16	0.1581557
17	3.312279
18	9.1038035E-02
19	5.340374
20	FACTORES DE DEFENSO
21	ELECTROMAGNÉTICO (ELECTROSTATICO)
22	
23	0.19
24	0.00
25	100.00
26	100.00
27	0.04
28	0.00
29	0.01
30	0.00
31	0.87
32	0.00
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	

1	60.0	100.00	100.00	0.00	0.00
2	0.049	27.80	0.0180	0.0145	-0.559
3	0.048	21.80	0.0180	0.0152	-0.559
4	0.049	15.80	0.0180	0.0154	-0.559
5	0.049	15.80	0.0180	0.0154	-0.559
6	0.049	21.80	0.0180	0.0153	-0.559
7	0.049	27.80	0.0180	0.0145	-0.559
8	7.130	35.03	0.0000	0.0000	-3.3082
9	7.130	35.03	0.0000	0.0000	-3.3082
10	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
13	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
14	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
15	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
16	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
17	0.5	-0.866	0.5	-0.866	
18	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
19	-1.0	0.000	-1.0	0.000	
20	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
21	0.5	-0.866	0.5	-0.866	
22	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
23	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
24	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
25	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
26	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
27	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
28	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
29	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
30	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
31	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
32	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
33	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
34	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
35	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
36	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
37	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
38	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
39	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
40	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
41	0.5	-0.866	0.5	-0.866	
42	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
43	-1.0	0.0000	-1.0000	0.0000	
44	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	
45	0.5	-0.866	0.5	-0.866	
46	8500000.00	0.132760	0.109200	0.125900	
47	16.09				
48	32.18				
49	48.27				
50	64.37				
51	80.46				
52	132790.0				
53	66395.0	-115.0000			
54	-66395.0	-115.0000			
55	-132790.0	0.0			
56	-66395.0	115.0000			
57	66395.0	115.0000			
58	-10.0	21.80			
59	-10.0	21.80			
60	-10.0	15.80			
61	10.0	15.80			
62	10.0	21.80			
63	10.0	21.80			
64	10.0	27.80			
65	10.0	27.80			
66	12	13	14	15	16
67	17	18	19	20	21
68	22	23	24	25	26
69	27	28	29	30	31
70	32	33	34	35	36
71	37	38	39	40	41
72	42	43	44	45	46
73	47	48	49	50	51
74	52	53	54	55	56
75	57	58	59	60	61
76	62	63	64	65	66
77	67	68	69	70	71
78	72	73	74	75	76
79	77	78	79	80	81
80	82	83	84	85	86
81	87	88	89	90	91
82	92	93	94	95	96
83	97	98	99	100	101
84	102	103	104	105	106
85	107	108	109	110	111
86	112	113	114	115	116
87	117	118	119	120	121
88	122	123	124	125	126
89	127	128	129	130	131
90	132	133	134	135	136
91	137	138	139	140	141
92	142	143	144	145	146
93	147	148	149	150	151
94	152	153	154	155	156
95	157	158	159	160	161
96	162	163	164	165	166
97	167	168	169	170	171
98	172	173	174	175	176
99	177	178	179	180	181
100	182	183	184	185	186
101	187	188	189	190	191
102	192	193	194	195	196
103	197	198	199	200	201
104	202	203	204	205	206
105	207	208	209	210	211
106	212	213	214	215	216
107	217	218	219	220	221
108	222	223	224	225	226
109	227	228	229	230	231
110	232	233	234	235	236
111	237	238	239	240	241
112	242	243	244	245	246
113	247	248	249	250	251
114	252	253	254	255	256
115	257	258	259	260	261
116	262	263	264	265	266
117	267	268	269	270	271
118	272	273	274	275	276
119	277	278	279	280	281
120	282	283	284	285	286
121	287	288	289	290	291
122	292	293	294	295	296
123	297	298	299	300	301
124	302	303	304	305	306
125	307	308	309	310	311
126	312	313	314	315	316
127	317	318	319	320	321
128	322	323	324	325	326
129	327	328	329	330	331
130	332	333	334	335	336
131	337	338	339	340	341
132	342	343	344	345	346
133	347	348	349	350	351
134	352	353	354	355	356
135	357	358	359	360	361
136	362	363	364	365	366
137	367	368	369	370	371
138	372	373	374	375	376
139	377	378	379	380	381
140	382	383	384	385	386
141	387	388	389	390	391
142	392	393	394	395	396
143	397	398	399	400	401
144	402	403	404	405	406
145	407	408	409	410	411
146	412	413	414	415	416
147	417	418	419	420	421
148	422	423	424	425	426
149	427	428	429	430	431
150	432	433	434	435	436
151	437	438	439	440	441
152	442	443	444	445	446
153	447	448	449	450	451
154	452	453	454	455	456
155	457	458	459	460	461
156	462	463	464	465	466
157	467	468	469	470	471
158	472	473	474	475	476
159	477	478	479	480	481
160	482	483	484	485	486
161	487	488	489	490	491
162	492	493	494	495	496
163	497	498	499	500	501
164	502	503	504	505	506
165	507	508	509	510	511
166	512	513	514	515	516
167	517	518	519	520	521
168	522	523	524	525	526
169	527	528	529	530	531
170	532	533	534	535	536
171	537	538	539	540	541
172	542	543	544	545	546
173	547	548	549	550	551
174	552	553	554	555	556
175	557	558	559	560	561
176	562	563	564	565	566
177	567	568	569	570	571
178	572	573	574	575	576
179	577	578	579	580	581
180	582	583	584	585	586
181	587	588	589	590	591
182	592	593	594	595	596
183	597	598	599	600	601
184	602	603	604	605	606
185	607	608	609	610	611
186	612	613	614	615	616
187	617	618	619	620	621
188	622	623	624	625	626
189	627	628	629	630	631
190	632	633	634	635	636
191	637	638	639	640	641
192	642	643	644	645	646
193	647	648	649	650	651
194	652	653	654	655	656
195	657	658	659	660	661
196	662	663	664	665	666
197	667	668	669	670	671
198	672	673	674	675	676
199	677	678	679	680	681
200	682	683	684	685	686
201	687	688	689	690	691
202	692	693	694	695	696
203	697	698	699	700	701
204	702	703	704	705	706
205	707	708	709	710	711
206	712	713	714	715	716
207	717	718	719	720	721
208	722	723	724	725	726
209	727	728	729	730	731
210	732	733	734	735	736
211	737	738	739	740	741
212	742	743	744	745	746
213	747	748	749	750	751
214	752	753	754	755	756
215	757	758	759	760	761
216	762	763	764	765	766
217	767	768	769	770	771
218	772	773	774	775	776
219	777	778	779	780	781
220	782	783	784	785	786
221	787	788	789	790	791
222	792	793	794	795	796
223	797	798	799	800	801
224	802	803	804	805	806
225	807	808	809	810	811
226	812	813	814	815	816
227	817	818	819	820	821
228	822	823	824	825	826
229	827	828	829	830	831
230	832	833	834	835	836
231	837	838	839	840	841
232	842	843	844	845	846
233	847	848	849	850	851
234	852	853	854	855	856

2	2.79	0.00	
3	2.04	1.52	
4	1.90	3.05	
5	1.78	4.57	
6	1.62	6.10	
7	1.42	7.62	
8	1.27	9.14	
9	1.10	10.67	
10	0.95	12.19	
11	0.05	13.72	
12	0.95	15.24	
13	0.05	16.76	
14	0.95	18.29	
15	0.05	19.81	
16	0.95	21.34	
17	0.05	22.86	
18	0.95	24.38	
19	0.05	25.91	
20	0.00	27.42	
21	2.78	27.42	
22	0.00	0.00	
23	3.05	0.00	
24	6.10	0.00	
25	9.14	0.00	
26	12.19	0.00	
27	15.24	0.00	
28	18.29	0.00	
29	21.34	0.00	
30	24.38	0.00	
31	27.43	0.00	
32	76.20	21.11	0.00
33	132790.0	0.00	0.00
34	66395.0	-11500.0	0.00
35	-66395.0	-11500.0	0.00
36	-132700.0	0.00	0.00
37	-66395.0	11500.0	0.00
38	66395.0	11500.0	0.00
39	0.1		
40	0.2		
41	0.4		
42	0.5		
43	0.6		
44	0.7		
45	0.8		
46	0.0		
47	68.0	85000000.0	1.00
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			

123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

MATRIZ DE IMPEDANCA DEPLE (1000/KG)

0.156E+00	0.102E+00	0.986E-01	0.984E-01	0.102E+00	0.106E+00
0.763E+00	0.312E+00	0.285E+00	0.212E+00	0.212E+00	0.312E+00
0.102E+00	0.102E+00	0.986E-01	0.984E-01	0.982E-01	0.102E+00
0.313E+00	0.771E+00	0.320E+00	0.226E+00	0.226E+00	0.719E+00
0.986E+01	0.980E+01	0.141E+00	0.910E-01	0.943E-01	0.2984E-01
0.265E+00	0.320E+00	0.771E+00	0.233E+00	0.226E+00	0.214E+00
0.984E-01	0.910E-01	0.141E+00	0.141E+00	0.950E-01	0.940E-01
0.214E+00	0.226E+00	0.233E+00	0.777E+00	0.320E+00	0.226E+00
0.102E+00	0.987E-01	0.949E-01	0.950E-01	0.147E+00	0.102E+00
0.219E+00	0.226E+00	0.226E+00	0.320E+00	0.771E+00	0.313E+00
0.106E+00	0.102E+00	0.984E-01	0.320E+00	0.102E+00	0.106E+00
0.219E+00	0.219E+00	0.214E+00	0.265E+00	0.313E+00	0.1763E+00

MATRIZ DE COEFICIENTES (1000/KG)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.136E+00	0.312E+00	0.145E+00	0.875E+00	0.102E+00	0.116E+00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.317E+00	0.135E+00	0.297E+00	0.963E+00	0.112E+00	0.109E+00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.199E+00	0.297E+00	0.132E+00	0.903E+00	0.903E+00	0.875E+00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.875E+00	0.963E+00	0.903E+00	0.132E+00	0.297E+00	0.189E+00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.109E+00	0.112E+00	0.963E+00	0.297E+00	0.132E+00	0.317E+00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.116E+00	0.145E+00	0.875E+00	0.189E+00	0.317E+00	0.136E+00

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63

MATRIZ DE TOLERANCIA SERIE (CON SIMILICIAS)

0.641E+00	-0.167E-01	-0.182E-01	-0.011E-09	-0.177E-01	-0.478E-02
0.703E+00	-0.472E-02	-0.099E-02	-0.149E-07	-0.108E-01	-0.165E-01
0.478E-02	0.109E-01	0.130E-03	-0.115E-01	0.183E-04	-0.732E-01
-0.165E-01	-0.011E+00	0.210E-04	-0.241E-01	0.792E-04	-0.327E-01
-0.177E-01	0.078E-04	0.101E-01	0.004E-04	-0.209E-01	0.113E-04
-0.108E-01	-0.110E-03	0.465E+00	0.143E-04	0.144E-01	0.792E-04
-0.149E-07	0.416E-01	0.471E-04	0.801E-01	0.693E-04	-0.415E-01
-0.596E-07	0.219E-01	-0.529E-02	-0.452E+00	0.131E-01	0.741E-01
0.182E-01	-0.182E-03	0.220E-01	0.471E-04	0.461E-01	0.139E-01
-0.989E-02	-0.702E-04	0.144E-01	-0.529E-04	0.465E+00	0.219E-04
0.167E-01	0.716E-01	-0.183E-04	0.416E-01	0.876E-04	0.498E-01
-0.417E-02	-0.320E-01	-0.792E-01	-0.233E-01	-0.155E-01	0.601E-01

MATRIZ DE CAPACITANCIA (CONDICION X KM)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.790E+00	-0.162E-00	-0.608E-09	-0.272E-09	0.304E+00	-0.391E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.162E-00	0.818E+00	-0.155E-00	-0.271E-00	-0.312E-09	-0.302E-00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.608E-09	-0.155E-00	0.408E-00	-0.299E-04	-0.271E-09	-0.232E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.271E-09	-0.271E-00	-0.299E-04	0.338E-00	-0.155E-00	-0.041E-00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.304E-00	-0.302E-00	-0.271E-09	-0.155E-00	0.011E-00	-0.192E-00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.391E-09	-0.302E-00	-0.299E-04	-0.699E-00	-0.155E-00	0.708E-04

MATRIZ DE ADMITANCIA (SIEMENS/KM)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.298E-05	-.012E-06	-.263E-06	-.877E-07	-.117E-06	-.117E-06
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-.612E-06	0.308E-05	-.588E-06	-.102E-06	-.114E-06	-.111E-06
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-.263E-06	-.588E-06	0.102E-05	-.113E-06	-.122E-06	-.144E-07
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-.877E-07	-.102E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.305E-05	-.263E-06
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-.117E-06	-.114E-06	-.113E-06	-.122E-06	-.144E-07	-.144E-07
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-.147E-06	-.117E-06	-.874E-07	-.263E-06	-.512E-06	0.298E-05

MATRIZ DE SUSCEPTANCIA REACTIVA (MVAR. STATISTICAS)
[SIEMENS/KM]

0.000E+00	0.211E-07	-.774E-07	0.000E+00	0.774E-07	-.211E-07
0.173E-05	-.366E-07	0.450E-07	0.568E-13	0.450E-07	-.366E-07
-.211E-07	0.284E-13	0.574E-08	0.208E-06	0.634E-08	0.331E-06
-.366E-07	0.284E-05	-.343E-05	-.126E-06	-.126E-12	0.191E-06
0.774E-07	-.574E-08	-.126E-11	0.208E-06	0.126E-06	0.284E-08
0.450E-07	-.943E-09	0.154E-05	-.508E-08	-.112E-06	-.341E-12
0.000E+00	-.208E-06	-.293E-08	0.000E+00	0.293E-08	0.208E-06
0.000E+00	-.120E-06	-.508E-08	0.305E-05	-.508E-08	-.120E-06
-.774E-07	-.284E-05	-.154E-06	-.208E-08	0.305E-13	0.574E-08
0.450E-07	-.341E-12	-.112E-06	-.508E-08	0.354E-05	-.993E-09
0.211E-07	-.331E-06	-.634E-08	-.208E-06	-.574E-08	0.284E-13
-.366E-07	0.191E-06	-.508E-12	-.126E-06	-.943E-09	0.284E-05

CONDUCTOR: GRAV. OF SUPERHEATED (V/M)

A	10242.11
B	9525.21
C	10615.85
D	10615.85
E	9525.21
F	10242.11

X	Y	GRADIENT BE
TT(22, 0.92/11)		
2.290000	0.000000E+00	1152.066
2.040000	1.820000	1137.469
1.900000	4.050000	1135.066
1.780000	6.870000	1141.099
1.670000	9.100000	1294.123
1.420000	7.020000	1572.128
1.270000	9.140000	1936.992
1.100000	10.200000	2335.228
0.9500000	12.140000	2604.313
0.8500000	13.720000	429.205
0.9500000	15.240000	3765.936
0.9500000	16.760000	3203.444
0.9500000	18.290000	4570.431
0.9500000	19.810000	555.454
0.9500000	21.340000	4924.427
0.9500000	22.860000	157.852
0.9500000	24.380000	4816.036
0.9500000	25.910000	183.851
0.0000000E+00	27.420000	4042.444
2.780000	27.920000	4270.210
0.0000000E+00	0.0000000E+00	1068.896
3.050000	0.0000000E+00	1224.878
6.100000	0.0000000E+00	1324.151
9.140000	0.0000000E+00	1722.330
12.19000	0.0000000E+00	1796.318
15.24000	0.0000000E+00	171.253
18.29000	0.0000000E+00	1537.509
21.34000	0.0000000E+00	1331.331
24.38000	0.0000000E+00	1136.237
27.43000	0.0000000E+00	925.324

PERDIDAS POR EFECTO COMERCIAL

PERDIDA (C.M. 00)	TEMPERATURA (C.)	FACTUR P.P. 00	OPERTACION (C.M. 00)	PERDIDAS (C.M. 00)
76.20000	21.11000	0.1000000	2.520000	025.4711
76.20000	21.11000	0.2000000	3.184001	399.0456
76.20000	21.11000	0.3000000	4.770981	10.000000E+00
76.20000	21.11000	0.4000000	10.36800	0.0000000E+00
76.20000	21.11000	0.5000000	15.96000	0.0000000E+00
76.20000	21.11000	0.6000000	15.55200	0.0000000E+00
76.20000	21.11000	0.7000000	14.14400	0.0000000E+00
76.20000	21.11000	0.8000000	20.73600	0.0000000E+00
76.20000	21.11000	0.9000000	24.42800	0.0000000E+00

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63

CORRIENTE DE RECEPCION EN CADA FASE
(A)

MAGNITUD DE LA CORRIENTE (AMPERES)	ANGULO	COMPONENTES
1066.847	0.000000E+00	(1066.847, 0.00000000E+00)
1066.847	-0.000000	(533.4235, -923.8796)
1066.847	-1.000000	(-1066.847, -5.611940E-12)
1066.847	-2.000000	(-533.4235, 923.8796)
1066.847	-3.000000	(533.4235, -923.8796)

VOLTAJE DE RECEPCION EN CADA FASE:

MAGNITUD DEL VOLTAJE (VOLTS)	ANGULO	COMPONENTES
132790.0	0.00000000E+00	(132790.0, 0.00000000E+00)
132790.0	-1.047199	(66395.00, -115000.00)
132790.0	-2.094398	(-66395.00, -115000.00)
132790.0	3.141593	(-132790.0, 0.00000000E+00)
132790.0	2.094398	(66395.00, 115000.00)
132790.0	1.047199	(66395.00, 115000.00)

VOLTAJE DE ENVIO EN CADA FASE:

MAGNITUD DEL VOLTAJE (VOLTS)	ANGULO	COMPONENTES
141447.3	0.00000000E+00	(141447.3, 0.00000000E+00)
144650.1	-0.714294	(102297.3, -94763.25)
144426.5	-1.764624	(-25805.39, -131008.27)
142717.7	-2.518999	(-132790.0, -923.8796)
142428.0	-2.218863	(-106684.7, 923.8796)
134411.2	1.450071	(78377.54, 131341.4)

CORRIENTE DE ENVIO EN CADA FASE:
(A)

MAGNITUD DE LA CORRIENTE (AMPERES)	ANGULO	COMPONENTES
1058.459	2.4493064E-02	(1058.459, 26.45233)
1063.343	-1.173632	(581.7228, -963.2063)
1067.266	-2.068889	(-510.1260, -938.0278)
1057.293	-3.110002	(-1058.459, -27.41363)
1062.730	2.147352	(-552.3420, 907.8504)
1068.165	1.071789	(511.2024, 937.9953)

1 MAGNITUDE DE LA
 2 COEFFICIENTE DE EFICIENCIA EN CADA FASE.
 3 EN COMPONENTES RECTANGULARES.

4 1.8689766E-02
 5 1066.432
 6 1.8694391E-02
 7 1.0820420E-02
 8 9.4066116E-03
 9 1.3829816E-02

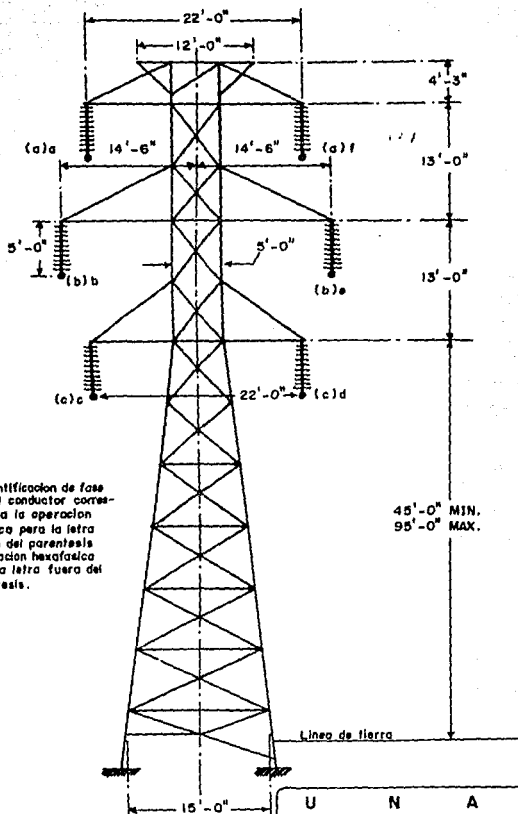
11 MAGNITUDE DE LA
 12 COEFFICIENTE DE EFICIENCIA EN CADA FASE
 13 EN COMPONENTES SIMÉTRICAS (1)

14 0.4507136
 15 1063.027
 16 0.1086748
 17 2.1996779
 18 6.0677923E-02
 19 3.474517

21 FACTORES DE DIFUSIÓN DE
 22 ELECTROMAGNETISMO CLASIFICADO

23	0.04	0.00
24	100.00	100.00
25	0.01	0.00
26	0.21	0.00
27	0.01	0.00
28	0.13	0.00

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62



U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
YESIS PROFESIONAL			
TITULO: TORRE DE TRANSMISION WPS, 138 KV.			
FIGURA No.	ESCALA:	FECHA: 1988	

	60.0	-100.00	0.0117	0.01170	-3.35	A
	0.068	20.72	0.0147	0.01470	-4.41	A
	0.068	16.76	0.0147	0.01470	-4.41	A
	0.068	17.80	0.0147	0.01470	-3.35	C
	0.068	17.80	0.0147	0.01470	-3.35	C
	0.068	16.76	0.0147	0.01470	-4.41	E
	0.068	20.72	0.0147	0.01470	-3.35	F
8	2.130	21.62	0.0041	0.00057	11.89202	
9	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
10	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000		
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000		
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000		
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
15	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000		
16	-0.5	-0.866	-0.5	0.866		
17	-0.5	-0.866	-0.5	0.866		
18	0.0	0.000	0.0	0.0		
19	0.0	0.000	0.0	0.0		
20	0.0	0.000	0.0	0.0		
21	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000		
22	-0.5	-0.866	-0.5	0.866		
23	-0.5	-0.866	-0.5	0.866		
24	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
25	0.0	0.000	0.0	0.000		
26	0.0	0.000	0.0	0.0		
27	0.0	0.000	0.0	0.0		
28	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
29	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
30	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000		
31	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000		
32	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000		
33	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
34	0.0	0.000	0.0	0.0		
35	0.0	0.000	0.0	0.0		
36	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000		
37	-0.5	-0.866	-0.5	0.866		
38	-0.5	-0.866	-0.5	0.866		
39	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
40	0.0	0.000	0.0	0.0		
41	0.0	0.000	0.0	0.000		
42	0.0	0.000	0.0	0.000		
43	1.0	0.0000	1.0000	0.0000		
44	-0.5	-0.866	-0.5	0.866		
45	-0.5	-0.866	-0.5	0.866		
46	83700000.0	0.000000	1051.0	100.0		
47	16.09					
48	32.17					
49	48.27					
50	64.37					
51	80.46					
52	23000.0					
53	-115000.0	-199185.8				
54	-115000.0	-199185.8				
55	230000.0	0.00				
56	-115000.0	-199185.8				
57	-115000.0	-199185.8				
58	-3.35	20.72				
59	-4.41	16.76				
60	-3.35	17.80				
61	3.35	17.80				
62	4.41	16.76				
63	3.35	20.72				

DATOS DEL SISTEMA:

VOLTAJE A TIERRA DEL SISTEMA: 132750.56

NUMERO DE FASAS: 3

NUMERO DE CIRCUITOS: 2

1 SUBCONDUCTOR POR FASE

RESISTIVIDAD DEL TERRENO: 100.0

FRECUENCIA: 60.0

DATOS DE LOS CONDUCTORES:

Y CONFIGURACION DE LA LINEA:

CONDUCTOR	DISTANCIA HORIZ. DE LA TIERRA (M)	ALTURA (M)	RADIO (M)	AREA (M ²)	RESIST. (OHM/KM)
A	-3.36	20.72	0.147	0.117600	0.1088
B	-3.41	16.76	0.147	0.117600	0.0988
C	-3.35	12.80	0.147	0.117600	0.0888
D	3.35	12.80	0.147	0.117600	0.0988
E	3.41	16.76	0.147	0.117600	0.0888
F	3.36	20.72	0.147	0.117600	0.1088
G1	11.00	23.62	0.043	0.0005700	2.130
G2	11.04	21.67	0.043	0.0005700	2.130

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63

MATRIZ DE IMPEDANCIA SERIE (OHM/KM)

13	0.155E+00	0.119E+00	0.121E+00
14	0.510E+00	0.298E+00	0.281E+00
15			
16	0.119E+00	0.151E+00	0.117E+00
17	0.298E+00	0.520E+00	0.298E+00
18			
19	0.121E+00	0.119E+00	0.158E+00
20	0.281E+00	0.298E+00	0.515E+00
21			
22			
23			
24			

MATRIZ DE COEFICIENTES (CHARA/KM)

25	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
26	0.707E+08	0.227E+08	0.183E+08
27			
28	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
29	0.227E+08	0.740E+08	0.227E+08
30			
31	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
32	0.183E+08	0.227E+08	0.707E+08
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			

MATRIZ DE IMPEDANCIA SERIE (COMP. SIMPLICAS)
(OHMS/KM)

42			
43	0.393E+01	0.296E-02	-0.728E-02
44	0.110E+01	-0.296E-02	-0.646E-02
45			
46	-0.672E-02	0.341E+01	-0.818E-02
47	-0.646E-02	0.221E+00	0.300E-02
48			
49	0.896E-02	0.687E-02	0.341E+01
50	-0.259E-02	0.341E-02	0.271E+00
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

MATRIZ DE CAPACITANCIA (COULOMB/KV)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.162E-07	-1.408E-09	-1.201E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-1.408E-08	0.100E-07	-1.408E-08
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-2.88E-09	-1.408E-08	0.162E-07

MATRIZ DE ADMITANCIA (SIEMENS/KV)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.611E-05	-1.154E-05	-1.109E-05
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-1.154E-05	0.134E-05	-1.154E-05
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-1.109E-05	-1.154E-05	0.611E-05

MATRIZ DE ADMITANCIA PARALELO (CO-P. STATISTICAS)
(SIEMENS/KV)

0.000E+00	-1.152E-06	0.142E-06
0.331E-05	0.879E-07	0.079E-07
0.152E-06	0.128E-12	0.239E-06
0.879E-07	0.717E-05	-1.135E-06
-1.152E-06	-2.30E-06	-1.20E-12
0.079E-07	-1.134E-06	0.747E-05

PARAMETROS DE LA LINEA PARA EL CASO TRANSUESTO:

ZPE-ZP 211.200,31238E+00 (0.000000)
 (0.153457E+02,0.512900E+01) (0.149484E+02,0.291042E+01)
 (3.4107195E+02,0.226914E+01) (0.3228035E+03,1.050731E+01)
 PP-PW (DARAF/KM) (0.0000000E+00,7.177634E+07) (0.0000000E+00,7.1297244E+07)
 CP-CW (COULOMB/KM) (0.0000000E+00,1.3142755E+04) (0.0000000E+00,-3.621601E+09)
 YPE-YN, Y11, Y00, 3 FASES (SIFRENS/KM) (0.0000000E+00,0.1856123E+04) (0.0000000E+00,-1.3681441E+06)
 (0.0000000E+00,0.1856123E+04) (0.0000000E+00,3.3094027E+06)

POTENCIA CARACTERISTICA (VA) 1307058+00 00
 CAPACIDAD DE TRANSMISION (VA) 844517968.00
 LONGITUD LEG. DE LINEA POTENCIA DE LINEA PERDIDAS: PFC:
 (KM) VOLT. (KV) MARTHA (MW) (KV) (KV) (KV)

16.09000	0.4734665	1.2528303E+10	1815232.	99.56791
32.18000	1.626208	6.5003192E+09	3631072.	99.13940
48.27000	1.658542	3.2226831E+09	3111472.	98.71429
64.37000	2.371760	3.1942815E+09	2269288.	98.29205
80.46000	3.165805	2.3093774E+09	804488.	97.87117

CONDUCTOR:	GRAD. DE SUPERFICIE (V/L)	GRADIENTE DE TIERRA (RV/L)
7.200000	0.0000000F+00	838.4368
7.400000	0.0000000F+00	857.8004
7.600000	0.0000000F+00	877.1640
7.800000	0.0000000F+00	896.5276
8.000000	0.0000000F+00	915.8912
8.200000	0.0000000F+00	935.2548
8.400000	0.0000000F+00	954.6184
8.600000	0.0000000F+00	973.9820
8.800000	0.0000000F+00	993.3456
9.000000	0.0000000F+00	1012.7092
9.200000	0.0000000F+00	1032.0728
9.400000	0.0000000F+00	1051.4364
9.600000	0.0000000F+00	1070.7999
9.800000	0.0000000F+00	1090.1635
10.000000	0.0000000F+00	1109.5271
10.200000	0.0000000F+00	1128.8907
10.400000	0.0000000F+00	1148.2543
10.600000	0.0000000F+00	1167.6179
10.800000	0.0000000F+00	1186.9815
11.000000	0.0000000F+00	1206.3451
11.200000	0.0000000F+00	1225.7087
11.400000	0.0000000F+00	1245.0723
11.600000	0.0000000F+00	1264.4359
11.800000	0.0000000F+00	1283.7995
12.000000	0.0000000F+00	1303.1631
12.200000	0.0000000F+00	1322.5267
12.400000	0.0000000F+00	1341.8903
12.600000	0.0000000F+00	1361.2539
12.800000	0.0000000F+00	1380.6175
13.000000	0.0000000F+00	1400.0000
13.200000	0.0000000F+00	1419.3825
13.400000	0.0000000F+00	1438.7650
13.600000	0.0000000F+00	1458.1475
13.800000	0.0000000F+00	1477.5300
14.000000	0.0000000F+00	1496.9125
14.200000	0.0000000F+00	1516.2950
14.400000	0.0000000F+00	1535.6775
14.600000	0.0000000F+00	1555.0600
14.800000	0.0000000F+00	1574.4425
15.000000	0.0000000F+00	1593.8250
15.200000	0.0000000F+00	1613.2075
15.400000	0.0000000F+00	1632.5900
15.600000	0.0000000F+00	1651.9725
15.800000	0.0000000F+00	1671.3550
16.000000	0.0000000F+00	1690.7375
16.200000	0.0000000F+00	1710.1200
16.400000	0.0000000F+00	1729.5025
16.600000	0.0000000F+00	1748.8850
16.800000	0.0000000F+00	1768.2675
17.000000	0.0000000F+00	1787.6500
17.200000	0.0000000F+00	1807.0325
17.400000	0.0000000F+00	1826.4150
17.600000	0.0000000F+00	1845.7975
17.800000	0.0000000F+00	1865.1800
18.000000	0.0000000F+00	1884.5625
18.200000	0.0000000F+00	1903.9450
18.400000	0.0000000F+00	1923.3275
18.600000	0.0000000F+00	1942.7100
18.800000	0.0000000F+00	1962.0925
19.000000	0.0000000F+00	1981.4750
19.200000	0.0000000F+00	2000.8575
19.400000	0.0000000F+00	2020.2400
19.600000	0.0000000F+00	2039.6225
19.800000	0.0000000F+00	2059.0050
20.000000	0.0000000F+00	2078.3875
20.200000	0.0000000F+00	2097.7700
20.400000	0.0000000F+00	2117.1525
20.600000	0.0000000F+00	2136.5350
20.800000	0.0000000F+00	2155.9175
21.000000	0.0000000F+00	2175.3000
21.200000	0.0000000F+00	2194.6825
21.400000	0.0000000F+00	2214.0650
21.600000	0.0000000F+00	2233.4475
21.800000	0.0000000F+00	2252.8300
22.000000	0.0000000F+00	2272.2125
22.200000	0.0000000F+00	2291.5950
22.400000	0.0000000F+00	2310.9775
22.600000	0.0000000F+00	2330.3600
22.800000	0.0000000F+00	2349.7425
23.000000	0.0000000F+00	2369.1250
23.200000	0.0000000F+00	2388.5075
23.400000	0.0000000F+00	2407.8900
23.600000	0.0000000F+00	2427.2725
23.800000	0.0000000F+00	2446.6550
24.000000	0.0000000F+00	2466.0375
24.200000	0.0000000F+00	2485.4200
24.400000	0.0000000F+00	2504.8025
24.600000	0.0000000F+00	2524.1850
24.800000	0.0000000F+00	2543.5675
25.000000	0.0000000F+00	2562.9500
25.200000	0.0000000F+00	2582.3325
25.400000	0.0000000F+00	2601.7150
25.600000	0.0000000F+00	2621.0975
25.800000	0.0000000F+00	2640.4800
26.000000	0.0000000F+00	2659.8625
26.200000	0.0000000F+00	2679.2450
26.400000	0.0000000F+00	2698.6275
26.600000	0.0000000F+00	2718.0100
26.800000	0.0000000F+00	2737.3925
27.000000	0.0000000F+00	2756.7750
27.200000	0.0000000F+00	2776.1575
27.400000	0.0000000F+00	2795.5400
27.600000	0.0000000F+00	2814.9225
27.800000	0.0000000F+00	2834.3050
28.000000	0.0000000F+00	2853.6875
28.200000	0.0000000F+00	2873.0700
28.400000	0.0000000F+00	2892.4525
28.600000	0.0000000F+00	2911.8350
28.800000	0.0000000F+00	2931.2175
29.000000	0.0000000F+00	2950.6000
29.200000	0.0000000F+00	2969.9825
29.400000	0.0000000F+00	2989.3650
29.600000	0.0000000F+00	3008.7475
29.800000	0.0000000F+00	3028.1300
30.000000	0.0000000F+00	3047.5125
30.200000	0.0000000F+00	3066.8950
30.400000	0.0000000F+00	3086.2775
30.600000	0.0000000F+00	3105.6600
30.800000	0.0000000F+00	3125.0425
31.000000	0.0000000F+00	3144.4250
31.200000	0.0000000F+00	3163.8075
31.400000	0.0000000F+00	3183.1900
31.600000	0.0000000F+00	3202.5725
31.800000	0.0000000F+00	3221.9550
32.000000	0.0000000F+00	3241.3375
32.200000	0.0000000F+00	3260.7200
32.400000	0.0000000F+00	3280.1025
32.600000	0.0000000F+00	3299.4850
32.800000	0.0000000F+00	3318.8675
33.000000	0.0000000F+00	3338.2500
33.200000	0.0000000F+00	3357.6325
33.400000	0.0000000F+00	3377.0150
33.600000	0.0000000F+00	3396.3975
33.800000	0.0000000F+00	3415.7800
34.000000	0.0000000F+00	3435.1625
34.200000	0.0000000F+00	3454.5450
34.400000	0.0000000F+00	3473.9275
34.600000	0.0000000F+00	3493.3100
34.800000	0.0000000F+00	3512.6925
35.000000	0.0000000F+00	3532.0750
35.200000	0.0000000F+00	3551.4575
35.400000	0.0000000F+00	3570.8400
35.600000	0.0000000F+00	3590.2225
35.800000	0.0000000F+00	3609.6050
36.000000	0.0000000F+00	3628.9875
36.200000	0.0000000F+00	3648.3700
36.400000	0.0000000F+00	3667.7525
36.600000	0.0000000F+00	3687.1350
36.800000	0.0000000F+00	3706.5175
37.000000	0.0000000F+00	3725.9000
37.200000	0.0000000F+00	3745.2825
37.400000	0.0000000F+00	3764.6650
37.600000	0.0000000F+00	3784.0475
37.800000	0.0000000F+00	3803.4300
38.000000	0.0000000F+00	3822.8125
38.200000	0.0000000F+00	3842.1950
38.400000	0.0000000F+00	3861.5775
38.600000	0.0000000F+00	3880.9600
38.800000	0.0000000F+00	3900.3425
39.000000	0.0000000F+00	3919.7250
39.200000	0.0000000F+00	3939.1075
39.400000	0.0000000F+00	3958.4900
39.600000	0.0000000F+00	3977.8725
39.800000	0.0000000F+00	3997.2550
40.000000	0.0000000F+00	4016.6375
40.200000	0.0000000F+00	4036.0200
40.400000	0.0000000F+00	4055.4025
40.600000	0.0000000F+00	4074.7850
40.800000	0.0000000F+00	4094.1675
41.000000	0.0000000F+00	4113.5500
41.200000	0.0000000F+00	4132.9325
41.400000	0.0000000F+00	4152.3150
41.600000	0.0000000F+00	4171.6975
41.800000	0.0000000F+00	4191.0800
42.000000	0.0000000F+00	4210.4625
42.200000	0.0000000F+00	4229.8450
42.400000	0.0000000F+00	4249.2275
42.600000	0.0000000F+00	4268.6100
42.800000	0.0000000F+00	4287.9925
43.000000	0.0000000F+00	4307.3750
43.200000	0.0000000F+00	4326.7575
43.400000	0.0000000F+00	4346.1400
43.600000	0.0000000F+00	4365.5225
43.800000	0.0000000F+00	4384.9050
44.000000	0.0000000F+00	4404.2875
44.200000	0.0000000F+00	4423.6700
44.400000	0.0000000F+00	4443.0525
44.600000	0.0000000F+00	4462.4350
44.800000	0.0000000F+00	4481.8175
45.000000	0.0000000F+00	4501.2000
45.200000	0.0000000F+00	4520.5825
45.400000	0.0000000F+00	4539.9650
45.600000	0.0000000F+00	4559.3475
45.800000	0.0000000F+00	4578.7300
46.000000	0.0000000F+00	4598.1125
46.200000	0.0000000F+00	4617.4950
46.400000	0.0000000F+00	4636.8775
46.600000	0.0000000F+00	4656.2600
46.800000	0.0000000F+00	4675.6425
47.000000	0.0000000F+00	4695.0250
47.200000	0.0000000F+00	4714.4075
47.400000	0.0000000F+00	4733.7900
47.600000	0.0000000F+00	4753.1725
47.800000	0.0000000F+00	4772.5550
48.000000	0.0000000F+00	4791.9375
48.200000	0.0000000F+00	4811.3200
48.400000	0.0000000F+00	4830.7025
48.600000	0.0000000F+00	4850.0850
48.800000	0.0000000F+00	4869.4675
49.000000	0.0000000F+00	4888.8500
49.200000	0.0000000F+00	4908.2325
49.400000	0.0000000F+00	4927.6150
49.600000	0.0000000F+00	4946.9975
49.800000	0.0000000F+00	4966.3800
50.000000	0.0000000F+00	4985.7625
50.200000	0.0000000F+00	5005.1450
50.400000	0.0000000F+00	5024.5275
50.600000	0.0000000F+00	5043.9100
50.800000	0.0000000F+00	5063.2925
51.000000	0.0000000F+00	5082.6750
51.200000	0.0000000F+00	5102.0575
51.400000	0.0000000F+00	5121.4400
51.600000	0.0000000F+00	5140.8225
51.800000	0.0000000F+00	5160.2050
52.000000	0.0000000F+00	5179.5875
52.200000	0.0000000F+00	5198.9700
52.400000	0.0000000F+00	5218.3525
52.600000	0.0000000F+00	5237.7350
52.800000	0.0000000F+00	5257.1175
53.000000	0.0000000F+00	5276.5000
53.200000	0.0000000F+00	5295.8825
53.400000	0.0000000F+00	5315.2650
53.600000	0.0000000F+00	5334.6475
53.800000	0.0000000F+00	5354.0300
54.000000	0.0000000F+00	5373.4125
54.200000	0.0000000F+00	5392.7950
54.400000	0.0000000F+00	5412.1775
54.600000	0.0000000F+00	5431.5600
54.800000	0.0000000F+00	5450.9425
55.000000	0.0000000F+00	5470.3250
55.200000	0.0000000F+00	

PERDIDAS POR EFECTO CORONA

PRESTON (CM. HG)	TEMPERATURA (C.)	FACTOR DE SUP.	GRADIENTE (MV/CM)	PERDIDAS (h/m ²)
76.20000	21.11000	0.1000000	2.62153	2159.492
76.20000	21.11000	0.2000000	5.284318	1393.358
76.20000	21.11000	0.3000000	7.921477	796.274
76.20000	21.11000	0.4000000	10.568664	365.1149
76.20000	21.11000	0.5000000	13.21580	99.76226
76.20000	21.11000	0.6000000	15.85295	0.7889779
76.20000	21.11000	0.7000000	18.4911	0.0000000E+00
76.20000	21.11000	0.8000000	21.13727	0.0000000E+00
76.20000	21.11000	0.9000000	23.77443	0.0000000E+00

1	MAGNITUD DE LA
2	CORRIENTE DE RECEPCION EN CADA FASE.
3	EN COMPONENTES SIMETRICAS.(a)
4	2.2446395E-02
5	1105.401
6	3.3617799E-02
7	2.2937617E-02
8	1105.401
9	3.3497028E-02
10	
11	MAGNITUD DE LA
12	CORRIENTE DE ENVIO EN CADA FASE.
13	EN COMPONENTES SIMETRICAS.(a)
14	1.126826
15	1091.475
16	1.270643
17	1.141292
18	1091.633
19	1.2659
20	
21	FACTORES DE DESPLAZAMIENTO
22	ELECTROMAGNETICO Y ELECTROSTATICO
23	0.10 0.00
24	0.12 0.00
25	0.14 0.00
26	0.16 0.00
27	0.18 0.00
28	0.20 0.00
29	0.22 0.00
30	0.24 0.00
31	0.26 0.00
32	0.28 0.00
33	0.30 0.00
34	0.32 0.00
35	0.34 0.00
36	0.36 0.00
37	0.38 0.00
38	0.40 0.00
39	0.42 0.00
40	0.44 0.00
41	0.46 0.00
42	0.48 0.00
43	0.50 0.00
44	0.52 0.00
45	0.54 0.00
46	0.56 0.00
47	0.58 0.00
48	0.60 0.00
49	0.62 0.00
50	0.64 0.00
51	0.66 0.00
52	0.68 0.00
53	0.70 0.00
54	0.72 0.00
55	0.74 0.00
56	0.76 0.00
57	0.78 0.00
58	0.80 0.00
59	0.82 0.00
60	0.84 0.00
61	0.86 0.00
62	0.88 0.00
63	0.90 0.00
64	0.92 0.00
65	0.94 0.00
66	0.96 0.00
67	0.98 0.00
68	1.00 0.00
69	1.02 0.00
70	1.04 0.00
71	1.06 0.00
72	1.08 0.00
73	1.10 0.00
74	1.12 0.00
75	1.14 0.00
76	1.16 0.00
77	1.18 0.00
78	1.20 0.00
79	1.22 0.00
80	1.24 0.00
81	1.26 0.00
82	1.28 0.00
83	1.30 0.00

1	60.0	100.00	112.50	125.00	100.00
2	0.068	20.72	0.0147	0.01178	-2.150
3	0.068	16.76	0.0147	0.01178	-2.41
4	0.068	12.80	0.0147	0.01178	-3.35
5	0.068	8.84	0.0147	0.01178	-3.35
6	0.068	4.88	0.0147	0.01178	-3.35
7	0.068	20.72	0.0147	0.01178	2.150
8	2.130	23.62	0.0043	0.00057	-1.962
9	2.130	23.62	0.0043	0.00057	1.962
10	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
13	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
14	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
15	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
16	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
17	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
18	-1.0	0.000	-1.0	0.000	
19	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
20	0.5	0.866	0.5	-0.866	
21	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
22	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
23	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
24	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
25	0.5	0.866	0.5	-0.866	
26	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
27	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
28	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
29	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
30	0.5	0.866	0.5	-0.866	
31	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
32	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
33	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
34	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
35	0.5	0.866	0.5	-0.866	
36	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
37	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
38	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
39	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
40	0.5	0.866	0.5	-0.866	
41	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
42	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
43	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
44	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
45	0.5	0.866	0.5	-0.866	
46	86.940000	0.118000	0.1050	0.1050	
47	16.09				
48	18.18				
49	64.27				
50	64.37				
51	80.46				
52	138000.0	0.00			
53	69000.0	-119511.0			
54	-69000.0	-119511.0			
55	-138000.0	0.0			
56	69000.0	119511.0			
57	69000.0	119511.0			
58	-3.35	20.72			
59	-4.41	16.76			
60	-3.35	12.80			
61	3.35	12.80			
62	4.41	16.76			
63	3.35	20.72			

1	2.74	0.00
2	2.04	1.52
3	1.00	3.05
4	1.74	4.57
5	1.67	4.10
6	1.22	7.62
7	1.77	0.14
8	1.10	10.67
9	0.05	12.10
10	0.95	12.72
11	0.05	15.74
12	0.05	16.76
13	0.05	19.20
14	0.05	19.41
15	0.05	21.34
16	0.05	22.80
17	0.05	24.30
18	0.05	25.01
19	0.00	27.02
20	2.78	27.82
21	0.00	0.00
22	3.05	0.00
23	6.10	0.00
24	9.14	0.00
25	12.10	0.00
26	15.74	0.00
27	18.29	0.00
28	21.34	0.00
29	24.38	0.00
30	27.43	0.00
31	26.70	21.11
32	138000.0	0.00
33	-60000.0	-119511.0
34	-60000.0	-119511.0
35	-138000.0	0.0
36	-60000.0	119511.0
37	-60000.0	119511.0
38	0.1	
39	0.2	
40	0.3	
41	0.4	
42	0.5	
43	0.6	
44	0.7	
45	0.8	
46	0.9	
47	65.0	869400000.0 0.05
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

DATOS DEL SISTEMA:

VOLTAJE A TIERRA DEL SISTEMA: 11,000.00
 NUMERO DE FASES: 3
 NUMERO DE CIRCULOS: 1

1 SUBCONDUCTOR POR FASE
 RESISTIVIDAD DEL CABLE: 1.00.0
 FRECUENCIA: 60.0

DATOS DE LOS CONDUCTORES
Y CONFIGURACION DE LA LINEA:

CONDUCTOR	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA LINEA (M)	ALTURA (M)	RADIO (M)	RNG (M)	RESIST. (Ω /M)
A	-3.35	20.72	0.0147	0.0117600	0.068
B	-2.41	16.78	0.0147	0.0117600	0.068
C	-1.35	12.86	0.0147	0.0117600	0.068
D	3.35	12.86	0.0147	0.0117600	0.068
E	4.41	16.78	0.0147	0.0117600	0.068
F	3.35	20.72	0.0147	0.0117600	0.068
G1	-1.80	23.62	0.043	0.005700	2.140
G2	1.80	23.62	0.043	0.005700	2.140

MATRIZ DE IMPEDANCIA SERV. (OHM/KM)

10	0.204E+00	0.125E+00	0.120E+00	0.119E+00	0.125E+00	0.135E+00
11	0.751E+00	0.319E+00	0.275E+00	0.254E+00	0.263E+00	0.273E+00
12	0.125E+00	0.184E+00	0.111E+00	0.111E+00	0.116E+00	0.125E+00
13	0.319E+00	0.768E+00	0.332E+00	0.276E+00	0.276E+00	0.263E+00
14	0.120E+00	0.111E+00	0.175E+00	0.107E+00	0.111E+00	0.119E+00
15	0.275E+00	0.332E+00	0.776E+00	0.299E+00	0.275E+00	0.254E+00
16	0.119E+00	0.111E+00	0.107E+00	0.119E+00	0.111E+00	0.120E+00
17	0.254E+00	0.276E+00	0.299E+00	0.776E+00	0.332E+00	0.275E+00
18	0.125E+00	0.116E+00	0.111E+00	0.111E+00	0.104E+00	0.125E+00
19	0.263E+00	0.270E+00	0.276E+00	0.332E+00	0.768E+00	0.319E+00
20	0.135E+00	0.125E+00	0.119E+00	0.120E+00	0.125E+00	0.204E+00
21	0.273E+00	0.263E+00	0.254E+00	0.275E+00	0.332E+00	0.275E+00

MATRIZ DE COEFICIENTES (OHM/KM)

40	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
41	0.126E+00	0.294E+00	0.177E+00	0.133E+00	0.155E+00	0.172E+00
42	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
43	0.284E+00	0.144E+00	0.294E+00	0.170E+00	0.300E+00	0.090E+00
44	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
45	0.177E+00	0.259E+00	0.130E+00	0.205E+00	0.172E+00	0.133E+00
46	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
47	0.133E+00	0.170E+00	0.294E+00	0.140E+00	0.294E+00	0.177E+00
48	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
49	0.156E+00	0.109E+00	0.170E+00	0.259E+00	0.131E+00	0.254E+00
50	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
51	0.172E+00	0.156E+00	0.133E+00	0.177E+00	0.284E+00	0.126E+00

MATRIZ DE IMPEDANCIA SENSIT (COMP. SIMÉTRICAS)

0.781E+00	0.327E+01	0.173E-01	0.052E+00	-1.15E-01	0.472E-02
0.219E+01	-7.40E-02	-0.522E-02	0.050E+00	-0.124E-01	-0.320E-01
0.002E-02	0.600E+01	0.567E-03	-0.61E-01	-0.173E-03	-0.222E-01
-0.120E-01	0.540E+00	0.297E-04	0.957E-22	-0.734E-04	-0.143E-01
-0.135E-01	0.304E-03	0.022E-01	0.173E-03	-0.130E-01	-0.123E-03
-0.124E-01	-0.476E-03	0.342E+00	0.340E-04	0.401E-02	-0.123E-04
-0.298E-07	0.163E-01	0.120E-03	0.642E-01	0.173E-03	-0.161E-01
-0.264E-07	0.017E-02	-0.130E-03	0.423E+00	0.380E-01	0.437E-02
0.174E-11	0.193E-03	0.137E-01	0.120E-03	0.652E-01	0.557E-03
-0.522E-02	0.733E-01	0.782E-02	-0.130E-03	0.442E+00	0.229E-04
0.427E-01	0.235E-01	0.123E-03	0.103E-01	0.302E-03	0.699E-01
-0.730E-02	-0.120E-01	0.733E-02	0.017E-02	-0.47E-03	0.512E-06

MATRIZ DE CAPACITANCIA (CONDENS X KK)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.856E+00	-1.51E-08	-0.618E-09	-0.367E-09	-0.495E-09	-0.755E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.151E-08	0.000E+00	-0.151E-09	-0.273E-09	-0.430E-09	-0.135E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.618E-09	-0.151E-09	0.000E+00	-0.201E-09	-0.277E-09	-0.387E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.367E-09	-0.273E-09	-0.201E-09	0.000E+00	-0.151E-09	-0.218E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.495E-09	-0.430E-09	-0.277E-09	-0.151E-09	0.000E+00	-0.000E+00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.755E-09	-0.135E-09	-0.387E-09	-0.218E-09	-0.000E+00	0.000E+00

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

MATRIZ DE ADMITANCIA (CIRCUITOS)

14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
15	0.323E-05	-5.70E-06	-2.23E-06	-1.13E-06	-1.87E-06	-2.25E-06
16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
17	-5.70E-06	0.320E-05	-5.83E-06	-1.99E-06	-1.85E-06	-2.18E-06
18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
19	-2.23E-06	-5.83E-06	0.11E-05	-1.33E-06	-1.14E-06	-1.19E-06
20	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
21	-1.13E-06	-1.99E-06	2.00E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
22	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
23	-2.25E-06	-2.18E-06	-1.19E-06	-5.83E-06	-5.83E-06	-2.33E-06
24	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
25	-1.87E-06	-1.85E-06	-1.14E-06	-1.33E-06	1.14E-06	-5.70E-06
26	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
27	-2.25E-06	-2.33E-06	-1.19E-06	-2.33E-06	-5.70E-06	-0.323E-05

MATRIZ DE ADMITANCIA PARALELO (CIRCUITOS)
(STAMPENS/KH)

43	0.000E+00	-2.11E-07	-7.62E-07	0.000E+00	0.762E-07	0.211E-07
44	0.165E-05	0.366E-07	0.440E-07	0.000E+00	0.440E-07	0.266E-07
45	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
46	0.211E-07	-2.40E-07	-6.59E-08	0.104E-06	0.716E-08	0.161E-06
47	0.166E-07	0.307E-05	0.114E-07	-6.02E-07	0.241E-14	0.211E-07
48	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
49	0.762E-07	0.659E-08	0.307E-13	-2.50E-08	0.118E-06	0.716E-08
50	0.440E-07	0.114E-07	0.374E-05	0.433E-08	-6.98E-07	0.455E-12
51	0.000E+00	-1.04E-05	0.250E-08	0.000E+00	-2.50E-08	0.104E-06
52	0.284E-13	-6.02E-07	0.133E-08	0.291E-08	0.133E-08	-6.02E-07
53	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
54	-7.62E-07	-2.11E-07	-1.19E-06	0.250E-08	0.162E-13	-6.02E-07
55	0.440E-07	0.366E-07	-6.88E-07	0.433E-08	0.374E-05	0.114E-07
56	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
57	-2.11E-07	-1.61E-06	-7.16E-08	-1.94E-06	0.659E-08	0.219E-13
58	0.366E-07	0.440E-07	0.440E-12	-6.02E-07	0.114E-07	0.366E-07

PARAMETROS DE LA LUZ PARA EL CASO TRANSPARENTO:

ZPE, Z_e (CMV/K) (0.1875600, 0.7658790) (0.1186806, 0.7853599)
 Z_{11} , Z_{22} (OHM/K) (6.8879433E-02, 0.4805100) (0.750929, 2.192679)
 PE, P_e (PABER/K) (0.0000000E+00, 1.2906442E+08) (0.0000000E+00, 1.9893132E+07)
 CE, C_e (FEM/K) (0.0000000E+00, 8.4794891E-07) (0.0000000E+00, -8.21005335E-10)
 YPE, Y_e (SICM/K) (0.0000000E+00, 3.1866490E-06) (0.0000000E+00, -3.0839954E-07)
 Y_{11} , Y_{22} (SICM/K) (0.0000000E+00, 1.6547014E-06)

POTENCIA CARACTERÍSTICA (W): 300015420.00

CAPACIDAD DE TRANSMISION (VA): 877680000.00

LOCACION: 50. DE: 200 FIC: 1
 (KM) VOLT MAXIMA (A) (W)

16.0000	1.018127	1.263E+00	713147	98.16171
37.18000	2.368965	6.4435389E+09	1.4663296E+07	98.34137
48.27000	4.653041	4.37216E+09	2.1896452E+07	97.63217
64.37000	6.659681	3.4456222E+09	2.9335808E+07	96.73586
80.46000	8.376536	2.74411E+09	3.60712E+07	95.75151

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63

CONDUCTOR: GRAV. OF
SUBJECTS (V/D)

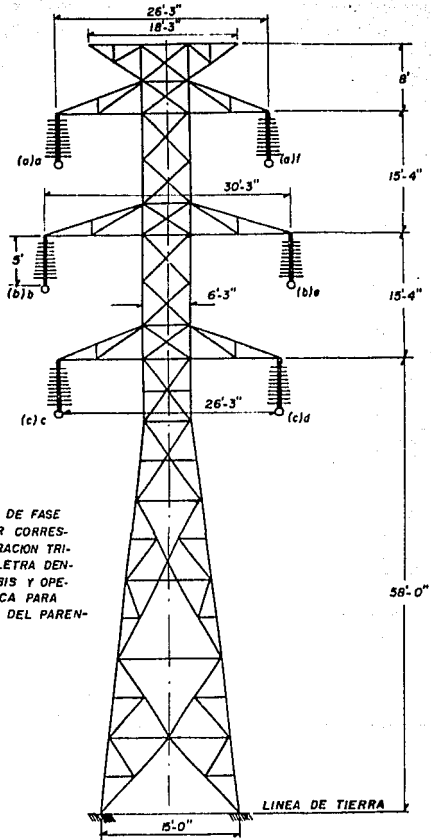
A	14157.44
B	13443.99
C	13713.03
D	13713.67
E	11444.99
F	14157.44

		CREDITS OF
2.290000	0.000000F+00	1741.000
2.040000	1.470000	1781.000
1.900000	3.050000	1907.265
1.780000	4.570000	2128.591
1.620000	6.100000	2505.894
1.420000	7.720000	3249.112
1.270000	9.140000	4740.511
1.100000	10.670000	7291.150
0.950000	12.190000	10518.243
0.950000	13.720000	15109.07
0.950000	15.240000	19612.65
0.950000	16.760000	1473.25
0.950000	18.290000	12671.277
0.950000	19.810000	12312.13
0.950000	21.330000	16069.85
0.950000	22.850000	7387.184
0.950000	24.380000	4407.952
0.450000	25.910000	3301.024
0.000000F+00	27.430000	2276.533
2.780000	27.430000	2311.000
0.000000F+00	0.000000F+00	1737.117
3.050000	0.000000F+00	1752.030
6.100000	0.000000F+00	1710.644
9.140000	0.000000F+00	1552.238
12.190000	0.000000F+00	1337.211
15.240000	0.000000F+00	1122.433
18.290000	0.000000F+00	951.7347
21.340000	0.000000F+00	815.1700
24.380000	0.000000F+00	675.5128
27.430000	0.000000F+00	577.0652

PERDITAS POR EFECTO CURVA

PERDIDA (Ct. 25)	TEMPERATURA (C)	ELECTRO DE 30p.	GRADIENTE (K/C)	PERDIDAS (Ct. 25)
76.20000	21.11000	0.1000000	2.642159	147.460
76.20000	21.11000	0.2000000	5.284318	856.3149
76.20000	21.11000	0.3000000	7.926477	406.1429
76.20000	21.11000	0.4000000	10.56864	121.9505
76.20000	21.11000	0.5000000	13.21080	1.7477
76.20000	21.11000	0.6000000	15.85295	0.000000E+00
76.20000	21.11000	0.7000000	18.49511	0.000000E+00
76.20000	21.11000	0.8000000	21.13727	0.000000E+00
76.20000	21.11000	0.9000000	23.77943	0.000000E+00

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63



LA IDENTIFICACION DE FASE PARA EL CONDUCTOR CORRESPONDE A LA OPERACION TRIFASICA PARA LA LETRA DENTRO DEL PARENTESIS Y OPERACION HEXAFASICA PARA LA LETRA FUERA DEL PARENTESIS.

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: TORRE DE TRANSMISION WPS-1 138 KV.			
FIGURA No.	ESCALA:	FECHA: 1988	

1	66.0	1.0000	1.0000	1.0000
2	0.068	25.42	0.00107	-0.0170
3	0.068	25.42	0.00107	-0.0170
4	0.068	25.42	0.00107	-0.0170
5	0.068	25.42	0.00107	-0.0170
6	0.068	25.42	0.00107	-0.0170
7	0.068	25.42	0.00107	-0.0170
8	2.130	29.40	0.0044	0.00857
9	2.130	29.40	0.0044	0.00857
10	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
17	-0.5	-0.268	-0.2	-0.266
18	-0.5	-0.268	-0.2	-0.266
19	0.0	0.000	0.0	0.0
20	0.0	0.000	0.0	0.0
21	0.0	0.000	0.0	0.0
22	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
23	-0.5	-0.268	-0.2	-0.266
24	-0.5	-0.268	-0.2	-0.266
25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0	0.000	0.0	0.0
27	0.0	0.000	0.0	0.0
28	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
32	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
33	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
34	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
35	0.0	0.000	0.0	0.0
36	0.0	0.000	0.0	0.0
37	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
38	-0.5	-0.268	-0.2	-0.266
39	-0.5	-0.268	-0.2	-0.266
40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
41	0.0	0.000	0.0	0.0
42	0.0	0.000	0.0	0.0
43	1.0	0.000	1.0000	0.0000
44	-0.5	-0.268	-0.2	-0.266
45	-0.5	-0.268	-0.2	-0.266
46	83700000.0	2300000.0	1350.0	100000.0
47	16.00			
48	32.15			
49	48.27			
50	64.37			
51	80.46			
52	23000.0	0.0		
53	-11500.0	0.195125.2		
54	-11500.0	0.195125.2		
55	23000.0	0.0		
56	-11500.0	0.195125.2		
57	-11500.0	0.195125.2		
58	-4.00	12.15		
59	-4.51	12.15		
60	-4.00	12.15		
61	4.00	12.15		
62	4.61	12.15		
63	4.00	12.15		
64	4.00	12.15		

1	2.29	0.20
2	2.04	1.69
3	1.40	3.08
4	1.78	4.57
5	1.62	6.16
6	1.42	7.67
7	1.27	0.14
8	1.10	0.67
9	0.95	1.19
10	0.95	11.72
11	0.95	16.24
12	0.95	16.76
13	0.95	19.20
14	0.95	19.61
15	0.95	21.34
16	0.95	22.66
17	0.95	24.38
18	0.95	25.31
19	0.00	27.89
20	2.78	27.82
21	0.00	0.00
22	3.05	0.00
23	6.16	0.00
24	6.16	0.00
25	12.14	0.00
26	15.24	0.00
27	19.20	0.00
28	21.34	0.00
29	22.38	0.00
30	27.43	0.00
31	76.20	21.11
32	23000.0	0.00
33	-11500.0	-100185.8
34	-11500.0	100185.8
35	23000.0	0.00
36	-11500.0	-100185.8
37	-11500.0	100185.8
38	0.1	
39	0.2	
40	0.3	
41	0.4	
42	0.5	
43	0.6	
44	0.7	
45	0.8	
46	0.9	
47	65.0	83700000.0
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

DATOS DEL SISTEMA

VOLTAJE 110 V
 NÚMERO DE FASES 3
 NÚMERO DE CIRCUITOS 3

1 SUBCOMANDO DEL PANEL
 RESISTENCIA DEL CABLE
 EMPUJÓN 150.0

DATOS DE LOS CONDUCTORES
 7 CONFIGURACIÓN DE LA LÍNEA:

CONDUCTOR	DISTANCIA HORIZ. DE LA LINEA (M)	ALTURA (M)	PADILLO (°)	PESO (KG)	RESIST. (Ω/KM)
A	-4.00	25.30	-0.147	0.117600	0.068
B	-4.00	20.50	-0.147	0.117600	0.068
C	4.00	16.15	-0.147	0.117600	0.068
D	4.00	16.15	-0.147	0.117600	0.068
E	4.00	20.50	-0.147	0.117600	0.068
F	4.00	25.30	-0.147	0.117600	0.068
G1	-2.70	29.40	-0.043	0.057000	2.130
G2	2.70	29.40	-0.043	0.057000	2.130

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64

1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10	MATRIX OF COEFFICIENTS (10-1)		
11			
12			
13	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
14	0.157E-27	-1.205E-05	-1.205E-05
15			
16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
17	-1.405E-08	0.155E-07	-1.405E-08
18			
19	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
20	-1.280E-08	-1.405E-07	1.157E-07
21			
22			
23			
24			
25	MATRIX OF DERIVATIVES (STEP 1)		
26			
27			
28	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
29	0.593E-05	-1.153E-05	-1.100E-05
30			
31	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
32	-1.153E-05	0.542E-05	-1.153E-05
33			
34	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
35	-1.100E-05	-1.153E-05	0.593E-05
36			
37			
38			
39			
40	MATRIX OF DERIVATIVES (STEP 2) (STEP 1)		
41			
42			
43			
44	0.000E+00	-1.100E-05	0.100E-05
45	0.316E-05	0.947E-07	0.143E-07
46			
47	0.103E-06	0.711E-13	0.244E-06
48	0.947E-07	-1.722E-05	-1.100E-05
49			
50			
51	-1.100E-05	-1.722E-05	0.711E-13
52	0.947E-07	-1.441E-06	0.722E-05
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			

CONDUCTOR : GRAD. OF
SUBELECT. (10/23)

8			
9			
10			
11	B	15644.80	
12			
13	A	15877.01	
14			
15	C	15533.07	
16			
17	D	15533.07	
18			
19	E	14971.01	
20			
21	F	15644.80	
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33	X	GRADIENT OF	
34			
35	2.290000	0.000000E+00	594.0610
36	2.040000	1.520000	600.2227
37	1.900000	3.050000	630.3274
38	1.780000	4.570000	692.6363
39	1.620000	6.100000	846.3458
40	1.420000	7.620000	1165.624
41	1.270000	9.140000	1704.403
42	1.100000	10.67000	2430.276
43	0.950000	12.19000	3478.253
44	0.850000	13.72000	4989.207
45	0.850000	15.24000	6310.964
46	0.950000	16.76000	8495.191
47	0.950000	18.29000	11478.740
48	0.950000	19.81000	15318.262
49	0.950000	21.34000	20022.563
50	0.950000	22.86000	26702.378
51	0.950000	24.38000	3438.655
52	0.950000	25.91000	4420.621
53	0.000000E+00	27.43000	6183.911
54	2.780000	28.95000	7504.460
55	0.000000E+00	0.000000E+00	473.2150
56	3.050000	0.000000E+00	612.1750
57	6.100000	0.000000E+00	177.2373
58	9.140000	0.000000E+00	546.2711
59	12.19000	0.000000E+00	442.2905
60	15.24000	0.000000E+00	366.1651
61	18.29000	0.000000E+00	257.7425
62	21.34000	0.000000E+00	177.1411
63	24.38000	0.000000E+00	116.8314
64	27.43000	0.000000E+00	84.27455
65			
66			
67			
68			
69			
70			

CORRIENTE DE LINEA EN CADA FASE
(A)MAGNITUD ANGULO COMPONENTES
DE LA DE LACORRIENTE COMPONENTES
(AMPERES) (AMPERES)

1105.817 -18.14518 (1650.496, -345.2914)

1105.817 -13.19552 (-221.2684, -737.1863)

1105.817 -25.81052 (-726.1082, 1082.4171)

1105.817 -37.81952 (1050.583, -345.1841)

1105.817 -49.81052 (-824.1910, -737.2426)

1105.817 -61.81952 (-226.4415, 1012.3891)

69.00

VOLTAJE DE RECEPCION EN CADA FASE:

MAGNITUD ANGULO COMPONENTES
DEL VOLTAJE VOLTAJE

(VOLTS) (VOLTS)

132790.6 0.0000000E+00 (132790.6, 0.0000000E+00)

132790.6 -2.304395 (-66395.28, -115000.0)

132790.6 2.004395 (-66395.28, -115000.0)

132790.6 0.0000000E+00 (132790.6, 0.0000000E+00)

132790.6 -2.004395 (-66395.28, -115000.0)

132790.6 2.004395 (-66395.28, -115000.0)

VOLTAJE DE ENVIO EN CADA FASE:

MAGNITUD ANGULO COMPONENTES
DEL VOLTAJE VOLTAJE

(VOLTS) (VOLTS)

153309.3 0.1076426 (150342.8, 30013.371)

151051.6 -1.385173 (-46752.46, -143539.2)

148874.8 2.305768 (-99895.84, -110193.9)

153254.7 0.1076312 (150242.8, 30013.021)

150977.4 -1.385441 (-46731.41, -143563.1)

148742.9 2.305797 (-99890.25, -110242.2)

CORRIENTE DE LINEA EN CADA FASE:

MAGNITUD ANGULO COMPONENTES
DE LA DE LACORRIENTE COMPONENTES
(AMPERES) (AMPERES)

1089.667 -0.2891757 (1344.423, -310.7318)

1091.066 -2.102620 (-721.2682, -751.4512)

1093.696 1.806508 (-759.4149, 1063.4571)

1089.672 -0.2892027 (1344.541, -310.6034)

1092.060 -2.352533 (-742.2489, -751.6224)

1093.726 1.806508 (-759.4149, 1063.4571)

2345789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

1	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
2	0.068	25.48	0.0127	0.01176	-4.200	0.000
3	0.068	25.48	0.0127	0.01176	-4.200	0.000
4	0.068	16.15	0.0132	0.01176	4.000	0.000
5	0.068	16.15	0.0132	0.01176	4.000	0.000
6	0.068	20.30	0.0147	0.01176	4.600	0.000
7	0.068	25.48	0.0147	0.01176	4.600	0.000
8	2.130	29.41	0.0643	0.00057	-2.72	0.000
9	2.130	29.41	0.0643	0.00057	-2.72	0.000
10	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.5	-0.866	0.5	-0.866	0.000	0.000
18	-0.5	-0.866	0.5	-0.866	0.000	0.000
19	-1.0	0.000	-1.0	0.000	0.000	0.000
20	-0.5	0.866	-0.5	0.866	0.000	0.000
21	0.5	0.866	0.5	0.866	0.000	0.000
22	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	0.000	0.000
24	-1.0	0.000	-1.0	0.000	0.000	0.000
25	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	0.000	0.000
27	-0.5	0.866	-0.5	0.866	0.000	0.000
28	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
32	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
33	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
34	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
35	-0.5	0.866	-0.5	0.866	0.000	0.000
36	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	0.000	0.000
37	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
38	-0.5	0.866	-0.5	0.866	0.000	0.000
39	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	0.000	0.000
40	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
41	0.5	0.866	0.5	0.866	0.000	0.000
42	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	0.000	0.000
43	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
44	-0.5	-0.866	-0.5	-0.866	0.000	0.000
45	0.5	-0.866	0.5000	0.866	0.000	0.000
46	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
47	16.08					
48	2.13					
49	48.27					
50	64.37					
51	80.46					
52	13800.0	0.000				
53	6400.0	-119511.0				
54	6400.0	-119511.0				
55	13800.0	0.000				
56	6400.0	119511.0				
57	6400.0	119511.0				
58	-4.00	20.20				
59	-4.00	20.20				
60	4.00	12.15				
61	4.00	12.15				
62	4.00	25.48				
63	4.00	25.48				

1	2.24	0.00
2	2.04	1.52
3	1.90	3.05
4	1.78	4.57
5	1.62	6.10
6	1.42	7.62
7	1.27	9.14
8	1.10	10.67
9	0.95	12.19
10	0.95	13.72
11	0.95	15.24
12	0.95	16.76
13	0.95	18.29
14	0.95	19.81
15	0.95	21.34
16	0.95	22.86
17	0.95	24.38
18	0.95	25.91
19	0.00	27.43
20	2.78	27.92
21	0.00	0.00
22	3.05	0.00
23	6.10	0.00
24	9.14	0.00
25	12.19	0.00
26	15.24	0.00
27	18.29	0.00
28	21.34	0.00
29	24.38	0.00
30	27.43	0.00
31	76.20	21.11
32	138000.0	0.00
33	69000.0	-119511.0
34	-69000.0	-119511.0
35	-138000.0	0.00
36	-69000.0	119511.0
37	69000.0	119511.0
38	0.1	
39	0.2	
40	0.3	
41	0.4	
42	0.5	
43	0.6	
44	0.7	
45	0.8	
46	0.9	
47	68.0	869400000.0
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63

MATRIX DE TENDENCIA DEFORMACION (GPa/Km)

19	0.197E+00	0.120E+00	0.114E+00	0.118E+00	0.115E+00	0.128E+00
16	0.759E+00	0.315E+00	0.259E+00	0.248E+00	0.206E+00	0.207E+00
17	0.120E+00	0.140E+00	0.107E+00	0.107E+00	0.111E+00	0.117E+00
18	0.315E+00	0.770E+00	0.327E+00	0.279E+00	0.272E+00	0.2260E+00
21	0.414E+00	0.107E+00	0.170E+00	0.102E+00	0.107E+00	0.114E+00
22	0.269E+00	0.227E+00	0.283E+00	0.291E+00	0.277E+00	0.207E+00
23	0.114E+00	0.107E+00	0.102E+00	0.120E+00	0.107E+00	0.114E+00
24	0.248E+00	0.279E+00	0.291E+00	0.783E+00	0.327E+00	0.2269E+00
27	0.119E+00	0.111E+00	0.107E+00	0.107E+00	0.180E+00	0.120E+00
28	0.260E+00	0.272E+00	0.272E+00	0.327E+00	0.774E+00	0.315E+00
29	0.126E+00	0.114E+00	0.114E+00	0.114E+00	0.127E+00	0.137E+00
31	0.267E+00	0.260E+00	0.248E+00	0.264E+00	0.315E+00	0.1759E+00

40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63

MATRIX DE COMPRESIBILIDAD (GPa/Km)

42	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
44	0.136E+00	0.207E+00	0.147E+00	0.147E+00	0.173E+00	0.100E+00
46	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
47	0.297E+00	0.135E+00	0.313E+00	0.186E+00	0.196E+00	0.173E+00
48	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
50	0.187E+00	0.313E+00	0.134E+00	0.214E+00	0.000E+00	0.102E+00
51	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
52	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
53	0.142E+00	0.186E+00	0.214E+00	0.134E+00	0.313E+00	0.187E+00
54	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
55	0.173E+00	0.186E+00	0.142E+00	0.187E+00	0.135E+00	0.297E+00
56	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
58	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
59	0.184E+00	0.173E+00	0.142E+00	0.187E+00	0.297E+00	0.130E+00

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63

MATRIZ DE IMPEDANCIA LINEAL (COMP. BINOMIALS)
 (OHMS/KM)

0.749E+00	0.316E-01	0.209E-01	-0.00E-00	-0.177E-01	0.933E-02
0.218E+01	-0.689E-02	-0.334E-02	0.724E-07	-0.130E-01	-0.744E-01
0.903E-02	0.648E-01	0.454E-03	-0.147E-01	0.217E-03	-0.141E-01
-0.794E-01	0.454E+00	0.932E-04	0.111E-01	0.269E-03	-0.123E-01
-0.139E-01	-0.350E-03	0.454E+00	0.133E-03	0.863E-01	0.269E-04
0.149E-07	0.149E-01	0.188E-03	0.882E-01	0.140E-03	-0.187E-01
0.000E+00	0.149E-01	-0.345E-03	0.135E+00	0.133E-03	0.113E-01
0.209E-01	-0.217E-03	0.144E-01	-0.185E-03	0.832E-01	0.454E-03
-0.836E-02	-0.269E-04	0.838E-02	-0.546E-04	0.454E+00	0.942E-04
0.300E-01	0.203E-01	-0.217E-03	0.189E-01	0.311E-03	0.698E-01
-0.888E-02	-0.103E-01	-0.269E-04	0.139E-01	-0.354E-03	0.558E+00

MATRIZ DE CAPACITANCIA (COULOMB X KM)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.831E-08	-0.147E-08	-0.007E-09	-0.358E-09	-0.520E-09	-0.741E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.147E-08	0.000E+00	-0.151E-08	-0.600E-09	0.374E-09	-0.520E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.607E-09	-0.151E-08	0.000E+00	0.849E-09	0.000E+00	-0.358E-09
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.358E-09	-0.607E-09	-0.147E-08	0.849E-09	-0.151E-08	0.000E+00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.520E-09	-0.358E-09	-0.550E-09	-0.151E-08	0.832E-08	-0.147E-08
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.741E-09	-0.520E-09	-0.550E-09	-0.151E-08	-0.151E-08	0.000E+00

MATRIZ DE ADITIVOS (SIFEM/S/64)

15	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
16	0.313E-08	-5.51E-06	-7.73E-07	-1.14E-06	-1.96E-06	-2.79E-06
17	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
18	-5.54E-06	0.314E-05	-5.71E-06	-7.07E-06	-2.16E-06	-1.196E-06
19						
20						
21	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
22	-2.29E-06	-5.71E-06	-1.07E-06	-3.20E-06	-2.07E-06	-1.14E-06
23						
24	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
25	-1.134E-06	-7.07E-06	-3.20E-06	-3.07E-05	-5.71E-06	-2.29E-06
26						
27	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
28	-1.96E-06	-2.16E-06	-7.07E-06	-5.71E-06	0.114E-05	-5.54E-06
29						
30	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
31	-2.79E-06	-1.96E-06	-1.134E-06	-2.29E-06	-5.54E-06	0.313E-05
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

MATRIZ DE ADITIVOS PARALELO (COMP. SIMÉTRICAS)
(6JEMFNS/KM)

44	0.000E+00	-1.17E-07	-2.41E-07	0.000E+00	0.41E-07	0.187E-07
45	0.158E-05	0.324E-07	0.471E-07	0.000E+00	0.247E-07	0.324E-07
46						
47	0.187E-07	-3.58E-14	-5.14E-08	0.117E-06	0.198E-08	0.134E-06
48	0.324E-07	0.301E-05	0.424E-08	-6.77E-07	0.164E-13	0.774E-07
49						
50	0.41E-07	0.544E-08	0.142E-14	-1.42E-08	0.122E-06	0.148E-06
51	0.471E-07	0.924E-08	0.364E-05	0.345E-08	-7.04E-07	0.227E-12
52						
53	0.000E+00	-1.17E-06	0.199E-08	0.000E+00	-1.19E-06	0.117E-06
54	-2.84E-14	-6.77E-07	1.345E-08	0.320E-08	0.145E-06	-6.77E-07
55						
56	-0.41E-07	-1.134E-08	-1.22E-16	0.148E-06	-1.12E-13	-5.44E-08
57	0.471E-07	0.227E-12	-7.04E-07	0.345E-08	0.364E-05	0.924E-08
58						
59	-1.17E-07	-1.134E-06	-1.98E-08	-1.17E-06	0.51E-06	0.235E-14
60	0.324E-07	0.774E-07	0.504E-13	-6.77E-07	0.022E-08	0.031E-05
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

PARAMETROS DE LA LINEA PARA EL CASO TRANSMISION:

ZDF, ZI, (OHM/KM) (0.1822304, 0.7718112) (0.113300, 0.2807824)
 ZII, ZOB, (OHM/KM) (0.6688976, 0.2710288) (0.7491832, 0.1757232)
 CO, CB, (FEMPERVA) (0.0000000, 1.3307198E+04) (0.0000000, 2.1258175E+07)
 CP, CB, (FEMPERVA) (0.0000000, 1.3307198E+04) (0.0000000, 2.1258175E+07)
 YDF, YI, (SIEGMA/KM) (0.0000000, 3.1250989E-09) (0.0000000, -8.1290985E-10)
 YOB, YII, (SIEGMA/KM) (0.0000000, 3.1129186E-06) (0.0000000, -1.0641065E-07)
 YII, YOO, (SIEGMA/KM) (0.0000000, 3.1129186E-06) (0.0000000, 1.5835158E+08)

POTENCIA CARACTERISTICA (W): 301524996.00
 CAPACIDAD DE TRANSMISION (VA): 87768000.00
 LONGITUD (KM) 1000.00
 PFC: 0.9999999999
 PFC: 0.9999999999
 VOLT (V) 100000.00
 VOLT (V) 100000.00
 VAXTRA (V) 100000.00

PERDIDAS: 100000.00
 PFC: 0.9999999999

1000000	1.022224	1.077257E+10	7327165	92.16124
32.18000	2.367039	6.3823653E+09	1.4654656E+07	98.34234
48.27000	3.118047	4.2989230E+09	2.1543458E+07	97.53370
64.37000	3.73857	3.2909365E+09	2.9313656E+07	96.73373
80.46000	4.25227	2.6945431E+09	3.8451501E+07	95.95111

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99

CONDUCTOR: GRAD. DE SUPERFICIE (V/F)

A	13754.90
B	1390.10
C	13372.35
D	13372.39
E	13390.10
F	13754.97

X	Y	GRADIENTE DE SUPERFICIE (V/F)
2.790000	0.0000000E+00	1396.318
2.040000	1.520000	1324.699
1.900000	3.050000	1381.910
1.780000	4.570000	1481.264
1.620000	6.100000	1631.288
1.320000	7.620000	1845.485
1.270000	9.140000	2215.345
1.100000	10.670000	2900.498
0.950000	12.190000	4161.255
0.950000	13.720000	5942.498
0.950000	15.240000	8244.080
0.950000	16.760000	9876.184
0.950000	18.290000	10741.57
0.950000	19.810000	11406.22
0.950000	21.340000	12134.13
0.950000	22.860000	11112.58
0.950000	24.380000	10239.08
0.950000	25.910000	9016.47
0.000000E+00	27.420000	6027.302
2.780000	27.420000	7530.801
0.000000E+00	0.000000E+00	1304.618
3.050000	0.000000E+00	1396.241
6.100000	0.000000E+00	1631.254
9.140000	0.000000E+00	1845.472
12.190000	0.000000E+00	1843.448
15.240000	0.000000E+00	9.24.342
18.290000	0.000000E+00	824.3149
21.340000	0.000000E+00	718.3454
24.380000	0.000000E+00	625.5443
27.430000	0.000000E+00	542.7617

PERIODOS POR EFECTO CURVA	PRESTOS (Cm. 50)	TEMPERATURA (C)	FACTORES (Cm. 50)	CANTIDADES (Cm. 50)	PERCENTAJES (Cm. 50)
76.26000	21.11000	0.1000000	2.642159	1800.647	
76.27000	21.11000	0.2000000	5.284316	703.4037	
76.28000	21.11000	0.3000000	7.926473	300.5061	
76.29000	21.11000	0.4000000	10.56864	100.0370	
76.30000	21.11000	0.5000000	13.21080	1.19154	
76.31000	21.11000	0.6000000	15.85295	0.000000E+00	
76.32000	21.11000	0.7000000	18.49511	0.000000E+00	
76.33000	21.11000	0.8000000	21.13727	0.000000E+00	
76.34000	21.11000	0.9000000	23.77943	0.000000E+00	

123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

CORRIENTE DE RECEPCIÓN EN CADA FASE

(A)

MAGNITUD DE LA	ÁNGULO	COMPONENTES DE I ₃
CORRIENTE (AMPERES)		CORRIENTE (AMPERES)
1105,263	-19,19519	(1050,000,-345,1183)
1105,263	-79,19519	(226,1377,-1041,542)
1105,263	-49,1952	(-823,8455,-716,7964)
1105,263	-109,1952	(-1050,012,145,0634)
1105,263	-258,1952	(-226,1947,1081,070)
1105,263	-318,1952	(271,8167,736,3397)

VOLTAJE DE RECEPCIÓN EN CADA FASE:

(V)

MAGNITUD DEL	ÁNGULO DEL	COMPONENTES DEL
VOLTAJE (VOLTS)		VOLTAJE (VOLTS)
13000,0	0,00000000+00	(13000,0,0,00000000+00)
13000,0	-1,921178	(6309,075,-119511,9)
13000,0	-2,094397	(-6900,00,-119511,0)
13000,0	1,161533	(-13000,0,0,00000000+00)
13000,0	-2,094397	(-6900,00,119511,0)
13000,0	1,921178	(6309,075,119511,0)

VOLTAJE DE ENVÍO EN CADA FASE:

(V)

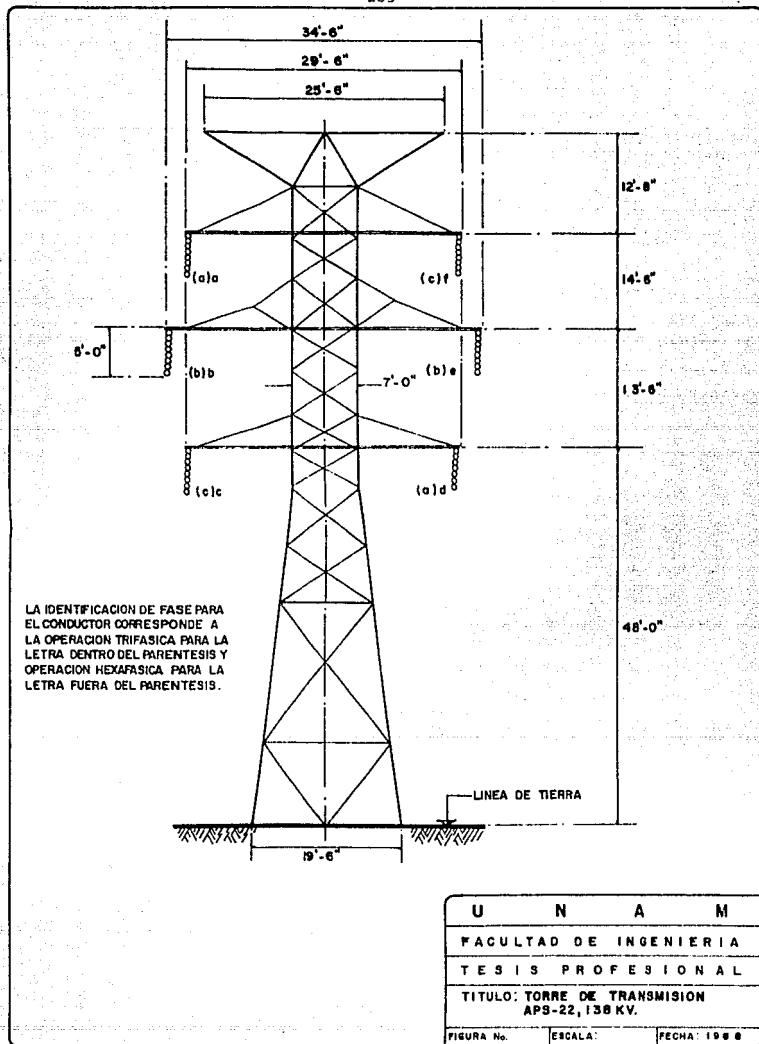
MAGNITUD DEL	ÁNGULO DEL	COMPONENTES DEL
VOLTAJE (VOLTS)		VOLTAJE (VOLTS)
164258,7	0,2212379	(160255,1,36044,50)
162267,2	-0,8023479	(127379,1,-11666,4)
158295,3	-1,2830736	(-40669,03,-152919,5)
160989,0	-2,309366	(-156341,2,-31436,04)
157881,3	-2,332090	(-109917,1,114298,7)
157130,6	1,282675	(34635,25,150653,1)

CORRIENTE DE ENVÍO EN CADA FASE:

(A)

MAGNITUD DE LA	ÁNGULO	COMPONENTES DE I _{6A}
CORRIENTE (AMPERES)		CORRIENTE (AMPERES)
1084,166	-0,2926215	(1043,441,-314,3576)
1092,174	-1,430545	(234,4552,-1043,219)
1094,670	-2,388768	(-797,346,-750,0247)
1094,630	2,810025	(-1043,433,418,5797)
1094,114	1,801825	(-250,3002,1063,071)
1094,404	0,2561650	(756,8815,751,1760)

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62



1	60.0	16.0	0.0	146.0	4.3	6.10	0.0
2	0.068	21.22	0.0147	0.01176	-4.446	3	
3	0.068	17.22	0.0147	0.01176	-5.259	4	
4	0.068	13.10	0.0147	0.01176	-4.136	5	
5	0.068	13.10	0.0147	0.01176	4.486	6	
6	0.068	17.22	0.0147	0.01176	5.259	7	
7	0.068	21.22	0.0147	0.01176	4.446	8	
8	2.130	25.31	0.0043	0.00057	-3.68	9	
9	2.130	25.31	0.0043	0.00057	3.68	10	
10	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000			
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000			
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000			
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
16	-0.5	0.866	-0.5	0.866			
17	-0.5	0.866	-0.5	0.866			
18	0.0	0.000	0.0	0.0			
19	0.0	0.000	0.0	0.0			
20	0.0	0.000	0.0	0.0			
21	0.0	0.000	0.0	0.0			
22	-0.0000	0.0000	1.0000	0.0000			
23	-0.5	0.866	-0.5	0.866			
24	-0.5	0.866	-0.5	0.866			
25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
26	0.0	0.000	0.0	0.0			
27	0.0	0.000	0.0	0.0			
28	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
29	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
31	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000			
32	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000			
33	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000			
34	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
35	0.0	0.000	0.0	0.0			
36	0.0	0.000	0.0	0.0			
37	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000			
38	-0.5	0.866	-0.5	0.866			
39	-0.5	0.866	-0.5	0.866			
40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
41	0.0	0.000	0.0	0.0			
42	0.0	0.000	0.0	0.0			
43	-1.0	0.0000	1.0000	0.0000			
44	-0.5	0.866	-0.5	0.866			
45	-0.5	0.866	-0.5	0.866			
46	8.0000	0.0000	0.1600	0.1050	0.1600	0.1050	
47	16.09						
48	32.18						
49	48.27						
50	64.37						
51	80.46						
52	23000.0						
53	-11500.0	-199185.2					
54	-11500.0	-199185.2					
55	23000.0	0.00					
56	-11500.0	-199185.0					
57	-11500.0	-199185.2					
58	-4.49	21.63					
59	-5.25	17.22					
60	-4.49	21.63					
61	4.49	13.10					
62	5.25	17.22					
63	4.49	21.63					

1	2.24	0.00
2	2.04	-1.59
3	1.90	3.05
4	1.78	3.57
5	1.67	4.10
6	1.47	7.57
7	1.27	0.13
8	1.10	10.67
9	0.95	2.10
10	0.95	13.72
11	0.05	16.24
12	0.95	18.78
13	0.05	19.24
14	0.95	19.61
15	0.95	21.34
16	0.95	22.86
17	0.95	24.38
18	0.95	25.91
19	0.00	27.42
20	2.74	27.82
21	0.00	0.00
22	3.05	0.00
23	6.10	0.00
24	9.14	0.00
25	12.19	0.00
26	15.24	0.00
27	18.29	0.00
28	21.34	0.00
29	24.38	0.00
30	27.43	0.00
31	76.20	21.11
32	23000.0	0.00
33	-115000.0	-100185.8
34	-115000.0	193185.4
35	230000.0	0.00
36	-115000.0	-100185.8
37	-115000.0	100185.8
38	0.1	0.00
39	0.2	0.00
40	0.3	0.00
41	0.4	0.00
42	0.5	0.00
43	0.6	0.00
44	0.7	0.00
45	0.8	0.00
46	0.9	0.00
47	RR.0	837000000.0
48		0.05
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63

DATOS DEL SISTEMA:

VOLTAGE A NIVEL DEL SISTEMA: 132740.50
 NUMERO DE FASES: 3
 NUMERO DE CABLES: 2

1 SUBCONDUCTOR POR FASE
 RESISTIVIDAD DEL TUBERO: 100.0
 FRECUENCIA: 60.0

DATOS DE LOS CONDUCTORES
Y CONFIGURACION DE LA LINEA:

CONDUCTOR	DISTANCIA HORIZ. AL CENRO DE LA LINEA (M)	ALTURA (M)	RADIO (M)	RNC (%)	RESIST. (OHMS/KM)
A	-4.50	21.63	0.147	0.117600	0.048
B	-5.26	17.22	0.147	0.117600	0.048
C	-4.50	13.10	0.147	0.117600	0.048
D	4.50	13.10	0.147	0.117600	0.048
E	5.26	17.22	0.147	0.117600	0.048
F	4.50	21.63	0.147	0.117600	0.048
G1	-3.86	25.31	0.043	0.005700	2.130
G2	3.86	25.31	0.043	0.005700	2.130

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63

MATRIZ DE IMPEDANCIAS SERIE (OHMS/KM)

0.150E+00	0.114E+00	0.116E+00
0.509E+00	0.294E+00	0.273E+00
0.114E+00	0.147E+00	0.114E+00
0.294E+00	0.319E+00	0.294E+00
0.116E+00	0.114E+00	0.150E+00
0.273E+00	0.294E+00	0.509E+00

MATRIZ DE COEFICIENTES (NARER/KM)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.710E+08	0.221E+08	0.170E+08
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.221E+08	0.740E+08	0.221E+08
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.170E+08	0.221E+08	0.710E+08

MATRIZ DE IMPEDANCIAS SERIE (COEF. SIMÉTRICAS)
(OHMS/KM)

0.379E+00	0.950E-02	-7.50E-02
0.109E+01	-1.353E-02	-1.648E-02
-1.780E+02	0.1749E+01	-0.918E-02
-1.648E-02	0.225E+00	0.544E-02
0.950E-02	0.932E-02	0.342E-01
-1.353E+02	0.521E-05	0.325E+00

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63

MATRIZ DE CAPACITANCIA (COULOMB/KV)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.160E-07	-0.000E+00	-0.250E-06
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.000E+00	0.150E-07	-0.000E-00
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.250E-06	-0.000E+00	0.100E-07

MATRIZ DE ADMITANCIA (SIEMENS/KM)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.602E-05	-0.151E-05	-0.974E-06
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.151E-05	0.600E-05	-0.151E-05
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-0.974E-06	-0.151E-05	0.602E-05

MATRIZ DE ADMITANCIA RA-ABEJO (CORP. SI-ETRICAS)
(SIEMENS/KM)

0.000E+00	-0.150E-06	0.150E-06
0.335E-05	0.919E-07	0.919E-07
0.150E-06	-0.204E-13	0.304E-06
0.919E-07	0.742E-15	-0.170E-06
-0.150E-06	0.204E-13	0.254E-13
0.919E-07	-0.170E-06	0.734E-05

64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83

PARAMETROS DE LA LINEA PARA EL CASO TRANSMISION:

ZF, ZC, ZII, ZOO, J, FASES, (JUN/AA)
 (0.149120E+06, 6.431940E+01, 0.114809, 0.28470251, 3, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
 (3.4117700E+02, 6.2257904E+01, 0.3791139, 1.688404)
 PP, PM, (DARAF/KM)
 (0.0000000E+00, 7.1476504E+07) (0.0000000E+00, 2.9336613E+07)
 CP, CM, (COULOMB/KM)
 (0.0000000E+00, 1.5292310E+02) (0.0000000E+00, -3.5294250E+19)
 YP, YM, YII, YOO, J, FASES, (SIFERAS/KM)
 (0.0000000E+00, 6.9181252E+06) (0.0000000E+00, -1.3193402E+05)
 (0.0000000E+00, 7.1466651E+06) (0.0000000E+00, 1.3494448E+06)

POTENCIA CARACTERISTICA, (VA) 171301993696.00
 CAPACIDAD DE TRANSMISION, (VA) 844547966.00
 LONGITUD (KM) REG. FU. POTENCIA PEFCIDAS: AFIC:
 (KM) VOLT MAXIMA (M) (A)
 (V)

16.09000	0.4757903	1.2330220E+10	1818368.	99.56717
32.18000	1.033947	6.2066356E+09	3637536.	99.13788
48.27000	1.674518	3.1593513E+09	5457760.	98.71762
64.37000	2.399914	3.1849773E+09	7280896.	98.28915
80.46000	3.200016	2.5212900E+09	9105400.	97.86459

CONDUCTOR:	GRADIENT	GRADIENT	GRADIENT
	PERCENT	PERCENT	PERCENT
A	15676.86	0.000000E+00	725.0524
B	12107.31	1.127000	728.3171
C	15625.07	3.050000	866.4674
D	15625.07	4.270000	1131.2728
E	16167.91	6.100000	1644.847
F	15676.86	7.120000	2461.169
		9.140000	3713.487
		10.160000	5212.277
		12.140000	6656.591
		13.720000	8026.806
		15.240000	9496.072
		16.760000	11081.443
		18.290000	12685.999
		19.810000	14312.486
		21.340000	15962.333
		22.860000	17735.027
		24.380000	19540.503
		25.910000	21377.711
		27.420000	23245.462
		28.940000	25143.277
		30.460000	27070.637
		31.980000	29027.075
		33.500000	31012.207
		35.020000	33026.544
		36.540000	35069.582
		38.060000	37141.728
		39.580000	39242.482
		41.100000	41371.336
		42.620000	43527.784
		44.140000	45712.229
		45.660000	47924.169
		47.180000	50163.002
		48.700000	52428.227
		50.220000	54719.342
		51.740000	57035.856
		53.260000	59377.269
		54.780000	61743.089
		56.300000	64132.814
		57.820000	66545.944
		59.340000	68981.979
		60.860000	71440.419
		62.380000	73920.764
		63.900000	76422.514
		65.420000	78945.169
		66.940000	81488.229
		68.460000	84052.194
		69.980000	86636.564
		71.500000	89241.839
		73.020000	91867.519
		74.540000	94513.194
		76.060000	97178.464
		77.580000	99862.829
		79.100000	102565.789
		80.620000	105286.844
		82.140000	108025.494
		83.660000	110781.239
		85.180000	113553.569
		86.700000	116342.984
		88.220000	119149.984
		89.740000	121974.069
		91.260000	124814.729
		92.780000	127671.464
		94.300000	130543.774
		95.820000	133431.159
		97.340000	136334.119
		98.860000	139252.154
		100.380000	142185.764
		101.900000	145134.449
		103.420000	148098.709
		104.940000	151078.044
		106.460000	154072.954
		107.980000	157083.939
		109.500000	160109.499
		111.020000	163149.134
		112.540000	166203.344
		114.060000	169272.629
		115.580000	172356.489
		117.100000	175455.424
		118.620000	178568.934
		120.140000	181696.519
		121.660000	184838.679
		123.180000	187995.914
		124.700000	191167.724
		126.220000	194354.609
		127.740000	197556.169
		129.260000	200772.904
		130.780000	204004.414
		132.300000	207250.299
		133.820000	210510.159
		135.340000	213784.594
		136.860000	217073.114
		138.380000	220376.319
		139.900000	223693.709
		141.420000	227025.784
		142.940000	230372.134
		144.460000	233733.354
		145.980000	237109.044
		147.500000	240500.704
		149.020000	243907.924
		150.540000	247330.204
		152.060000	250767.144
		153.580000	254219.254
		155.100000	257686.034
		156.620000	261167.984
		158.140000	264664.604
		159.660000	268176.404
		161.180000	271702.984
		162.700000	275244.844
		164.220000	278801.584
		165.740000	282373.704
		167.260000	285960.804
		168.780000	289563.484
		170.300000	293181.344
		171.820000	296814.984
		173.340000	300464.004
		174.860000	304128.004
		176.380000	307806.584
		177.900000	311499.244
		179.420000	315206.584
		180.940000	318928.104
		182.460000	322663.404
		183.980000	326413.084
		185.500000	330177.744
		187.020000	333956.984
		188.540000	337750.404
		190.060000	341558.604
		191.580000	345381.184
		193.100000	349218.744
		194.620000	353070.884
		196.140000	356937.204
		197.660000	360818.404
		199.180000	364714.184
		200.700000	368625.144
		202.220000	372550.884
		203.740000	376492.004
		205.260000	380448.204
		206.780000	384419.184
		208.300000	388405.544
		209.820000	392406.884
		211.340000	396422.804
		212.860000	400453.804
		214.380000	404499.484
		215.900000	408559.444
		217.420000	412634.284
		218.940000	416723.604
		220.460000	420827.004
		221.980000	424945.084
		223.500000	429077.444
		225.020000	433224.684
		226.540000	437386.404
		228.060000	441562.204
		229.580000	445752.684
		231.100000	449957.444
		232.620000	454176.184
		234.140000	458409.604
		235.660000	462657.404
		237.180000	466919.284
		238.700000	471195.844
		240.220000	475486.684
		241.740000	479791.404
		243.260000	484110.604
		244.780000	488444.884
		246.300000	492793.844
		247.820000	497157.184
		249.340000	501535.604
		250.860000	505928.684
		252.380000	510336.004
		253.900000	514758.184
		255.420000	519194.844
		256.940000	523645.684
		258.460000	528111.304
		260.000000	532591.404
		261.540000	537085.684
		263.080000	541593.844
		264.620000	546115.684
		266.160000	550651.804
		267.700000	555202.804
		269.240000	559768.404
		270.780000	564348.204
		272.320000	568942.884
		273.860000	573552.044
		275.400000	578175.384
		276.940000	582813.604
		278.480000	587466.404
		280.020000	592134.484
		281.560000	596817.444
		283.100000	601515.084
		284.640000	606227.004
		286.180000	610952.804
		287.720000	615693.284
		289.260000	620448.144
		290.800000	625217.084
		292.340000	630000.804
		293.880000	634799.004
		295.420000	639611.484
		296.960000	644438.844
		298.500000	649280.684
		300.040000	654136.804
		301.580000	659006.884
		303.120000	663891.604
		304.660000	668791.684
		306.200000	673706.804
		307.740000	678636.684
		309.280000	683581.004
		310.820000	688540.484
		312.360000	693514.804
		313.900000	698503.684
		315.440000	703506.804
		316.980000	708524.884
		318.520000	713557.604
		320.060000	718604.684
		321.600000	723666.804
		323.140000	728743.684
		324.680000	733835.004
		326.220000	738940.684
		327.760000	744060.404
		329.300000	749194.884
		330.840000	754343.804
		332.380000	759506.884
		333.920000	764684.804
		335.460000	769877.284
		337.000000	775084.004
		338.540000	780305.684
		340.080000	785541.804
		341.620000	790793.084
		343.160000	796059.284
		344.700000	801340.104
		346.240000	806636.284
		347.780000	811947.444
		349.320000	817273.284
		350.860000	822614.404
		352.400000	827970.684
		353.940000	833341.804
		355.480000	838727.484
		357.020000	844127.404
		358.560000	849541.284
		360.100000	854969.804
		361.640000	860412.684
		363.180000	865870.604
		364.720000	871343.284
		366.260000	876830.404
		367.800000	882332.684
		369.340000	887849.804
		370.880000	893381.484
		372.420000	898927.404
		373.960000	904487.284
		375.500000	910061.804
		377.040000	915650.684
		378.580000	921253.604
		380.120000	926871.284
		381.660000	932503.404

PERDIDAS POR EFECTOS CORONA

PRESTOR (C. S. G.)	TEMPERATURA (C.)	FACTOS DE SUP.	GRADIENTE (V/C)	PERDIDAS (A/yr)
-----------------------	---------------------	-------------------	--------------------	--------------------

76.20000	21.11000	0.1000000	2.042150	2011.000
----------	----------	-----------	----------	----------

76.20000	21.11000	0.2000000	5.284310	1286.354
----------	----------	-----------	----------	----------

76.20000	21.11000	0.3000000	1.426477	722.521
----------	----------	-----------	----------	---------

76.20000	21.11000	0.4000000	10.54664	320.185
----------	----------	-----------	----------	---------

76.20000	21.11000	0.5000000	13.21000	79.347
----------	----------	-----------	----------	--------

76.20000	21.11000	0.6000000	15.85295	0.000000E+00
----------	----------	-----------	----------	--------------

76.20000	21.11000	0.7000000	15.43511	0.000000E+00
----------	----------	-----------	----------	--------------

76.20000	21.11000	0.8000000	21.13727	0.000000E+00
----------	----------	-----------	----------	--------------

76.20000	21.11000	0.9000000	21.77943	0.000000E+00
----------	----------	-----------	----------	--------------

COEFICIENTE DE REFRACCION EN CADA FASE:		
(C)		
MAGNITUD	ANGULO	COMPONENTES
DE LA		DE LA
CORRECTIVA		CORRECTIVA
(ARISTE)		(ARISTE)
1105.817	-18.19512	(1050.526,-345.2914)
1105.817	-18.19512	(-924.2684,-737.1060)
1105.817	-26.1682	(-226.3082,1082.412)
1105.817	-37.1352	(1050.526,-345.2914)
1105.817	-49.1052	(-874.1010,-737.256)
1105.817	-61.0752	(-226.3082,1082.399)
69.00		
VOLTAJE DE REFRACCION EN CADA FASE:		
(V)		
MAGNITUD	ANGULO	COMPONENTES
DEL		DEL
VOLTAJE		VOLTAJE
(VOLTS)		(VOLTS)
132790.6	0.00000001600	(132790.6,0.00000001600)
132790.6	-2.694395	(-68395.20,-115000.0)
132790.6	2.694395	(-68395.20,115000.0)
132790.6	0.00000001600	(132790.6,0.00000001600)
132790.6	-2.694395	(-68395.20,-115000.0)
132790.6	2.694395	(-68395.20,115000.0)
VOLTAJE DE ENFOQUE EN CADA FASE:		
(V)		
MAGNITUD	ANGULO	COMPONENTES
DEL		DEL
VOLTAJE		VOLTAJE
(VOLTS)		(VOLTS)
153377.8	0.1975903	(153377.8,30109.15)
150001.0	-1.49249	(-47300.27,-143267.1)
148351.8	2.307271	(-99644.96,109908.21)
153504.7	0.1975903	(153504.7,30109.15)
150364.0	-1.488839	(-47020.38,-142874.0)
148467.0	2.306660	(-99320.52,109348.5)
COEFICIENTE DE ENFOQUE EN CADA FASE:		
(C)		
MAGNITUD	ANGULO	COMPONENTES
DE LA		DE LA
CORRECTIVA		CORRECTIVA
(ARISTE)		(ARISTE)
1087.864	-0.2691304	(1046.330,-310.6552)
1081.850	-2.481142	(-781.4145,-751.8037)
1094.056	1.406809	(-255.8179,1063.721)
1084.391	-2.481142	(-781.4145,-751.8037)
1069.115	-0.2691304	(1046.330,-310.6552)
1084.350	1.406809	(-255.8179,1063.721)

1	60.0	1.000	1.000	1.000	1.000
2	0.068	21.67	0.0147	0.01176	-4.496
3	0.068	17.27	0.0147	0.01176	-5.250
4	0.068	13.1	0.0147	0.01176	-4.466
5	0.068	13.1	0.0147	0.01176	4.466
6	0.068	17.27	0.0147	0.01176	5.250
7	0.068	21.67	0.0147	0.01176	4.496
8	2.130	25.31	0.0047	0.00357	-3.8002
9	2.130	25.31	0.0047	0.00357	3.8002
10	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
11	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
12	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
13	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
14	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
15	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
16	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
17	0.5	-0.866	0.5	0.866	
18	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
19	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
20	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
21	0.5	0.866	0.5	-0.866	
22	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
23	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
24	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
25	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
26	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
27	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
28	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
29	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
30	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
31	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
32	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
33	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
34	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
35	0.5	0.866	0.5	-0.866	
36	0.5	-0.866	0.5	0.866	
37	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
38	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
39	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
40	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	
41	0.5	0.866	0.5	-0.866	
42	-0.5	0.866	-0.5	-0.866	
43	-1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	
44	-0.5	-0.866	-0.5	0.866	
45	0.5	-0.866	0.5	0.866	
46	86940000.0	1.00000.0	1052.6	10000.0	
47	16.09				
48	32.18				
49	48.27				
50	64.37				
51	80.46				
52	138000.0	0.00			
53	69000.0	-119511.0			
54	-69000.0	-119511.0			
55	-138000.0	0.00			
56	-69000.0	119511.0			
57	-69000.0	119511.0			
58	-4.50	21.67			
59	-5.25	17.27			
60	-4.50	13.10			
61	4.50	13.10			
62	5.25	17.27			
63	4.50	21.67			

1	2.29	0.00
2	2.04	1.62
3	1.9	1.05
4	1.7R	4.67
5	1.62	6.10
6	1.42	8.62
7	1.27	0.14
8	1.1	10.67
9	0.95	12.19
10	0.85	14.72
11	0.75	18.24
12	0.6K	16.71
13	0.95	18.24
14	0.85	19.31
15	0.85	21.31
16	0.95	21.86
17	0.85	26.76
18	0.95	25.31
19	0.80	27.82
20	0.80	27.82
21	2.78	27.82
22	3.05	0.00
23	6.10	0.00
24	9.14	0.00
25	12.18	0.00
26	15.23	0.00
27	18.29	0.00
28	21.34	0.00
29	24.38	0.00
30	27.43	0.00
31	76.20	21.11
32	138000.0	0.00
33	69000.0	-119511.0
34	-69000.0	-119511.0
35	-138000.0	0.00
36	-690000.0	119511.0
37	690000.0	119511.0
38	0.1	
39	0.2	
40	0.3	
41	0.4	
42	0.5	
43	0.6	
44	0.7	
45	0.8	
46	0.9	
47	68.0	889400000.0
48	0.95	
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

MATRIZ DE IMPEDANCIAS SERIE (OHM/KM)

16	0.197E+00	0.120E+00	0.115E+00	0.115E+00	0.119E+00	0.128E+00
17	0.750E+00	0.319E+00	0.272E+00	0.247E+00	0.254E+00	0.260E+00
18	0.120E+00	0.160E+00	0.164E+00	0.138E+00	0.112E+00	0.110E+00
19	0.319E+00	0.774E+00	0.335E+00	0.265E+00	0.262E+00	0.254E+00
20	0.115E+00	0.108E+00	0.172E+00	0.164E+00	0.168E+00	0.115E+00
21	0.275E+00	0.315E+00	0.728E+00	0.281E+00	0.265E+00	0.247E+00
22	0.115E+00	0.108E+00	0.164E+00	0.172E+00	0.168E+00	0.115E+00
23	0.247E+00	0.265E+00	0.281E+00	0.782E+00	0.135E+00	0.275E+00
24	0.119E+00	0.112E+00	0.108E+00	0.168E+00	0.180E+00	0.120E+00
25	0.754E+00	0.247E+00	0.265E+00	0.335E+00	0.774E+00	0.319E+00
26	0.128E+00	0.110E+00	0.115E+00	0.138E+00	0.112E+00	0.160E+00
27	0.260E+00	0.254E+00	0.247E+00	0.275E+00	0.319E+00	0.759E+00

MATRIZ DE COEFICIENTES (0.04E/KM)

42	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
43	0.129E+08	0.287E+08	0.158E+08	0.122E+08	0.114E+08	0.158E+08
44	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
45	0.287E+08	0.132E+09	0.308E+08	0.149E+08	0.155E+08	0.144E+08
46	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
47	0.180E+08	0.308E+08	0.131E+08	0.167E+08	0.149E+08	0.122E+08
48	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
49	0.122E+08	0.149E+08	0.167E+08	0.131E+08	0.308E+08	0.180E+08
50	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
51	0.134E+08	0.155E+08	0.131E+08	0.308E+08	0.132E+08	0.287E+08
52	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
53	0.158E+08	0.144E+08	0.122E+08	0.180E+08	0.287E+08	0.129E+08

MATRIZ DE ADHESIVIDAD (SIFEMNS/KM)

0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.315E-05	-5.87E-06	-2.94E-05	-1.26E-06	-5.17E-06	-2.40E-06
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-5.67E+06	0.31E+05	-6.05E+06	0.000E+00	-4.16E+06	-2.167E+06
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-2.43E+06	-6.5E+06	0.412E+05	-2.4E+06	-1.7E+06	-1.2E+06
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-1.76E+06	-1.70E+06	-2.48E+06	0.212E+05	-2.60E+06	-2.243E+06
0.000E+06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-1.67E+06	-1.15E+06	-1.7E+06	-6.05E+06	0.41E+05	-8.87E+06
0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
-2.40E+06	-1.67E+06	-1.2E+06	-2.13E+06	-2.567E+06	0.315E+05

MATRIZ DE ADHESIVIDAD PARALELO (COMP. SIMETRICAS)
(SIFEMNS/KM)

0.000E+00	-1.15E-07	-7.9E-07	0.000E+00	0.19E-07	6.11E-07
0.167E-05	0.205E-07	0.460E-07	0.114E-12	0.460E-07	0.205E-07
0.118E-07	-2.13E-13	-4.09E-08	0.140E-06	-1.97E-07	0.220E-06
0.205E-07	0.300E-05	0.70E-08	-8.10E-07	0.171E-12	0.127E-06
0.79E-07	0.39E+08	-1.5E-13	0.14E-08	0.15E+06	-1.47E-07
0.460E-07	0.270E+08	0.367E-05	-2.49E-08	-3.75E-07	0.498E-07
0.000E+00	-1.40E-06	-1.44E-08	0.000E+00	0.144E-08	0.140E-06
0.171E-12	-8.10E-07	-2.13E-06	0.14E+06	-2.13E-06	-1.10E-07
-7.9E-07	0.107E-07	-1.5E-06	-1.4E-06	0.15E-13	-1.4E-06
0.460E-07	0.39E-12	-8.75E-07	-2.49E-08	0.367E-05	0.709E-08
-1.18E-07	-2.20E-06	0.197E-07	-1.40E-06	0.49E-08	0.213E-13
0.205E-07	0.127E-06	0.171E-12	-8.10E-07	0.79E-06	0.30E-05

PARAMETROS DE LA LINEA PARA EL CASO TRANSPUESTO:

ZLF.ZH.(CM/K) (0.181120E+077175551) (0.114326E+09797132)
 ZII.ZOO.(OH/K) (6.899386E+020.4990.93) (6.7549534.2.176322)
 PE.PK.(P/25/K) (0.000000E+00.1.466751E+08) (0.000000E+00.1.901437E+07)
 CP.CK.(K/25/K) (0.000000E+00.2.140131E+09) (0.000000E+00.-7.1795442E+10)
 YPF.YH.(S/E+K/25/K) (0.000000E+00.3.144151E+08) (0.000000E+00.-2.9388574E+07)
 YII.YOO.(S/E+K/25/K) (0.000000E+00.3.4380369E+04) (0.000000E+00.1.6747222E+06)

POTENCIA CAPACIDAD SERVICIO (1110204922.00
 CAPACIDAD DE TRANSMISION (VA) 27760000.00
 CQC(C)UD PFC (S) PDC(C)IA PFC (S) SFC:
 (KM) (M) (M) (M) (M)

16.69000	1.02482	1.215150E+10	734324.	98.33868
32.18000	2.104642	6.3195807E+09	1.4687552E+07	98.33868
48.27000	3.13229	4.284749E+09	2.263761E+07	97.52040
64.37000	4.192001	3.2865412E+09	2.9384344E+07	96.73065
80.46000	5.27487	2.689574E+09	3.4733846E+07	95.46011

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

CONDUCTOR: CHAS. W.
SUPERINT. (V/E)

1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9	A	13637.66	
10			
11	B	13035.00	
12			
13	C	13637.63	
14			
15	D	13637.66	
16			
17	E	13035.00	
18			
19	F	13805.60	
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33	X	Y	GRANDTIVE DE
34			(V/E)
35	2.290000	0.000000E+00	1776.148
36	2.040000	1.570000	1736.154
37	4.400000	3.050000	1831.276
38	1.780000	4.570000	1693.429
39	1.620000	4.100000	2319.240
40	1.420000	7.200000	3019.200
41	1.270000	9.140000	4193.000
42	1.100000	10.670000	5580.813
43	0.950000	12.100000	7333.934
44	0.950000	13.720000	9294.372
45	0.950000	15.240000	10248.71
46	0.950000	16.760000	10770.83
47	0.950000	18.290000	10697.51
48	0.950000	19.810000	9688.343
49	0.950000	21.340000	9015.350
50	0.950000	22.860000	7725.870
51	0.950000	24.380000	5570.566
52	0.950000	25.910000	3611.555
53	0.000000E+00	27.420000	2911.000
54	2.780000	27.220000	2431.423
55	0.000000E+00	0.000000E+00	1577.493
56	3.050000	0.000000E+00	1757.176
57	6.100000	0.000000E+00	1879.130
58	9.140000	0.000000E+00	1747.325
59	12.190000	0.000000E+00	1534.692
60	15.240000	0.000000E+00	1724.029
61	18.290000	0.000000E+00	1497.856
62	21.340000	0.000000E+00	911.6789
63	24.380000	0.000000E+00	769.0792
64	27.420000	0.000000E+00	633.1355
65			
66			
67			
68			
69			
70			

APENDICE A2

EFFECTO CORONA EN LINEAS DE TRANSMISION.

APENDICE A2

EFECTO CORONA EN LINEAS DE TRANSMISION.

A2.1 INTRODUCCION.

Las descargas de energía por efecto corona se forman en las superficies de los conductores de una línea de transmisión cuando la intensidad de campo eléctrico en sus superficies excede la rigidez dieléctrica del aire. Aún en un campo uniforme entre dos electrodos planos paralelos en el aire, una gran cantidad de condiciones controlan esta rigidez dieléctrica. Algunas de estas condiciones son: la presión atmosférica, el material del conductor, presencia de vapor de agua, fotoionización incidente y el tipo de voltaje.

En la superficie de un conductor, una irregularidad como por ejemplo, partículas contaminantes, ocasionan una concentración del gradiente de voltaje que puede ser el punto de descarga corona.

La ruptura de la rigidez dieléctrica del aire en esta región genera: luz, ruido audible, ruido de radio, vibración del conductor, ozono y otros productos, y ocasiona una disipación de energía que es alimentada por la estación generadora de energía eléctrica.

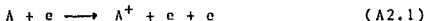
El efecto corona ha sido investigado en muchos aspectos teóricos, con los que se han determinado ecuaciones para evaluar las pérdidas que ocasiona este efecto, las cuales han sido descritas en la sección III.7.

A2.2 MECANISMO DEL EFECTO CORONA.

A2.2.1 PROCESO DE DESCARGA EN GASES.

Las descargas eléctricas son comúnmente disparadas por un campo eléctrico acelerando electrones libres a través de un gas. Cuando estos electrones adquieren suficiente energía de un campo eléctrico, pueden producirse iones nuevos por el choque de electrones de átomos en colisión.

Este proceso se llama ionización por impacto de electrones; los electrones se multiplican como se ilustra en la figura A2.1., hasta que los efectos secundarios de los electrones hacen la descarga autosostenida. Los electrones iniciales que arrancan el proceso de ionización se crean generalmente por fotoionización, lo cual se logra, cuando un fotón de alguna fuente distante imparte suficiente energía a un átomo, de tal forma que el átomo se divide en un electrón y un ión cargado positivamente. Durante la aceleración en el campo eléctrico, el electrón choca con los átomos de nitrógeno, oxígeno y los otros gases presentes en el ambiente. La mayoría de estos choques son colisiones elásticas, similares al choque de dos bolas de billar. Con este tipo de choques, el electrón pierde solo una pequeña parte de su energía cinética en cada colisión; ocasionalmente un electrón puede pegarle a un átomo con la suficiente fuerza, para que lo excite de tal forma que el átomo cambie a un estado de energía mayor, los estados orbitales de uno ó más electrones cambian, y el electrón impactado, pierde parte de su energía cinética; después el átomo excitado puede regresar a su estado normal, mediante una radiación del exceso de energía en forma de luz (luz visible corona) y ondas electromagnéticas (ruido de radio). Un electrón puede también chocar con un ión positivo, convirtiéndolo en un átomo neutro. Como los electrones están manejados a travez de un gas por el campo eléctrico, el proceso básico de ionización se describe comúnmente como sigue:



Donde:

A = un átomo

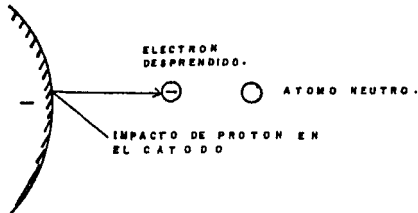
A⁺ = un ión positivo

e = un electrón

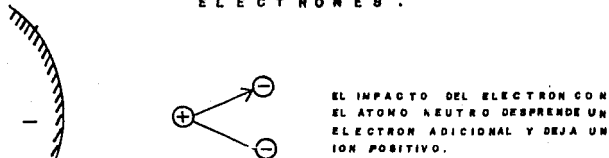
Después de que un electrón choca con un átomo, otro electrón se libera y cada uno de ellos puede entonces liberar dos electrones más y está reacción en cadena ocasiona que la cantidad de electrones se incremente rápidamente.

El investigador Townsend, en sus más recientes experimentos sobre descargas en gases, describió por medio de un coeficiente, el número de electrones producido por un solo electrón viajando a travez de un campo eléctrico uniforme, una distancia de 1 cm.

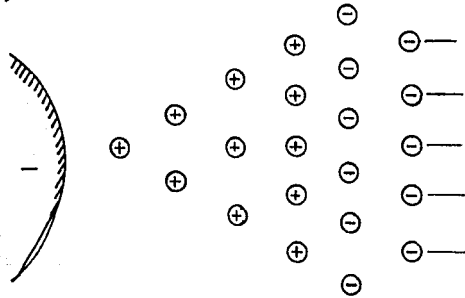
A) INICIACION



B) FORMACION DE UN PAR ELECTRONES .



C) MULTIPLICACION .



LOS ELECTRONES RECORREN LA TRAYECTORIA CREANDO IONES POSITIVOS AL MULTIPLICARSE

U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

TITULO: ARRANQUE DE UNA AVALANCHA ELECTRONES DE UN ELECTRODO (-)

FIG. No. A2-1 EBC: --- FECHA 1988

Este coeficiente se conoce como primer coeficiente de ionización de Townsend, y la corriente de descarga en el proceso de avalancha se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I = I_0 e^{\alpha d} \quad (A2.2)$$

Donde:

α = Primer coeficiente de ionización de Townsend.

d = Distancia recorrida.

El coeficiente α cambia con la intensidad del campo eléctrico, presión del gas (en nuestro caso la presión atmosférica), y otros factores que influyen en la producción de pares de electrones.

Afortunadamente, no todas las colisiones crean un electrón adicional. Aquí, el concepto de sección de cruce de colisión viene siendo importante, así como la eficiencia de ionización y los potenciales de ionización, los cuales se definen a continuación: La sección de cruce es tan pequeña (aproximadamente 8×10^{-19} cm² para el nitrógeno) por lo que pocos átomos son golpeados por un electrón dado durante su corto período de aceleración. Un electrón viajando a través de un gas a una presión de 1 mm. de Hg. y una temperatura de 0° C hace solamente de 10 a 100 colisiones por cada centímetro de recorrido; a medida que aumenta la presión, el número de átomos por centímetro cúbico y la probabilidad de colisión aumentan.

La eficiencia de ionización se define como el número de iones formados por un electrón durante un centímetro de recorrido. Una cierta energía potencial mínima del electrón libre, medida en electron-volts, es necesaria antes de que ocurra cualquier ionización. En este potencial, el cual se llama potencial de ionización, la probabilidad de ionización es cero. Cuando la energía del electrón excede el potencial de ionización, la probabilidad de ionización aumenta rápidamente; finalmente la probabilidad decrece hasta que la energía del electrón aumente nuevamente.

Durante la mayor parte de este recorrido, el electrón no causa ionización pero choca elásticamente con los átomos en sus trayectorias; en cada choque, el electrón pierde cierta cantidad pequeña de energía, sin embargo puede tener una pérdida importante de energía cinética, si llega a tener enlace. Durante el enlace, un átomo neutro captura el electrón, y el electrón radía la energía excedente. En el aire, un electrón podría hacer 2×10^3 colisiones antes de ser capturado.

Algunas moléculas tienen una gran capacidad para capturar electrones, por ejemplo, los halógenos y el vapor de agua. Esta es una razón por la que aumentando la humedad en un recorrido de aire se mejora la rigidez. El vapor de agua captura los electrones de ionización e inhibe el proceso de avalancha. Una vez que un átomo captura un electrón, se forma un ión negativo; desde entonces este ión es una partícula relativamente inmóvil, fallará para ionizar gases por colisión excepto bajo condiciones de extremadamente alta energía.

A2.2.2 PROCESO DE AVALANCHA DE TOWNSEND.

Quando un campo eléctrico actúa en una trayectoria en aire, los iones y electrones que naturalmente resultan en el aire pasan hacia el electrodo de polaridad opuesta y causan una débil corriente. Esta corriente representa la conductividad natural de el aire. Cuando el campo aumenta arriba de aproximadamente 15 KV/cm, la corriente crece rápidamente por dos razones:

- 1.- El proceso de ionización discutido previamente produce nuevos electrones en el gas.
- 2.- Los iones positivos y protones bombardean el cátodo y desprenden nuevos electrones.

Esta liberación de electrones desde el cátodo representa un proceso secundario y el proceso de ionización normal por colisión en el gas representa un proceso primario.

El aumento de corriente a altos valores de campo eléctrico cuando no se excede la rigidez del gas, está dada por:

$$I = I_0 \frac{e^{\alpha d}}{1 - \beta (e^{\alpha d} - 1)} \quad (A2.3)$$

Donde:

- I = Corriente del recorrido.
- I₀ = Corriente inicial en el gas debida a fuentes externas.
- d = Distancia de recorrido.
- α = Primer coeficiente de ionización de Townsend (representando el proceso primario).
- β = Segundo coeficiente de ionización de Townsend (representando el proceso secundario).

El numerador de la ecuación (A2.3) es simplemente la ecuación (A2.2), y el denominador contiene ese proceso secundario que también contribuye a la corriente. La inspección de la ecuación (A2.3) muestra que la corriente sería infinita si el denominador es cero. Está forma indeterminada ocurre cuando la siguiente condición es conseguida:

$$(e^{-\alpha d} - 1) = 1 \quad (A2.4)$$

El criterio de ruptura mostrado en la anterior ecuación, a pesar de que conceptualmente es útil, se usa rara vez, debido a que el proceso de ruptura es mucho más complicado.

A2.2.3 MODOS DE EFECTO CORONA DE CORRIENTE DIRECTA.

En las figuras A2.1 a A2.3 se muestran los mecanismos de descargas parciales de electrodos positivos y negativos. Aún para la misma polaridad, el efecto corona se puede manifestar en uno ó más modos diferentes, dependiendo del voltaje aplicado, forma del electrodo, y las condiciones de la superficie. Cada uno de los modos corona tiene diferentes características, por ejemplo, diferente forma de corriente, voltajes y frecuencia de pulsos. Por lo tanto cada modo corona afecta el ruido de radio, ruido audible y pérdidas corona, de distinta manera.

A2.2.3.1 PROCESO CORONA NEGATIVO.

Trichel realizó la mayor parte de sus más recientes trabajos, en procesos corona en campos eléctricos no uniformes de polaridad negativa. Las descargas Trichel aparecen como un brillo continuo, casi imperceptible, debido a que es muy tenue. Las pulsaciones individuales no se pueden identificar ópticamente. Posiblemente el impacto de un ión positivo que entra, dispara cada descarga, este impacto produce un electrón secundario, éste electrón se retira desde el impacto debido a que el campo negativo lo repele; cuando se retira, un flujo de otros electrones dispara el proceso de Townsend. Estos electrones salen fuera del campo y dejan atrás al lento e inmóvil ión positivo, tal y como se muestra en la figura A2.2.



A) LA DENSIDAD DE IONES EN UN CORONA NEGATIVO ROMPE EN LAS PRIMERAS ETAPAS.



B) BARRIDO FINAL DE LOS IONES EN EL ESPACIO



A) DENSIDAD DE IONES EN UN CANAL CORONA POSITIVO DURANTE LA PROPAGACION.



B) LOS IONES POSITIVOS RECORREN EL ESPACIO

FIG. A2.2 DISTRIBUCION DE CARGAS EN UN CAMPO CORONA NEGATIVO NO UNIFORME,

FIG. A2.3 DISTRIBUCION DE CARGAS EN UN CAMPO CORONA POSITIVO NO UNIFORME,

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: DISTRIBUCION DE CARGAS EN EL ESPACIO.			
FIGS. A2.2 Y A2.3		EBC: _____	FECHA: 1988

Los electrones inmediatamente atacan los átomos neutros, usualmente oxígeno, y forman iones negativos; los iones positivos formados cerca de las discontinuidades alrededor, reducen la intensidad de campo aún más; el proceso parará hasta que los iones son limpiados del campo, entonces el campo negativo lentamente lleva los iones positivos al cátodo.

Los iones negativos se mueven hacia el ánodo, y el campo aumenta hasta que el proceso pueda repetirse. La energía requerida para este proceso aparece como pérdida por efecto corona. El proceso negativo corona es usualmente caracterizado por su apariencia, como: pulsos Trichel, pulsos brillantes y descargas negativas.

Otros investigadores, tales como Trinh y Jordan, han obtenido datos medidos y fotografías como las mostradas en la figura A2.4 donde se aprecian éstos modos corona.

Las amplitudes de los pulsos de corriente Trichel son de 10^{-6} Amp. para electrodos puntuales hasta 20×10^{-3} Amp. para electrodos grandes. La descarga se propaga por hasta 20 nseg. y es apagada por su espacio de carga; aumentando el voltaje, se incrementa la frecuencia y decrece la amplitud.

La máxima frecuencia que ha sido reportada por los pulsos Trichel es de 2 KHz para una esfera de 8 mm. y 3×10^6 Hz. para un punto cónico de 30° .

La corriente de pérdida por pulsos brillantes corona aumentan con el voltaje; después de que los pulsos Trichel alcanzan su máxima frecuencia, los puntos brillantes corona se forman cuando el voltaje aumenta. La área luminosa viene siendo mezclada con un brillo esférico luminoso y una columna cónica extensa.

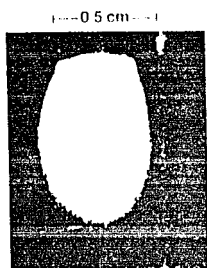
Las descargas negativas aparecen cuando el voltaje aumenta más, la columna cónica se alarga con ramificaciones pequeñas; ésta corriente está formada por pulsos superpuestos en una corriente casi estable. El tiempo de duración de estos pulsos es de alrededor 0.5×10^{-6} Segs.

A2.2.3.2 PROCESO CORONA NEGATIVO.

Las descargas corona bajo voltajes positivos tienen algunas de las características descritas para un proceso corona negativo.

Las formas corona positivas son: pulsos iniciales, brillo de Hermstein y descargas positivas.

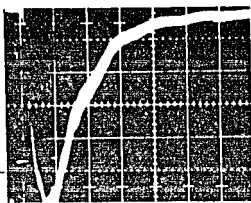
FOTOGRAFÍAS DE DESCARGAS CORONA EN EL
CATODO



DESCARGA TRICHEL



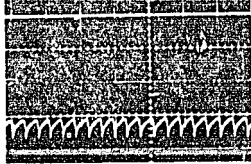
BRILLO NEGATIVO



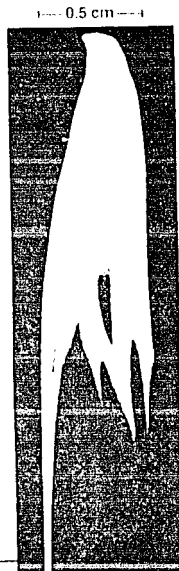
50 μ/div.



5 μs/div.



50 μs/div.



DESCARGA NEGATIVA

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: DESCARGAS CORONA EN EL CATODO.			
FIG. A 2. 4	E S C:	FECHA: 1988	

Nuevamente para este proceso corona, los investigadores Trinh y Jordan han obtenido datos medidos y fotografías mostradas en la figura A2.5. Los pulsos iniciales aparecen como descargas en forma de un tronco con algunas ramificaciones, una amplitud de ésta ramificación da la impresión de una brocha para pintar.

Las amplitudes de corriente andan alrededor de 0.25 A para un electrodo esférico de 8 mm. de diámetro y 0.003 A para un electrodo cónico de 30° con tiempos de duración de 30 ns; las frecuencias tienen valores de 200 Hz. para grandes electrodos y 2000 Hz. para electrodos puntuales.

Los pulsos iniciales pueden ser seguidos por pulsos de estallido en conductores de superficie grande. Estos pueden aparecer en presencia de un espacio de cargas negativo y tomar la forma de pulsos de ionización extendiéndose a lo largo de la superficie del ánodo.

El brillo de Hermstein aparece en la forma de una capa de ionización cuando el voltaje aumenta. La transición de pulsos iniciales a brillo es gradual para conductores grandes; siendo el resultado una descarga con pequeñas ondulaciones de hasta 2×10^6 Hz.

Las descargas positivas se parecen a los pulsos iniciales, pero están desplazados de la posición del eje por un espacio de cargas negativo.

La velocidad de las descargas positivas varían de 20 a 2000 cm/μs.

Las descargas positivas avanzan más rápido que las negativas, debido a la fotoionización, los tiempos de duración de las descargas positivas están usualmente en el rango de los nanosegundos.

A2.3 MODOS CORONA DE CORRIENTE ALTERNA.

Bajo condiciones de voltaje alterno, todos los modos corona descritos previamente para corriente directa, están también presentes, sin embargo el espacio de cargas producido durante un medio ciclo puede modificar el tipo e intensidad del modo corona que ocurrirá en el siguiente medio ciclo.

La secuencia de los diferentes modos corona bajo voltajes de corriente alterna se muestran en la figura A2.6 tal y como fueron experimentados por los antes mencionados Trinh y Jordan.



ESTALLIDO CORONA 0.2 μs/div.

BRILLO POSITIVO 1 μs/div



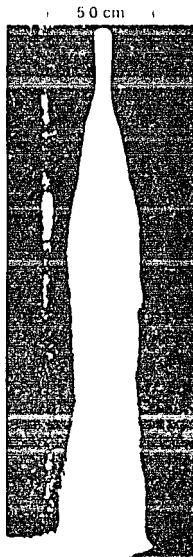
50 ns/div

DESCARGAS INICIALES



50 ns/div.

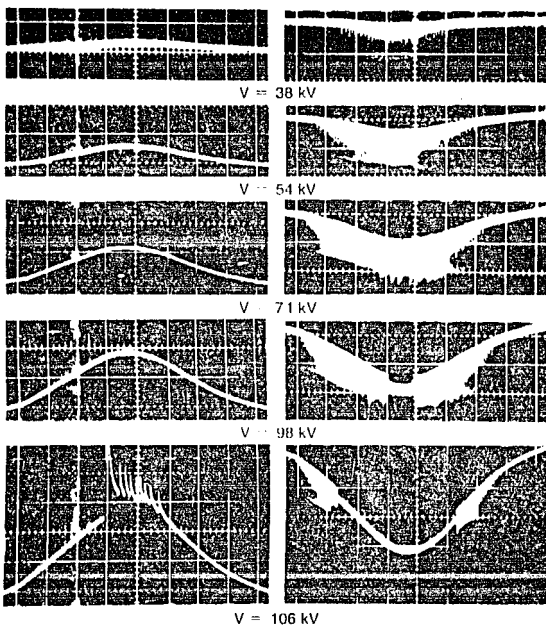
DESCARGAS DE RUPTURA



U	N	Á	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TECIS PROFESIONAL			
TITULO: DESCARGAS CORONA EM EL ANODO.			
FIG. A2.5	ESC:	FECHA: 1988	

MEDIO CICLO POSITIVO

MEDIO CICLO NEGATIVO

ELECTRODO: CONICO ($\theta = 30^\circ$) EN UNA ESFERA ($D = 7 \text{ CM}$)

DISTANCIA: 25 CM

R = 10,000 Ω ESCALAS: 50 $\mu\text{A}/\text{Div.}$, 1.0 $\mu\text{s}/\text{Div.}$

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
TITULO: CORRIENTES DE DESCARGA CORONA DE UN PUNTO CONICO EN 155 CM			
FIG: A2.6	EBC:	FECHA: 1988	

Finalmente en el Capítulo III se resumieron en la gráfica III.7.1 los diferentes modos corona que pueden ser encontrados bajo voltaje de corriente alterna. Para líneas de transmisión en EHV y VHV es seguro encontrar todos estos tipos de modos corona.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- L.O. Barthold and H.C. Barnes, "HIGH PHASE ORDER POWER TRANSMISSION", "CIGRE Study Committee No. 31 Report", 1972 and ELECTRA, No. 24, pp. 139-153, 1973.
- 2.- S.S. Venkata, "FEASIBILITY STUDIES OF HIGHER ORDER PHASE ELECTRICAL TRANSMISSION SYSTEMS (PHASE I)", Final Report to Allegheny Power System, Greensburg, Pennsylvania, 1976-77.
- 3.- S.S. Venkata, "FEASIBILITY STUDIES OF HIGHER ORDER PHASE ELECTRICAL TRANSMISSION SYSTEMS (PHASE II)", Final Report to Allegheny Power System, Greensburg, Pennsylvania, 1977-78.
- 4.- S.S. Venkata, "FEASIBILITY STUDIES OF HIGHER ORDER PHASE ELECTRICAL TRANSMISSION SYSTEMS (PHASE III)", Final Report to Allegheny Power System, Greensburg, Pennsylvania, 1978-79.
- 5.- J.R. Stewart and D.D. Wilson, "HIGH PHASE ORDER TRANSMISSION - A FEATIBILITY ANALYSIS. PART I STEADY STATE CONSIDERATIONS", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-97 No. 6, Nov/Dec. 1978, pp.2300-2307.
- 6.- Aly A. Mahmoud and Richard D. Shultz, "A METHOD FOR ANALYZING HARMONIC DISTRIBUTION IN A.C. POWER SYSTEMS", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-101, No. 6, June 1980, pp. 1815-1824
- 7.- J.R. Stewart and D.D. Wilson, "HIGH PHASE ORDER TRANSMISSION - A FEATIBILITY ANALYSIS. PART II OVERVOLTAGES AND INSULATION REQUIREMENTS", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-97 No. 6, Nov/Dec. 1978, pp. 2308-2317.

- 8.- S.S. Venkata, W.C. Guyker, J. Kondragunta, W. H. Booth, N.K. Saini and E.K. Stanek, "138-KV, SIX PHASE TRANSMISSION SYSTEM: FAULT ANALYSIS", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-101, No. 5, May 1982, pp. 1203-1218.
- 9.- J.R. Stewart and I.S. Grant, "HIGH PHASE ORDER - READY FOR APPLICATION", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-101, No. 6, Jun 1982, pp. 1757-1767.
- 10.- D.W. Deno, "TRANSMISSION LINE FIELDS", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-95, No. 5, September/October 1976, pp. 1600-1611.
- 11.- D.W. Deno, "CALCULATING ELECTROSTATIC EFFECTS OF OVERHEAD TRANSMISSION LINES", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-93 September/October 1974, pp. 1458-1471.
- 12.- M. Harry Hesse, "CIRCULATING CURRENTS IN PARALLELED UNTRANSPOSED MULTICIRCUIT LINES: I - NUMERICAL EVALUATIONS", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-85, NO. 7, July 1966, pp. 802-811.
- 13.- M. Harry Hesse, "CIRCULATING CURRENTS IN PARALLELED UNTRANSPOSED MULTICIRCUIT LINES: II - METHODS FOR ESTIMATING CURRENT UNBALANCE" IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-85, No. 7, July 1966, pp. 812-820.
- 14.- D.N. Keast, "ASSESSING THE IMPACT OF AUDIBLE NOISE FROM AC TRANSMISSION LINES: A PROPOSED METHOD", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-99, No. 3, May/June 1980, pp. 1021-1031.
- 15.- M.G. Comber and L.E. Zaffanella, "TRANSMISSION LINE REFERENCE BOOK--345 KV AND ABOVE", Palo Alto, CA.: Electric Power Research Institute, 1975.

- 16.- P.M. Anderson, "ANALYSIS OF FAULTED POWER SYSTEMS", Iowa State University Press, Ames, IA, 1976.
- 17.- John R. Carson, "WAVE PROPAGATION IN OVERHEAD WIRES WITH GROUND RETURN", Bell Systems Technical Journal, pp. 539-554.
- 18.- Jacinto Viqueira Landa, "REDES ELECTRICAS I", Representación y Servicios de Ingeniería, S.A., 2da. Edición, Marzo 1973.
- 19.- Jacinto Viqueira Landa, "REDES ELECTRICAS II", Representación y Servicios de Ingeniería, S.A., 2da. Edición, Mayo 1973.
- 20.- William D. Stevenson Jr., "ANALISIS DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA", Mc Graw-Hill, Agosto 1978.
- 21.- John R. Rertz and Frederick Milford, "FUNDAMENTOS DE LA TEORIA ELECTROMAGNETICA", UTEHA, 1a. Edición, 1969.
- 22.- R.A. Chipman, "LINEAS DE TRANSMISION", Mc Graw-Hill, 1971.
- 23.- S.S. Venkata, "EPPC - A COMPUTER PROGRAM FOR SIX-PHASE TRANSMISSION LINE DESIGN", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-101, No. 7, July 1982, pp. 1859-1869.
- 24.- James R. Stewart, "SIX-PHASE LINES (OR MORE?)", Power Technologies, Inc., pp. 1870-1872.
- 25.- James R. Stewart, Shalom Zellingher and G.I. Stillman, "HPO LINE PRACTICAL FOR LIMITED R/W", Power Technologies, Inc.; New York Power Authority, pp. 1873-1876.

- 26.- D.W. Deno, "TRANSMISSION LINE FIELDS", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-95, No. 5, September/October 1976, pp. 1877-1888.
- 27.- G. Muzdeka and N. Rajakovic, "OPTIMAL VOLTAGE PROFILES IN TRANSMISSION NETWORKS TAKING INTO ACCOUNT THE PHENOMENON OF CORONA", Electric Power Systems Research, 6 (1983), pp. 43-50.
- 28.- S.M. Peeran, Mudaffar Al-Nema and Huesain I. Zynal, "SIX PHASE TRANSMISSION SYSTEMS: GENERALIZED ALPHA-BETA-ZERO COMPONENTS AND FAULT ANALYSIS", Department of Electrical Engineering, University of Mosul, Mosul, IRAQ, pp. 1-6.
- 29.- M.M. Choudhary and L.P. Singh, "GENERALIZED MATHEMATICAL MODELING OF n-PHASE POWER SYSTEMS", Department of Electrical Engineering Indian Institute of Technology, Kanpur 208016, India, pp. 367-378.
- 30.- S.N. Tiwari and L.P. Singh, "SIX-PHASE (MULTIPHASE) POWER TRANSMISSION SYSTEMS: A GENERALIZED INVESTIGATION OF THE LOAD FLOW PROBLEM", Electric Power Systems Research, 5 (1982) pp. 285-297.
- 31.- S.P. Nanda, S.N. Tiwari and L.P. Singh, "FAULT ANALYSIS OF SIX-PHASE SYSTEMS", Electric Power Systems Research, 4 (1981), pp. 201-211.
- 32.- S.N. Tiwari and L.P. Singh, "SIX-PHASE (MULTIPHASE) POWER SYSTEMS: SOME ASPECTS OF MODELLING AND FAULT ANALYSIS", Electric Power Systems Research, 6 (1983), pp. 193-202.
- 33.- Navin B. Bhatt, S.S. Venkata, William C. Guyker, and William H. Booth, "SIX-PHASE (MULTI-PHASE) POWER TRANSMISSION SYSTEMS: FAULT ANALYSIS", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-96, No. 3, May/June 1977, pp. 758-767.

- 34.- Mo-Shing Chen, Yasuo Ohba, Lindian Reynolds, and W. Donald Dickson, "LOSSES IN ELECTRICAL POWER SYSTEMS", Electrical Power Systems Research, 1 (1977/78), pp. 9-19.
- 35.- S.N. Tiwari and L.P. Singh, "MATHEMATICAL MODELLING AND ANALYSIS OF MULTI PHASE SYSTEMS", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volume PAS-101, No. 6, June 1982, pp. 1784-1793.
- 36.- L.O. Barthold and H.C. Barnes, "HIGH PHASE ORDER POWER TRANSMISSION", ELECTRA, No. 24, pp. 139-153.