



**Facultad de Ingeniería
Eléctrica y Electrónica**

Ciencia y Tecnología para el Tercer Milenio



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Alta Tensión 2015 - A

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO		
	FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica.		
Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación			
CURSO	ALTA TENSION		
TEMA	CALCULO DEL CAMPO ELECTRICO BAJO LA LINEA DE TRANSMISIÓN DE 60KV – (LT 661 y 662 – EDELNOR) / CERCA AL HOSPITAL “SAN JOSÉ”		
PROFESOR	ING. RAMOS TORRES ERNESTO		
ALUMNO	FLORES ALVAREZ ALEJANDRO	CÓDIGO	1023120103
FECHAS:			
ELABORACIÓN	Jueves 14 de Mayo al 19 de Mayo		
ENTREGA	Jueves 21 de Mayo		
REVISIÓN	Emitido para revisión y aprobación		
3 TRABAJO DOMICILIARIO 2015 – A CALCULO DEL CAMPO ELECTRICO BAJO LINEA DE TRANSMISION DE 60KV (LT 661 y 662 – EDELNOR) / CERCA AL HOSPITAL “SAN JOSÉ”		Documento No.: ALTA-TENSION-2015A-003-004	



CÁLCULO DEL CAMPO ELÉCTRICO BAJO LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 60KV – CERCA AL HOSPITAL “SAN JOSÉ”

Contenido

1. OBJETIVO

2. DESARROLLO

- 2.1 Ubicación de la Línea de Transmisión de 60 kV
- 2.2 Recomendaciones Internacionales de Campo Eléctrico máximo.
- 2.3 Valores Máximos de exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60 Hz – Normas Nacionales (Normas Peruanas)

3. CÁLCULO DEL CAMPO ELÉCTRICO BAJO LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 60KV – CERCA AL HOSPITAL “SAN JOSÉ”

- 3.1 Disposición de Conductores en la Poste de Alta Tensión – (data inputs) Entrada de Datos
- 3.2 Ejecución del Programa
- 3.3 Visualización de Resultados para el primer Punto (0.4, 1.5) metros
 - 3.3.1 Campo eléctrico

4. VISUALIZACIÓN FIGURAS EN EL PROGRAMA

- 4.1 Disposición de Conductores de la LT en 60 kV
- 4.2 Campo eléctrico en el punto $x= 0.4$ m, ALTURA= 1.5 m
- 4.3 Magnitud del campo eléctrico y ángulo
- 4.4 Campo eléctrico con el método instantáneo y el fasorial
- 4.5 Perfil del campo eléctrico máximo
- 4.6 Campo eléctrico en el punto $x= 7.0$ m, ALTURA= 1.668 m
- 4.7 Perfil del campo eléctrico máximo (Punto nº 2)

5. CONCLUSIONES

6. RECOMENCIONES

7. BIBLIOGRAFIA

- 7.1 Libros
- 7.2 Paginas Web, Referencias Virtuales, Tutoriales

8. ANEXOS.

- 8.1 Cálculo de la Cadena de Aisladores para la LT en 60 KV



- 8.2 Detalle de la ubicación de los conductores y los puntos a analizar
- 8.3 Registro fotográfico
- 8.4 Video de la Inspección al lugar para registrar las medidas necesarias para el cálculo del campo eléctrico
- 8.5 Líneas de Campo Equipotenciales
- 8.6 Campo eléctrico máximo generado en la superficie de la tierra

Contenido de Cuadros

- Cuadro N°: 1 Recomendaciones internacionales de campo eléctrico máximo
- Cuadro N°: 2 Valores Máx. de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos 60 Hz
- Cuadro N°: 3 Datos técnicos del conductor AAAC de la LT en 60 kV
- Cuadro N°: 4 Ingreso de datos en la hoja de cálculo

Contenido de Figuras

- Figura N° 1 Líneas de Transmisión cerca a la Av. Elmer Faucett cruce con Morales Duarez
- Figura N° 2 Hospital San José – ubicación de los puntos a Calcular el Campo Eléctrico
- Figura N° 3 Personas expuestas a Campos Eléctricos por efecto de la Línea de Transmisión de 60 kV
- Figura N° 4 Configuración de la línea de Transmisión en 60 kV – Poste
- Figura N° 5 Configuración de los conductores de doble terna de la LT en 60 kV
- Figura N° 6 Ubicación de los puntos de análisis Punto N° 1 y Punto N° 2
- Figura N° 7 Disposición de Conductores en la torre de alta tensión – LT en 60 kV
- Figura N° 8 Datos de entrada para el calculo del campo eléctrico
- Figura N° 9 Introducción de las coordenadas para evaluar el perfil del campo eléctrico
- Figura N° 10 . Array Editor con la información de las matrices
- Figura N° 11 . Disposición conductores línea de 60 kV
- Figura N° 12 Disposición y ubicación de los conductores
- Figura N° 13 . Campo eléctrico en el punto $x = 0.4$ m, ALTURA= 1.5 m
- Figura N° 14 . Magnitud y ángulo geométrico del campo eléctrico
- Figura N° 15 . Campo eléctrico calculado con el método instantáneo
- Figura N° 16 . Campo eléctrico calculado con el método fasorial
- Figura N° 17 . Perfil del campo eléctrico máximo (Punto n° 1)
- Figura N° 18 Disposición conductores línea de 60 kV (Punto n° 2)
- Figura N° 19 Perfil del campo eléctrico máximo (Punto n° 2)

CÁLCULO DEL CAMPO ELÉCTRICO BAJO LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN EN 60KV-CERCA AL HOSPITAL "SAN JOSÉ" - CALLAO

3 TRABAJO DOMICILIARIO

1. OBJETIVO

Este trabajo de investigación tiene como Objetivo principal hallar el campo Eléctrico de bajo de una Línea de Transmisión en 60 kV, ver si cumple los niveles estándares mínimos de campo eléctrico debajo de una Línea, y luego comparar los resultados con el Código Nacional de Electricidad.

2. DESARROLLO

En este trabajo ya no presentare marco teórico ya que en el primer trabajo domiciliario (CÁLCULO DE CAMPO ELECTRICO BAJO LINEAS DE TRANSMISION ELECTRICA) se sustentó toda la teoría incluso se presentó el código del programa en Matlab, me enfocare más sobre como hallar dicho campo y finalmente comparare los resultados con el Código Nacional de Electricidad.

2.1 Ubicación de la Línea de Transmisión de 60 kV

Primeramente para hallar el campo eléctrico debajo de la Línea de Transmisión Eléctrica en 60 kV, investigo que Línea voy a analizar, para ello uso el programa Google Earth y si no tuviera mucha información visito al lugar donde está la LT.

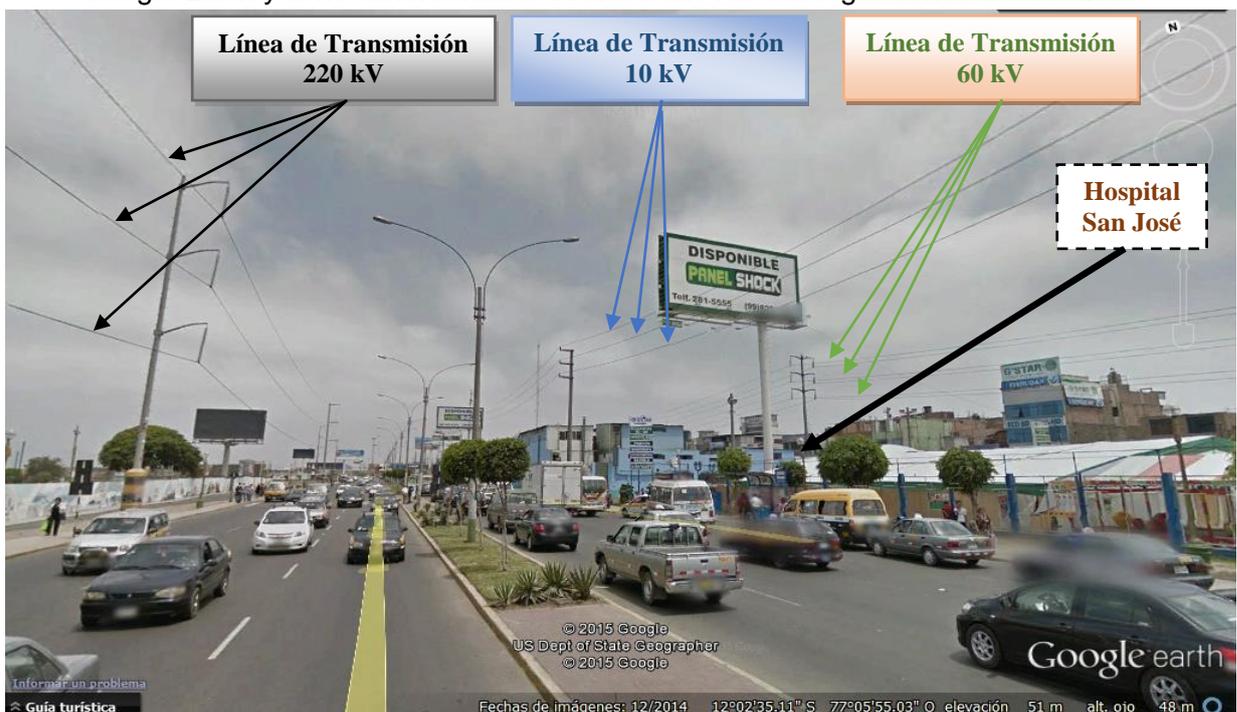


Figura N° 1 Líneas de Transmisión cerca a la Av. Elmer Faucett cruce con Morales Duarez

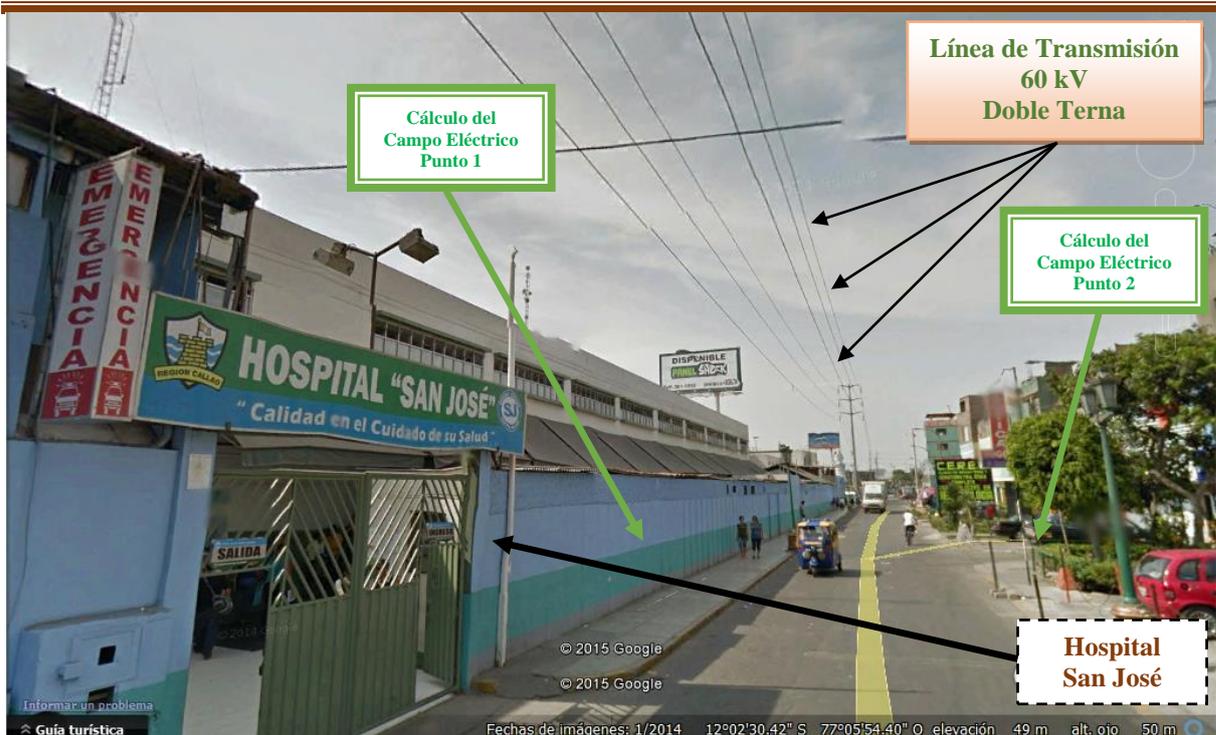


Figura N° 2 Hospital San José – ubicación de los puntos a Calcular el Campo Eléctrico

En las imágenes anteriores muestro las disposición de las Líneas de Transmisión que Transmiten energía Eléctrica; en la figura N° 1 tenemos Líneas de Transmisión de **220 kV** (Se puede apreciar fácilmente que la separación entre conductores es mucho mayor a las líneas de Transmisión que están contiguas a ella, la LT es de una sola Terna), **10 kV** (La Línea de Transmisión es de una Sola Terna) y **60 kV** (La Línea de Transmisión es de Doble terna).

En la figura N° 2 se puede apreciar que el **Hospital “San José”** está ubicada justamente debajo de la LT de 60 kV (Doble Terna), también vemos donde voy a calcular el campo Eléctrico para ello según mi criterio estoy considerando cerca de la entrada al Hospital y el otro punto estoy considerando cerca del pavimento (Carretera), donde circulan los peatones, y más aún en este lugar hay un paradero donde hay mucha concurrencia de gente en horas punta ya sea en la mañana o noche, con el programa voy a ver si estas personas se ven afectadas del campo eléctrico por efecto de la Línea de Transmisión de 60 kV.

En la figura 3 muestro las líneas de campo eléctrico por efecto de la Línea de Trasmisión de 60 kV, Como se puede apreciar las personas están expuestas a las líneas de campos eléctricos, para ello calcularemos si estas líneas sobrepasan los límites máximos permisibles que dicta el Código Nacional de Electricidad.



Figura N° 3 Personas expuestas a Campos Eléctricos por efecto de la Línea de Transmisión de 60 kV

2.2 Recomendaciones Internacionales de Campo Eléctrico máximo.

A pesar de que a nivel mundial todas las investigaciones concluyen en que no hay evidencia científica suficiente como para concluir que los campos eléctricos a baja frecuencia o industriales afectan la salud humana, han surgido una serie de recomendaciones por organizaciones tan importantes como la ICNIRP (International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection), las cuales generaron algunos límites recomendados para la exposición a campos eléctricos tanto a nivel de trabajadores y del público en general, Cuadro N° 1.

Cuadro N°: 1 Recomendaciones internacionales de campo eléctrico máximo

NORMA	CAMPO ELECTRICO MÁXIMO (kV/m)	
International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection	8.333	Trabajadores
	4.167	Público en General
European Prestandar ENV 50166-1 (1995)	25	Trabajadores
	10	Público en General
National Resources Planning borrad NRPB, Reino Unido	12	Trabajadores
	12	Público en General
American Conference Of Governmental Industrial Hygienists	25	Trabajadores

2.3 Valores Máximos de exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60 Hz – Normas Nacionales (Normas Peruanas)

Exposición: El hecho de estar sometido a campos eléctricos o magnéticos, diferentes a aquellos que se originan debido a procesos fisiológicos en el cuerpo u otro fenómeno natural.

Exposición Ocupacional: Se da cuando las personas están expuestas como consecuencia de su ocupación y están completamente conscientes del potencial de exposición y pueden ejercer el control sobre el mismo.

Exposición Poblacional: Se aplica para el público en general cuando las personas expuestas como consecuencia de su ocupación podrían no estar conscientes del potencial de la exposición o no puedan ejercer control sobre dicha exposición. Por lo tanto, el público en general siempre cae bajo esta categoría cuando la exposición no está relacionada con la ocupación.

Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60 Hz

Este acápite establece los valores máximos de radiaciones no ionizantes referidas a campos eléctricos y magnéticos (Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Magnético), los cuales se han adoptado de las recomendaciones del ICNIRP (International Comisión on Non - Ionizing Radiation Protección) y del IARC (International Agency for Research on Cancer) para exposición ocupacional de día completo o exposición de público.

En zonas de trabajo (exposición ocupacional), así como en lugares públicos (exposición poblacional), no se deben superar los valores dados en la Tabla 2.

Cuadro N°: 2 Valores Máx. de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos 60 Hz

Tipo de Exposición	Intensidad de Campo Eléctrico (kV/m)	Densidad de Flujo Magnético (uT)
Poblacional	4.2	83.3
Ocupacional	8.3	416.7



3. CÁLCULO DEL CAMPO ELÉCTRICO BAJO LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 60KV – CERCA AL HOSPITAL “SAN JOSÉ”

En este capítulo se explica cómo calcular el Campo Eléctrico debajo de la Línea de Transmisión en 60 kV, cerca al **Hospital “San José”**, el software que utilizare será el Matlab versión estudiantil. Para ello comienzo analizando la disposición de Conductores en la Torre y/o poste.

3.1 Disposición de Conductores en la Poste de Alta Tensión – (data inputs) Entrada de Datos

Para calcular el campo eléctrico para una configuración de línea como la que aparece en la Figura 4, primero se tuvo que ir al lugar y tomar las medidas aproximadas del poste y dimensiones de la vía, y la separación entre conductores entre fases y el lugar donde se va evaluar el campo eléctrico.



Figura N° 4 Configuración de la línea de Transmisión en 60 kV – Poste

En la figura N° 4 se aprecia la configuración de la línea de transmisión y con los datos obtenidos en la visita al lugar, se implementó el dibujo en AutoCAD de la sgte manera:

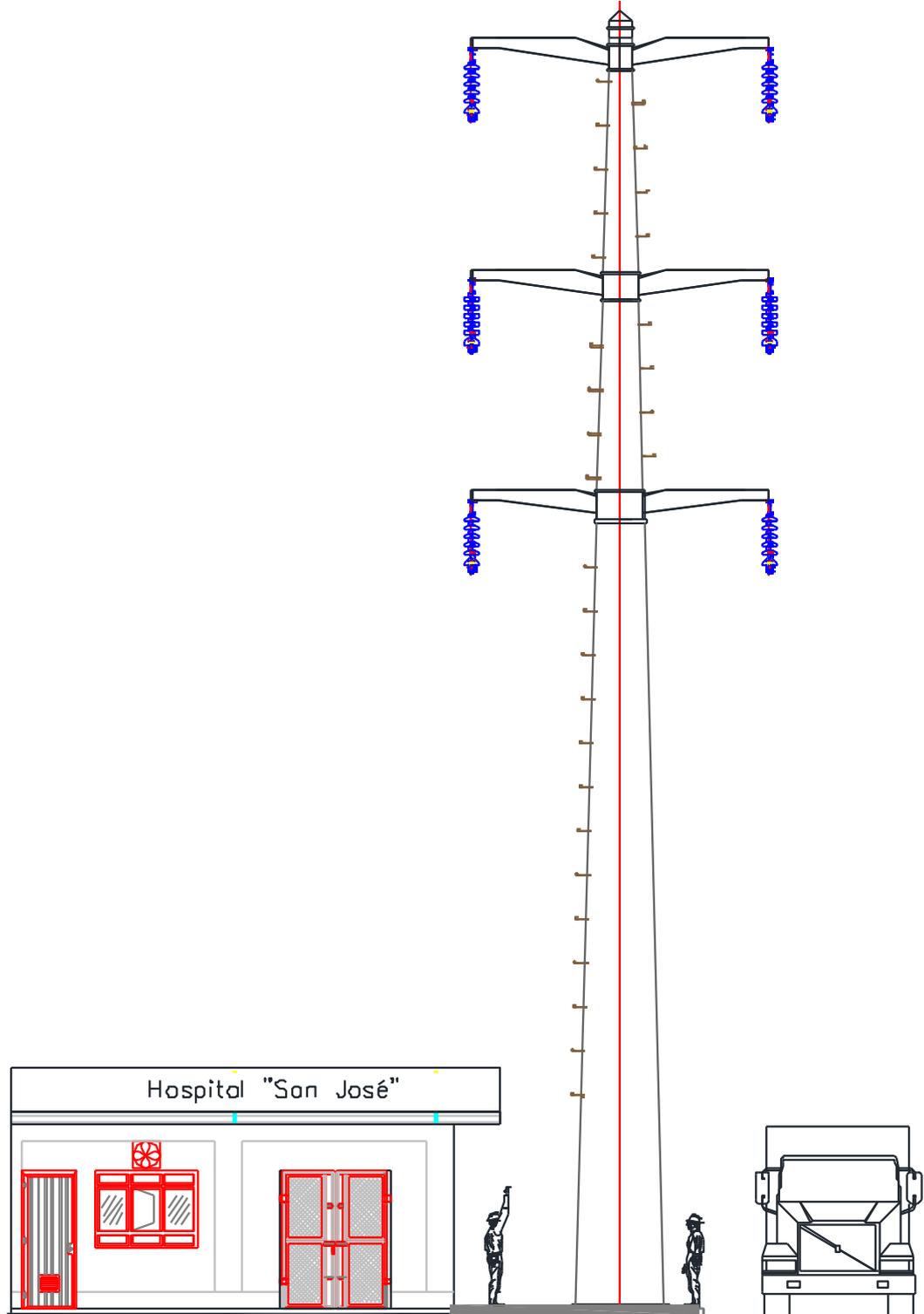


Figura N° 5 Configuración de los conductores de doble terna de la LT en 60 kV

En la figura N° 5 muestro como está ubicado los conductores y como es la configuración de la Torre y/o poste de la LT en 60 kV, como apreciamos esta Línea

está compuesta por dos circuitos (doble terna), y no tiene cable de guarda esto se debe a que la línea se encuentra en la costa, por lo tanto no están propensos a sufrir descargas atmosféricas, por tal motivo no es necesario que le acompañe el conductor cable de guarda para su apantallamiento y/o blindaje.

En la figura N° 6 muestro el punto donde hallare el campo eléctrico para ello estoy considerando dos punto a analizar, también dispondremos de todas las medidas de la Torre y/o poste según los datos tomados en la visita al lugar (Calle C Barriga, paralela a la Av. Faucett cerca al cruce con Morales Duares – Hospital “San José”) y los puntos de cálculo.

No lleva cable de guarda para el Apantallamiento y/o blindaje de la LT en 60 kV

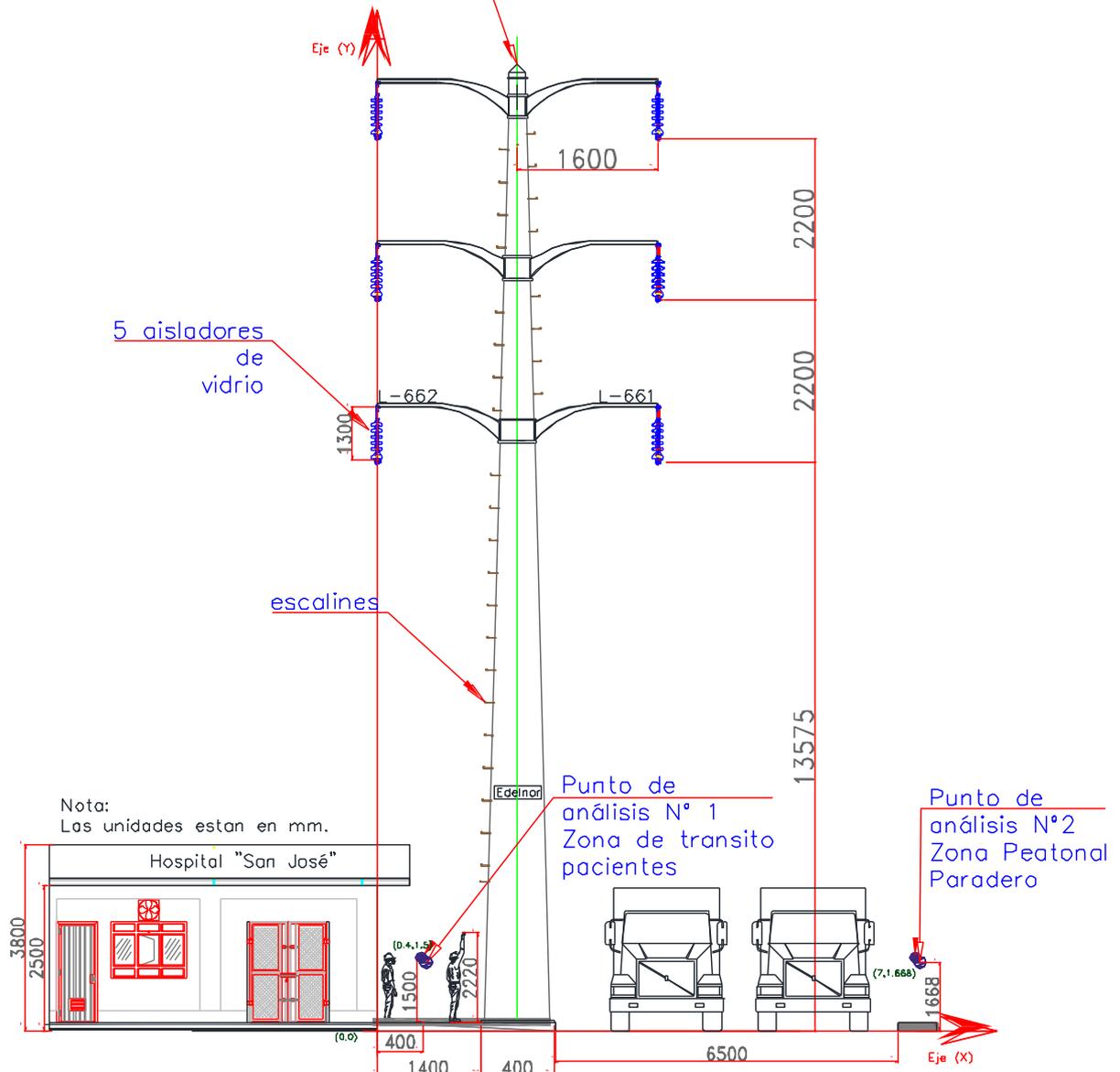


Figura N° 6 Ubicación de los puntos de análisis Punto N° 1 y Punto N° 2



Una vez ubicado los puntos donde vamos a analizar el campo eléctrico, continuando con el procedimiento lo que a continuación es investigar qué tipo de conductor, su sección y sus parámetros eléctricos para poder simularlo en el programa Matlab versión 2009.

Cuadro N°: 3 Datos técnicos del conductor AAAC de la LT en 60 kV

Sección Nominal mm ²	Numero de Alambres N°	Diámetro Alambres mm	Diámetro Exterior mm	Masa Nominal kg/km	Tracción Mínima kN	Resistencia Máxima c.d. a 20°C Ohm/km
240	19	4.01	20.1	660	71.82	0.1414

Normas de Fabricación:

NTP 370.258

ASTM B 398 M y B399 M

Temperatura de Operación:

75°C, Máxima Recomendable.

Resistencia del Conductor a $R_{AC75^{\circ}C}$, considerando el efecto skin,

0.161330667 Ohm/km

Radio Equivalente del conductor AAAC 240 mm²:

0.01005 metros

Con los datos mencionados líneas arriba, empiezo a introducir al programa de la siguiente manera:

En la siguiente tabla se indica la ubicación de cada conductor el este caso no se considera el cable de guarda.

Cuadro N°: 4 Ingreso de datos en la hoja de cálculo

CONDUCTOR	COORDENADA X (m)	RADIO FISICO (m)	ALTURA SOBRE TIERRA (m)	FASE	MAGNITUD VOLTAJE DE FASE-TIERRA (kV)	ANGULO DE FASE
1	0	0.01005	17.975	1	34.6410	0
2	0	0.01005	15.775	2	34.6410	120
3	0	0.01005	13.575	3	34.6410	240
4	3.2	0.01005	17.975	1	34.6410	0
5	3.2	0.01005	15.775	2	34.6410	120
6	3.2	0.01005	13.575	3	34.6410	240

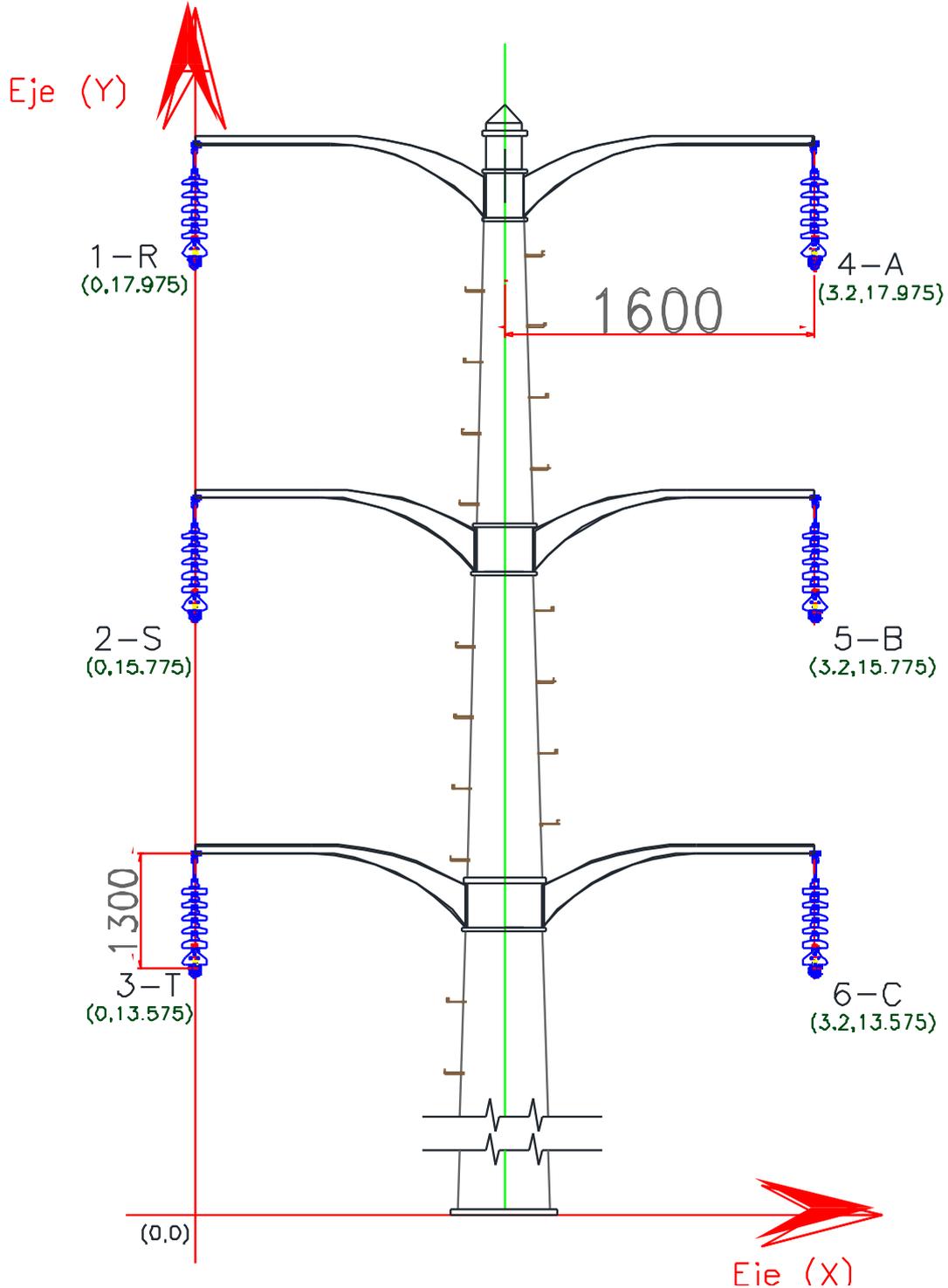


Figura N° 7 Disposición de Conductores en la torre de alta tensión – LT en 60 kV

3.2 Ejecución del Programa

Primeramente llamamos mediante el programa al Matlab la hoja de datos en Excel que se mostró en la Tabla N° 4, a continuación muestro dichos datos que el programa Matlab versión 2009 lo reconoce:

```
Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Demos, or read Getting Started.
>> datos=xlsread('1.0 Datos_Lineas_60 kV-CE.xls');
datos
datos =
    1.0000         0    0.0101    17.9750    1.0000    34.6410         0
    2.0000         0    0.0101    15.7750    2.0000    34.6410   120.0000
    3.0000         0    0.0101    13.5750    3.0000    34.6410   240.0000
    4.0000    3.2000    0.0101    17.9750    1.0000    34.6410         0
    5.0000    3.2000    0.0101    15.7750    2.0000    34.6410   120.0000
    6.0000    3.2000    0.0101    13.5750    3.0000    34.6410   240.0000
fx >>
```

Figura N° 8 Datos de entrada para el calculo del campo eléctrico

En la ventana de comandos de Matlab (Command Window), llamar a los datos ingresados previos, y analizar el campo eléctrico, para ello grabamos el código fuente con las características de la LINEA DE TRANSMISIÓN.

Seguidamente una vez salvado el código fuente introducimos el punto donde queremos hallar el campo eléctrico, para ello tendrá una separación del punto de referencia (0,0) hacia el eje X y también podremos introducir la altura respectiva

En la Figura 9, nos muestra la ventada donde podemos introducir en punto donde queremos hallar el campo eléctrico.

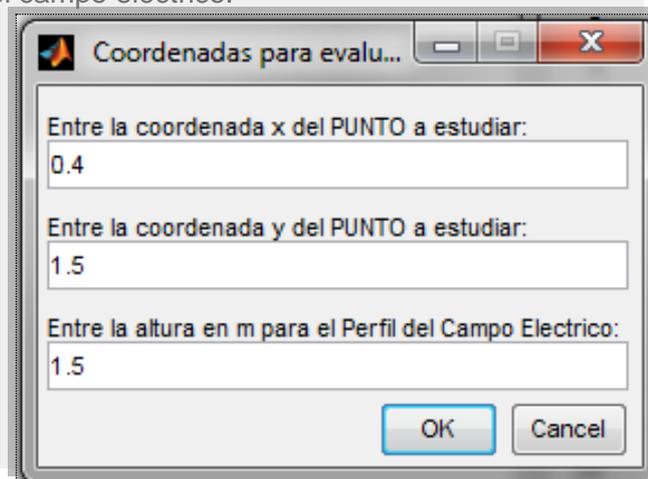


Figura N° 9 Introducción de las coordenadas para evaluar el perfil del campo eléctrico

Para evaluar el primer punto donde queremos calcular el campo eléctrico introducimos las coordenadas del punto en metros en mi caso estoy considerando evaluar el primer punto en las coordenadas (0.4, 1.5) metros, prácticamente este punto es por donde circulan las personas como pacientes, visitantes y todo el grupo que trabaja en el Hospital. Considerando 40 cm cerca a la pared exterior del hospital y a una altura de 1 metro y medio.

3.3 Visualización de Resultados para el primer Punto (0.4, 1.5) metros

3.3.1 Campo eléctrico

Al dar clic en OK en el cuadro de dialogo de las coordenadas para evaluar el campo eléctrico, Figura 9, el programa computa las matrices: coeficiente de potencial [P], capacitancia [C] por unidad de longitud, carga eléctrica por unidad de longitud [Q], capacitancia reducida, Figura 10.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.4708e+11	4.9081e+10	3.5410e+10	4.3552e+10	3.8948e+10	3.1687e+10		
2	4.9081e+10	1.4473e+11	4.6570e+10	3.8948e+10	4.1227e+10	3.6463e+10		
3	3.5410e+10	4.6570e+10	1.4203e+11	3.1687e+10	3.6463e+10	3.8559e+10		
4	4.3552e+10	3.8948e+10	3.1687e+10	1.4708e+11	4.9081e+10	3.5410e+10		
5	3.8948e+10	4.1227e+10	3.6463e+10	4.9081e+10	1.4473e+11	4.6570e+10		
6	3.1687e+10	3.6463e+10	3.8559e+10	3.5410e+10	4.6570e+10	1.4203e+11		

Figura N° 10 . Array Editor con la información de las matrices

Además, como se muestra en las Figuras siguientes, el software desarrollado traza las figuras de:

- Disposición de conductores
- Campo eléctrico en un punto
- Magnitud y ángulo del campo eléctrico en el punto de prueba
- Campo eléctrico según el método instantáneo
- Campo eléctrico según el método fasorial
- Perfil del campo eléctrico

4. VISUALIZACIÓN FIGURAS EN EL PROGRAMA

En las siguientes hojas se verán los reportes que el Programa Matlab me muestra, de cada figura hare un breve comentario a que se refiere.

4.1 Disposición de Conductores de la LT en 60 kV

En la siguiente figura el programa nos muestra donde están ubicados los conductores, también nos mostraría la ubicación del cable de guarda pero como esta línea de transmisión está ubicado en la costa (Callao) no tiene cable de guarda, adicionalmente el programa nos da el punto donde queremos analizar y calcular el campo eléctrico.

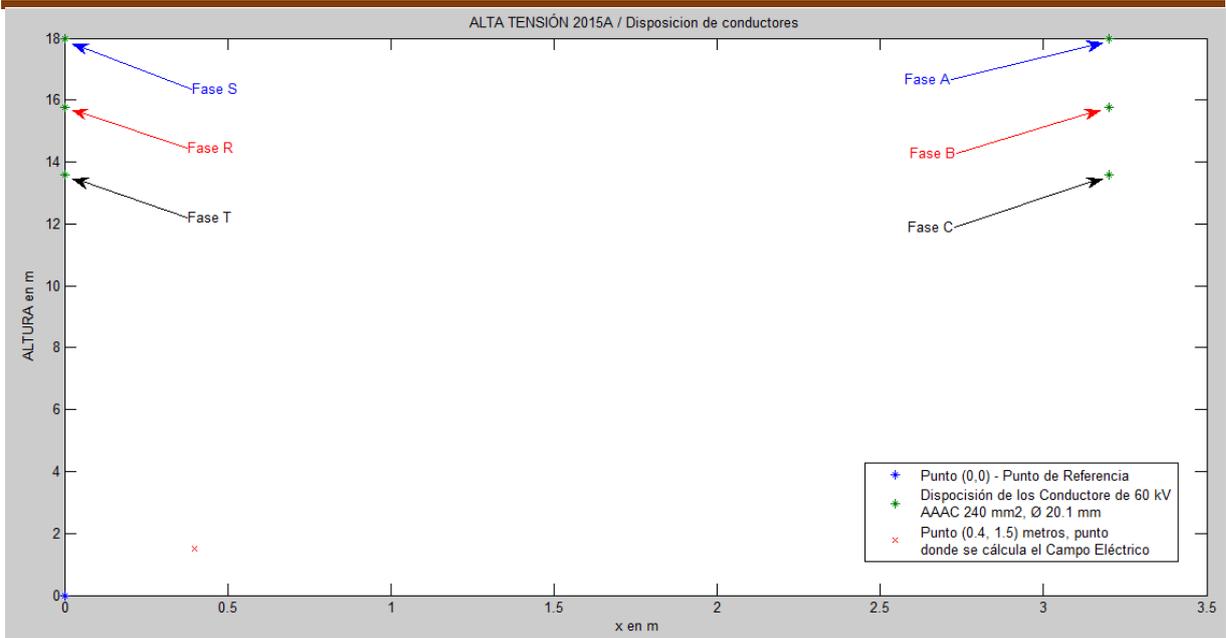


Figura N° 11 . Disposición conductores línea de 60 kV

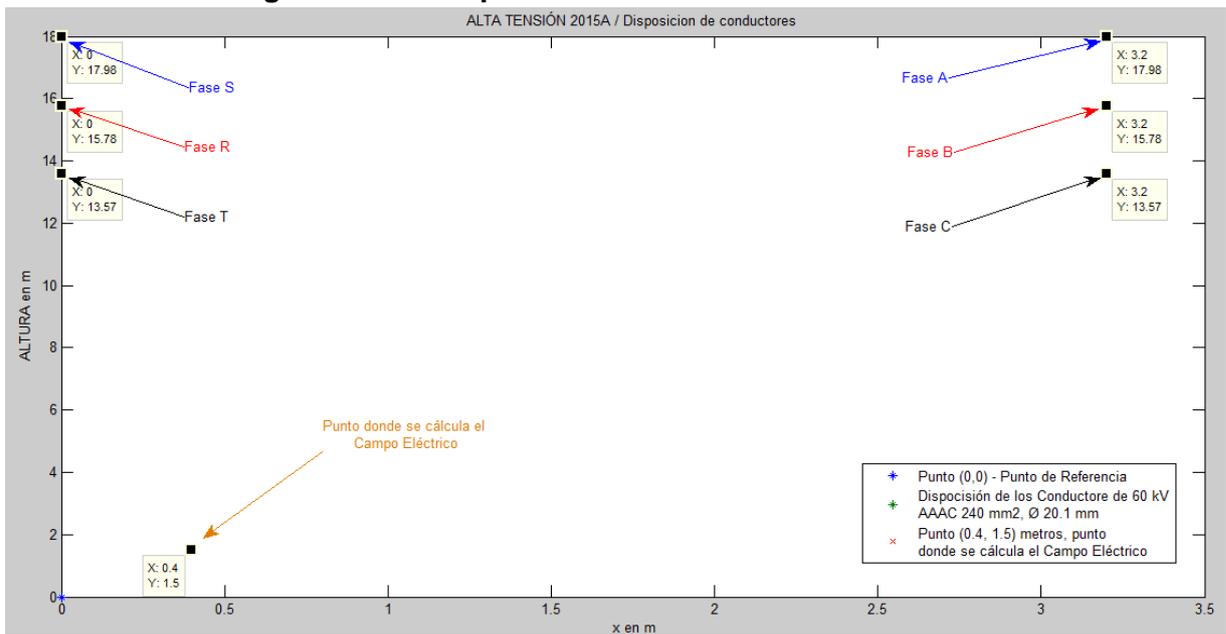


Figura N° 12 Disposición y ubicación de los conductores

4.2 Campo eléctrico en el punto $x= 0.4$ m, ALTURA= 1.5 m

En la Figura 13 se muestra que el campo eléctrico en un punto cualquiera diferente de la tierra varía en función del tiempo, lo cual genera como resultado una elipse.

Según la teoría el campo eléctrico esta en función de la carga y el tiempo, y la forma que adopta según su ecuación es forma de una elipse.

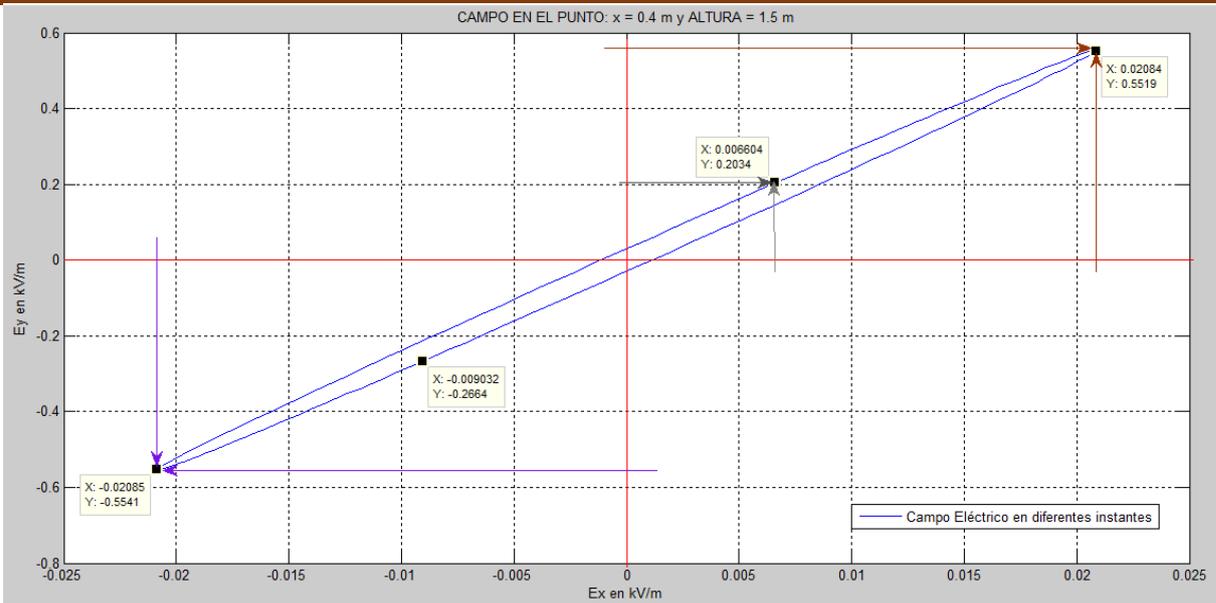


Figura N° 13 . Campo eléctrico en el punto $x = 0.4$ m, ALTURA= 1.5 m

4.3 Magnitud del campo eléctrico y ángulo

En la Figura 14 se puede observar el vector del campo eléctrico representado en magnitud y ángulo respecto al eje horizontal (ángulo geométrico). Así por ejemplo a los 0.3541 radianes la magnitud es igual a 3,173 kV/m a un ángulo de -92,29 grados.

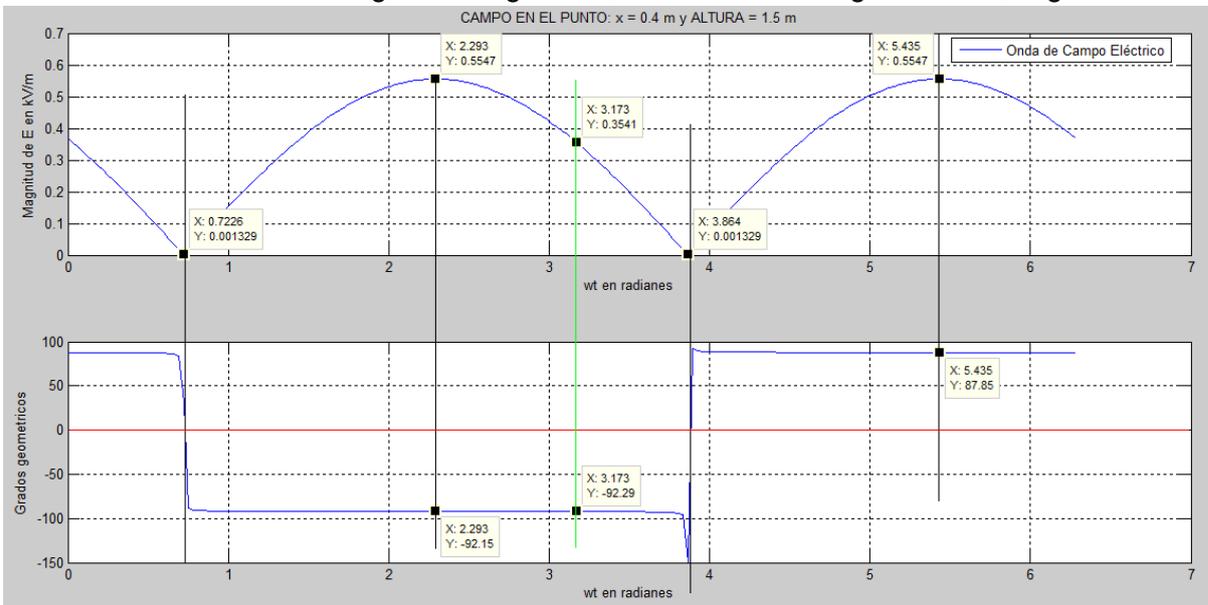


Figura N° 14 . Magnitud y ángulo geométrico del campo eléctrico

4.4 Campo eléctrico con el método instantáneo y el fasorial

En la Figura 15 y en la Figura 16 se visualiza el campo eléctrico usando los métodos instantáneo y fasorial para $x = 0.4$ m y ALTURA = 1.5 m. En las figuras se puede observar que los resultados por los dos métodos son iguales.

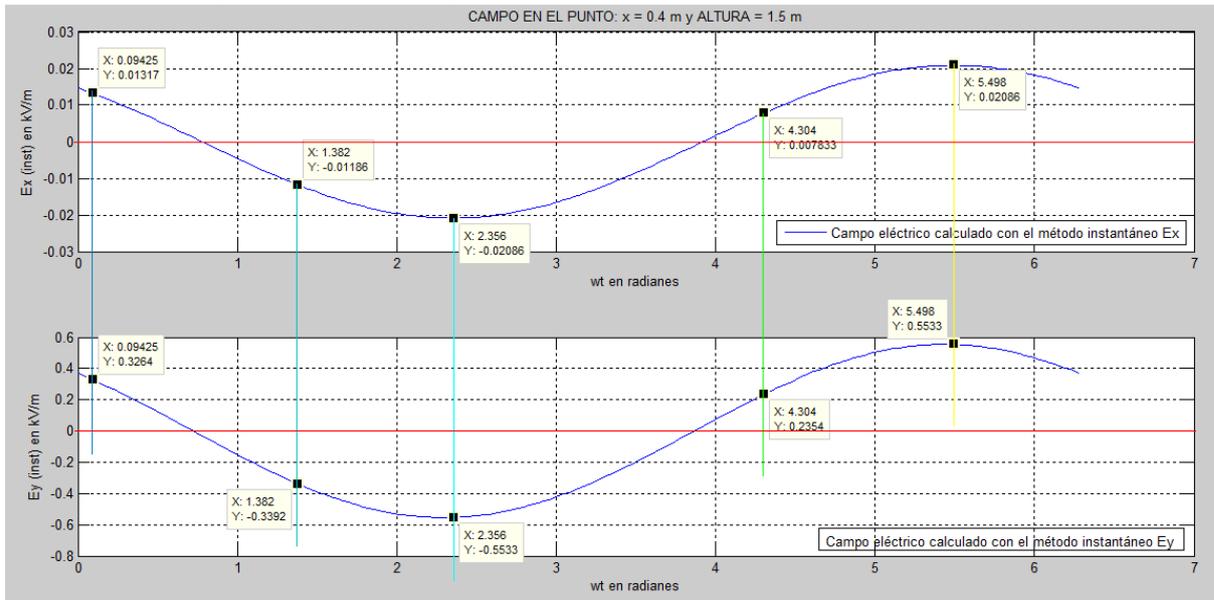


Figura N° 15 . Campo eléctrico calculado con el método instantáneo

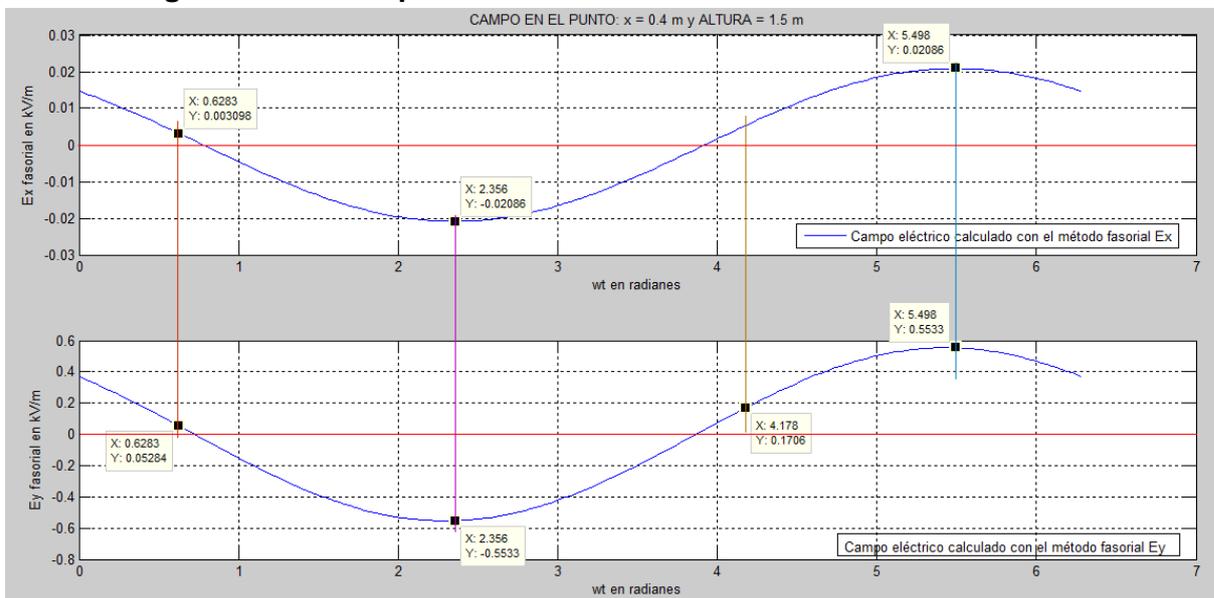


Figura N° 16 . Campo eléctrico calculado con el método fasorial

4.5 Perfil del campo eléctrico máximo

La Figura 17 muestra el perfil del campo eléctrico para una servidumbre de Aprox. 20 m. Para una altura de 0.4 m, los picos máximos del campo eléctrico se presentan en la zona de servidumbre en el punto medio entre los ejes de la cadena de aisladores en este punto encontramos que en campo eléctrico llega a **0,5632 kV/m** (Este punto está

a 1.6 metros del nivel de referencia en el eje X). El valor mínimo se presenta exactamente a 16.6 metros alejado del eje del poste de alta tensión el valor del campo es de **0,0558 kV/m**.

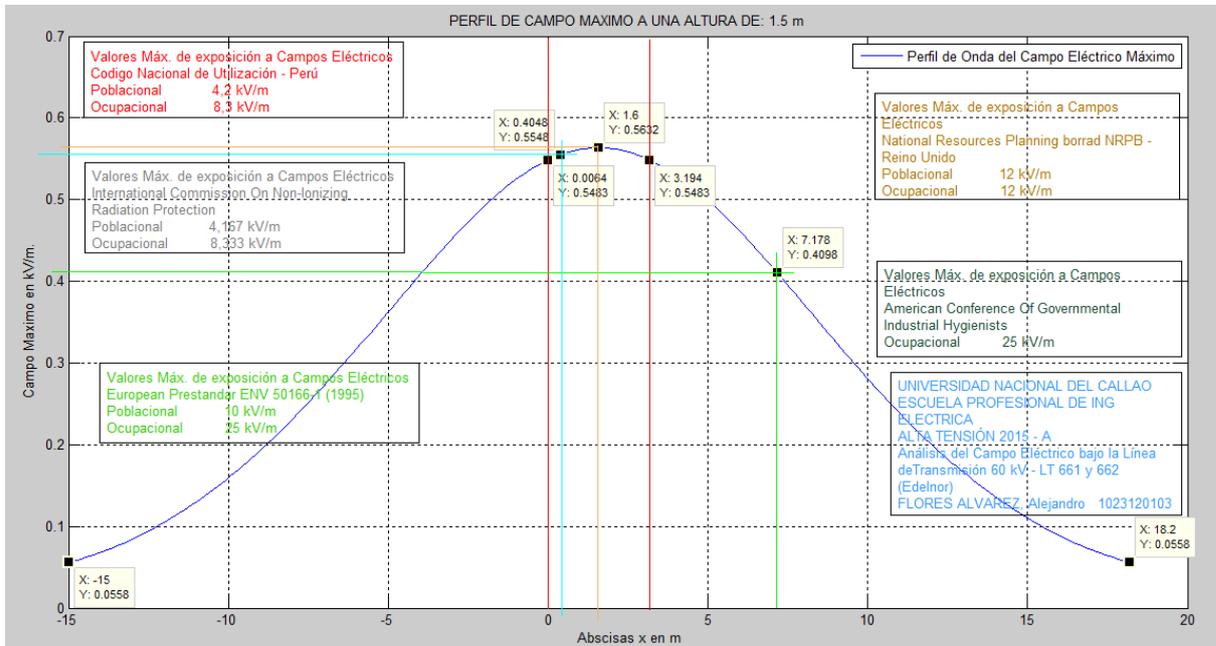


Figura N° 17 . Perfil del campo eléctrico máximo (Punto n° 1)

Comparando estos resultados con las normas y recomendaciones tanto nacionales como internacionales, se encuentra que el campo eléctrico máximo en el punto n° 1 es **0,5632 kV/m** y, que está a 40 cm de la pared del hospital y a una altura de un metro y medio, por lo tanto decimos que el campo eléctrico hallado en este punto está por debajo del campo eléctrico de límite máximo que me dicta el Código Nacional de Electricidad que es de **4.2 y 8.3 kV/m** Poblacional y ocupacional respectivamente, de igual forma cumple con los estándares permisibles internacionales de campo eléctrico máximo.

4.6 Campo eléctrico en el punto x= 7.0 m, ALTURA= 1.668 m

El otro punto que elegi para calcular el campo electrico cerca al **Hospital "San José"** fue a una distancia de 7 metros, de la pared exterior del hospital y a una altura de 1.668 metros, considerando que por estos puntos circulan personas y tambien por este punto hay un paradero donde en hora punta hay mucha concurrencia de personas.

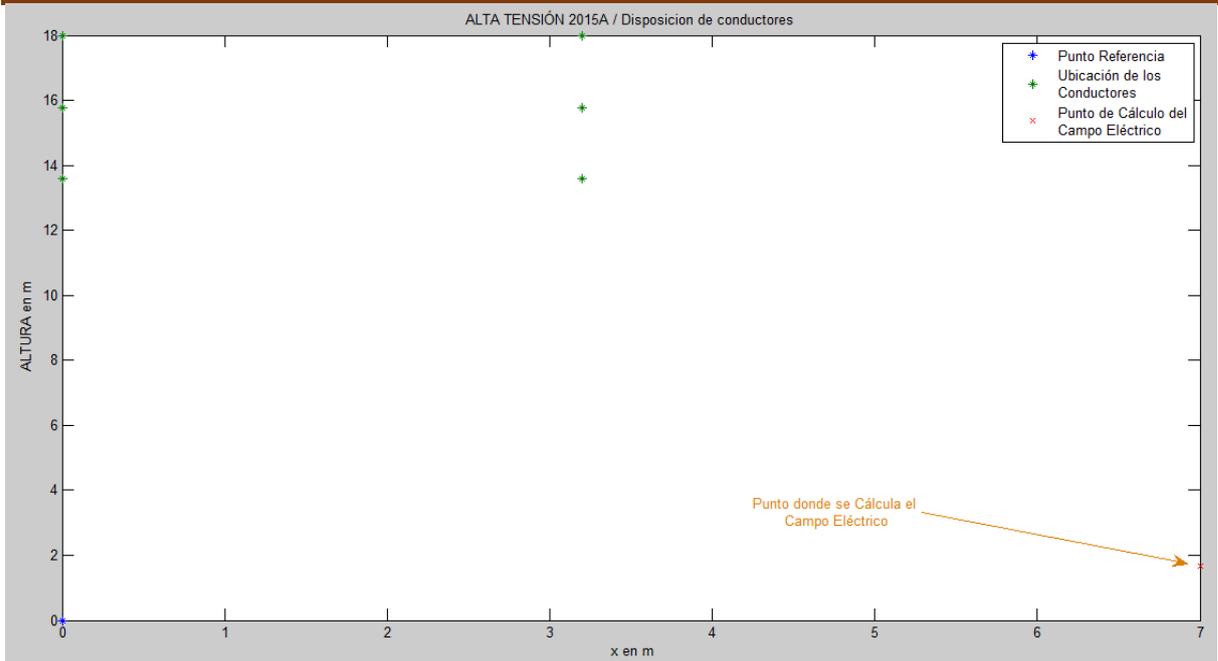


Figura N° 18 Disposición conductores línea de 60 kV (Punto n° 2)

4.7 Perfil del campo eléctrico máximo (Punto n° 2)

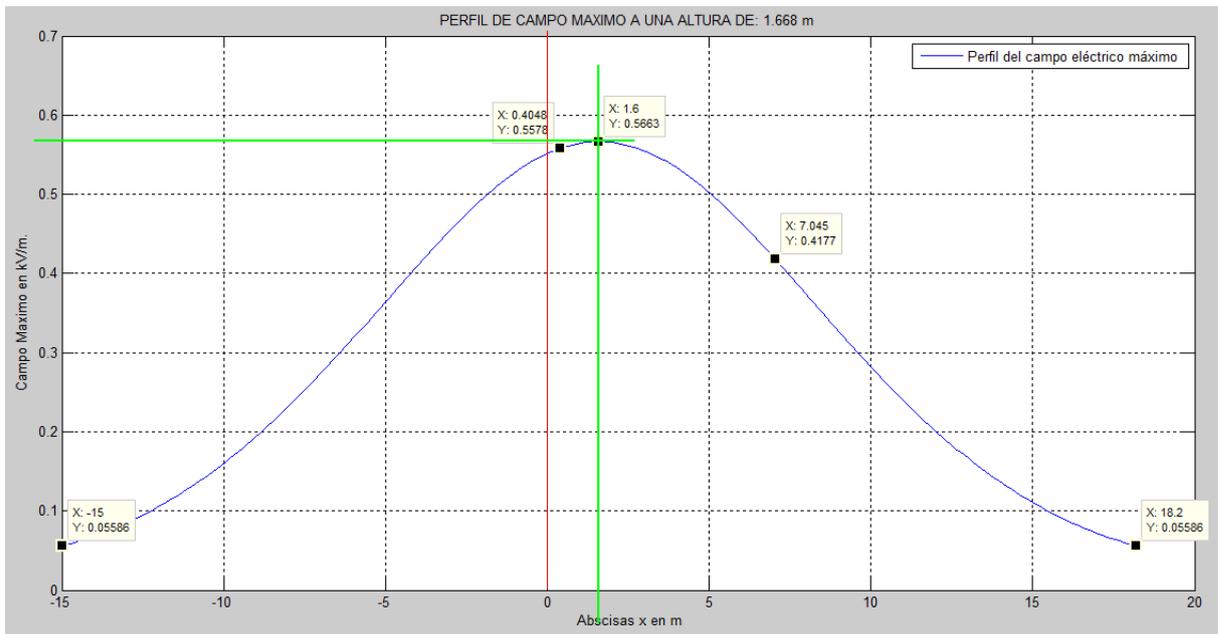


Figura N° 19 Perfil del campo eléctrico máximo (Punto n° 2)

Como se puede apreciar en la figura 18 nos muestra el programa donde analizar el segundo punto y los puntos asteriscos (*) de color verde nos muestra la disposición de los conductores, la figura 19 es el resultado que nos da el programa Matlab, y el campo eléctrico máximo es de **0.4177 kV/m** lo cual está por debajo de los estándares máximos de campos eléctricos permisibles que deben estar expuestos las personas y animales debajo de una línea de transmisión.



5. CONCLUSIONES

A pesar que el campo eléctrico depende de la geometría del sistema que se esté estudiando, para los casos analizados con el software, fue muy frecuente que el campo eléctrico máximo se concentrara en la servidumbre de la línea muy cerca de los conductores a los extremos de la línea de transmisión.

En el caso de la línea analizada, el dato que se estudió fue el perfil del campo eléctrico; esto con el fin de determinar en muchos puntos cual era el máximo valor del campo eléctrico a una altura determinada. Con este dato se pudo concluir que los niveles de campo eléctrico en los puntos nº1 y nº2 analizados fueron muy inferiores a los valores máximos permisibles de campos eléctricos que deben estar expuestos las personas, por lo tanto también se puede concluir también que cumple con los niveles de campos máximos que dictan las normas internacionales.

Los márgenes que manejan las organizaciones tanto internacionales como nacionales, a mi criterio son demasiado amplios ya que como se pudo comprobar con los resultados que arrojó el software es muy difícil que una línea de transmisión a una altura normal alcance estos picos tan altos, y de igual manera aunque no esté comprobado sigue la inquietud de si perjudica o no la salud humana, se debe recordar que en algunos países actualmente se llevan adelantos sobre el tema como en el caso de Italia, en donde el senado se encuentra en la discusión de reducir los límites considerablemente, aunque esto traiga como consecuencia los altos gastos por parte de las empresas prestadoras del servicio.

6. RECOMENCIONES

Siempre que se quiera simular campos eléctricos, magnéticos, electromagnéticos, la herramienta poderosa que nos ayuda a realizarlo es el programa Matlab, tener en cuenta que este programa es compatible con programa de Microsoft office (Excel), el cual nos ayuda en la solución rápida y eficiente de los problemas que queramos realizar

Cuando queramos diseñar un fuente de código en cualquier programa lo recomendable es tener claro la teoría, ya que esto nos ayuda en la realización y en menor tiempo,

Recomiendo realizar un programa en Excel, Matlab o C++ para el cálculo de la cadena de aisladores, esto nos ayudaría a complementar el tema desarrollado en clase.

Investigar más acerca de los campos eléctricos y magnéticos que generan las líneas de transmisión que hay en nuestra ciudad y más aún si son de tensiones superiores a los 60 kV, para poder saber si perjudican a las personas que lo rodean.



7. BIBLIOGRAFIA

7.1 Libros

- [1] CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – UTILIZACION (Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad)
- [2] ESCOBAR GONZÁLEZ, Francisco Javier. Introducción a las líneas de transmisión. Libro guía. Universidad Tecnológica De Pereira, 2004
- [4] RODAS, Darío Eliécer y ESCOBAR, Francisco Javier. Parámetros matriciales en líneas de transmisión. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, agosto de 1989.
- [5] Ing. Carlos Huayllasco Montalva LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA Enero 1997
- [6] Ing. Juan Bautista Ríos LINEAS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA Pre Edición 2001
- [7] Rodolfo Neri Vela LINEAS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA
- [8] Sadiku CAMPOS ELECTROMAGNETICOS

7.2 Páginas Web, Referencias Virtuales, Tutoriales

- [1].APRENDA MATLAB COMO SI ESTUVIERA EN PRIMERO. Universidad de Navarra. Disponible en:
<<http://www.tecnun.es/asignaturas/Informat1/AyudaInf/Index.htm>>
- [2].LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y LA SALUD PÚBLICA: LAS FRECUENCIAS EXTREMADAMENTE BAJAS (ELF), Disponible en:
<<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/es/index.html>>.
- [3] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Disponible en: <http://www.who.int/es/>
- [4].Tutoriales de Matlab para la programación, Disponible en:
<<https://www.youtube.com/watch?v=8P7lac-xYTo&index=3&list=PLCIKgnzRFYe5mWJodgaJquyGBfduTpAP->>
<<https://www.youtube.com/watch?v=0NgCCJbn8ws&list=PLCIKgnzRFYe5mWJodgaJquyGBfduTpAP-&index=4>>



8. ANEXOS.

- 8.1 Cálculo de la Cadena de Aisladores para la LT en 60 KV**
- 8.2 Detalle de la ubicación de los conductores y los puntos a analizar**
- 8.3 Registro fotográfico**
- 8.4 Video de la Inspección al lugar para registrar las medidas necesarias para el cálculo del campo eléctrico**
- 8.5 Líneas de Campo Equipotenciales**
- 8.6 Campo eléctrico máximo generado en la superficie de la tierra**

SELECCIÓN DE AISLADORES - NIVEL DE TENSIÓN DE 60 kV**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA**

Elaboro: Flores Alvarez, Alejandro 10232120103

Aislamiento al Impulso

NBI	245 kV
N	1.3
delta	2%
altitud	4149 msnm
Temperatura	30 °C
densidad	0.584
H	0.94
Vi	405 kV

Aislamiento a Sobretensiones de Maniobra

fsg	1.1
fs	2
Vmax	63
H	1.05
N	1.3
delta	6%
altitud	4149 msnm
densidad	0.584
n	0.65
a	0.7 intensidad de lluvia
r	0.86 resistividad de la lluvia
Fii	0.8
Vm	159 kV

Aislamiento a frecuencia industrial

fsg	1.05
fs	2
Vmax	63
H	0.915
N	3
delta	3%
altitud	4149
densidad	0.584
n	0.65
Fii	0.81
Vfi	134

Aislamiento por contaminación

Medio ambiente	E6 Tip cont: Pesado
Lf unitaria	43.3 mm/kV
Vmax	63
Altitud	4149 msnm
m	0.5
ka	1.21
kad	1
Lfuga	1911 mm

N° de Aisladores por Cadena por nivel de contaminación

Diámetro	280 mm
df	440.0 mm
N	4.99 unidades
N seleccionado	5 unidades/anclaje
N seleccionado	5 unidades/suspensión

SELECCIÓN DE CADENA DE AISLADORES

Característica			AISLADOR DE VIDRIO	
Aislamiento	Unid.	Calculado	Suspensión	Anclaje
			5*U120BP	5*U120BP
Lf	mm	1911	2225	2225
Vfi	kV	134	180	180
Vi	kV	405	465	465

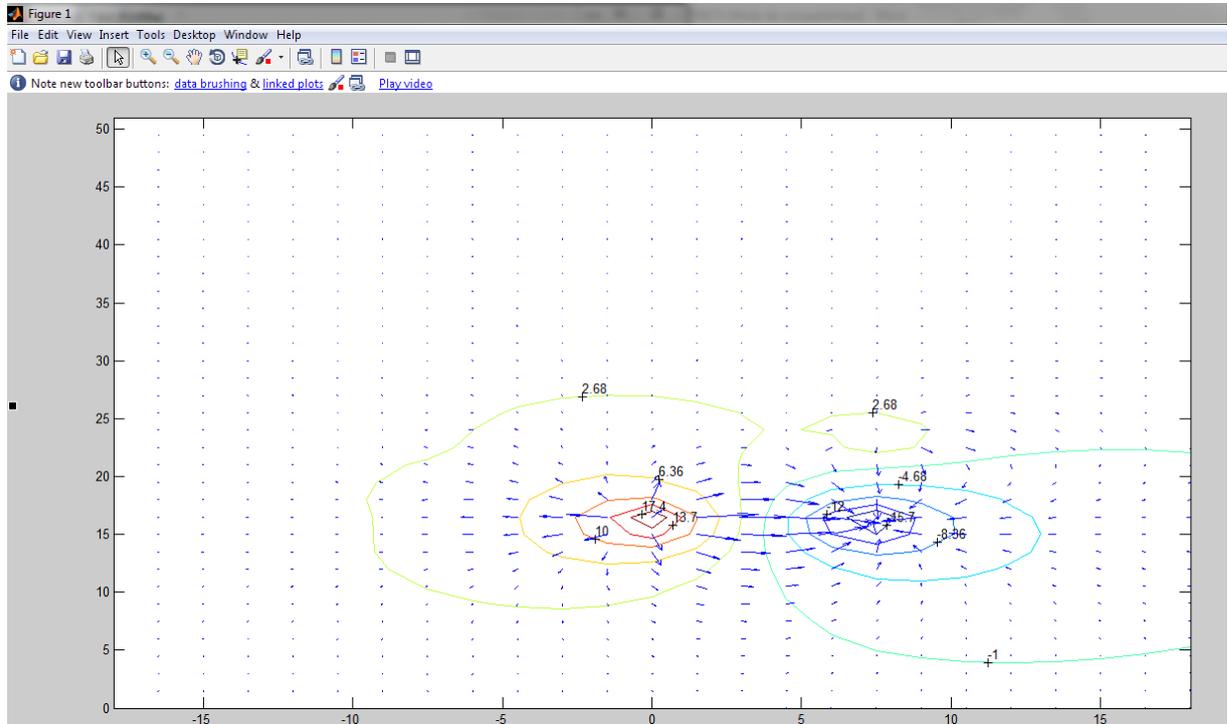
CONCLUSIÓN: Finalmente despues de los cálculos efectuados para la selección de aisladores y la cantidad para la LT en **60 kV**, utilizaremos **5** aisladores del tipo U120BP los cuales tienen mejor carga de rotura (120kN)

Anexo 8.3

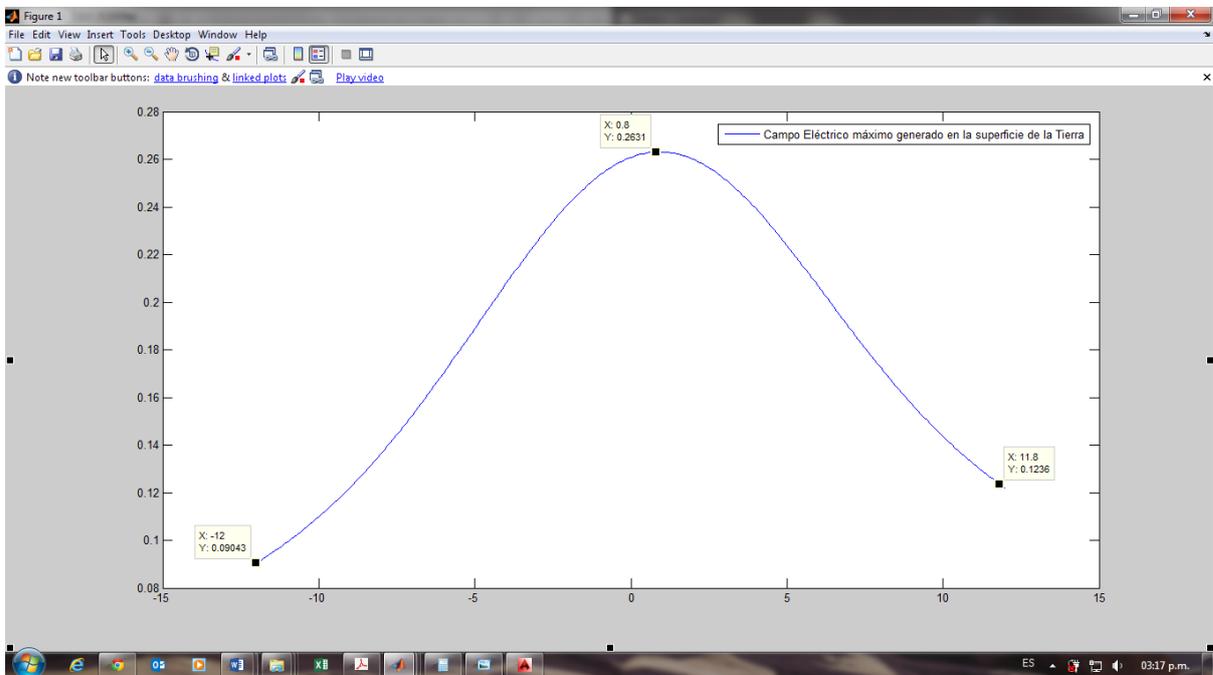
Registro Fotográfico



Fecha de Visita al lugar: domingo 17 de Mayo 2015, Alumno: Flores Alvarez, Alejandro 1023120103



Anexo 8.5 Líneas de Campo Equipotenciales



Anexo 8.6 Campo eléctrico máximo generado en la superficie de la tierra