

# GTIERRAS: SOFTWARE PARA LA EVALUACIÓN DE TRANSITORIOS ELECTROMAGNÉTICOS EN SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Andrés Vanegas, Esteban Velilla, Walter Villa,  
Germán Moreno, Jaime Valencia

<http://gimel.udea.edu.co>

DIA MATLAB 25/05/2006

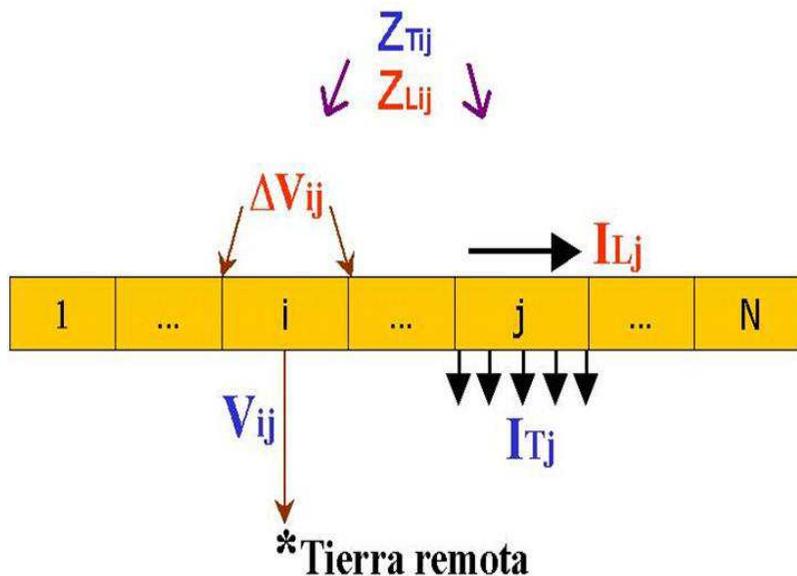
# INTRODUCCIÓN



Desde principios del año 2000, el Grupo de Investigación en Manejo Eficiente de la Energía Eléctrica, GIMEL, ha venido consolidando la línea de investigación de transitorios en PaT . El software GTIERRAS surgió como fruto de estos años de investigación, tomando las bases plasmadas en los proyectos CODI y trabajos de grados desarrollados en el GIMEL. Los resultados obtenidos con GTIERRAS han sido divulgados tanto en congresos internacionales como en revistas. Más recientemente, se ha ampliado la metodología con dos trabajos importantes: para la evaluación de transitorios en sistemas aéreos como torres de transmisión y variación de los parámetros eléctricos del suelo en función de la frecuencia utilizando redes neuronales.

# SOPORTE TEÓRICO

Modelo electromagnético híbrido (HEM): Segmentación de electrodos, teoría de imágenes, análisis nodal.



$$V_{ij} = Z_{Tij} I_{Tj}$$

$$Z_{Tij} = \frac{1}{4\pi(\sigma + j\omega\epsilon)L_j L_i} \int_{L_i} \int_{L_j} \frac{e^{-kr}}{r} dl_j dl_i$$

$$\Delta V_{ij} = Z_{Lij} I_{Lj}$$

$$Z_{Lij} = -j \frac{\omega\mu}{4\pi} \int_{L_i} \int_{L_j} \frac{e^{-kr}}{r} d\vec{l}_j \cdot d\vec{l}_i$$

$$\underline{V} = \underline{Z}_T \cdot \underline{I}_T \quad \underline{\Delta V} = \underline{Z}_L \cdot \underline{I}_L$$

# INGRESO DE DATOS

GTIERRAS

INFORMACIÓN GENERAL

Incluir propagación

Incluir impedancia interna

Incluir electrodos aéreos

Radio del conductor



INFORMACIÓN TIERRA

Segmentación de electrodos

Resistividad

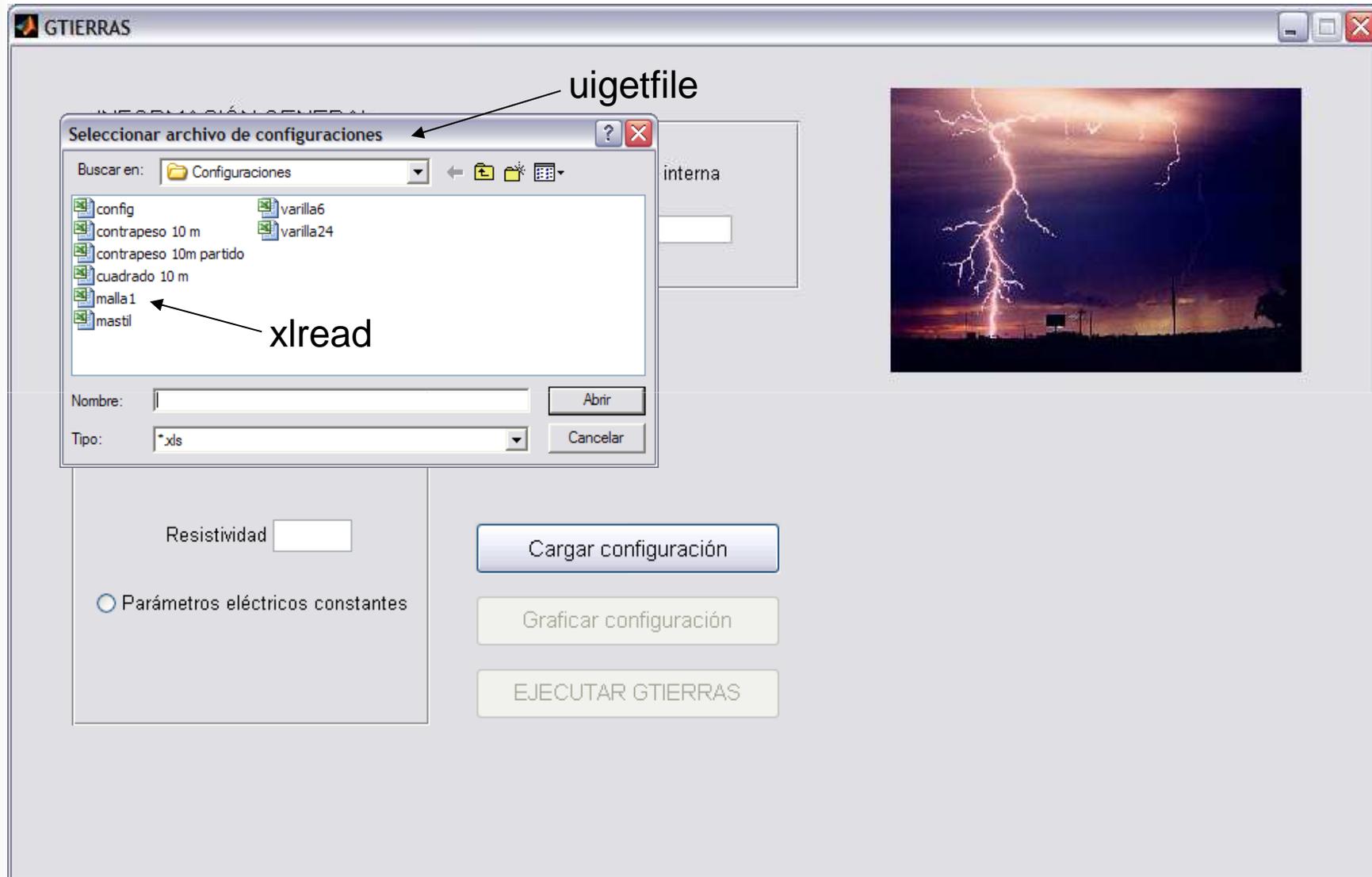
Parámetros eléctricos constantes

Cargar configuración

Graficar configuración

EJECUTAR GTIERRAS

# INGRESO DE DATOS



# INGRESO DE DATOS

GTIERRAS

INFORMACIÓN GENERAL

Incluir propagación

Incluir impedancia interna

Incluir electrodos aéreos

Radio del conductor

INFORMACIÓN TIERRA

Segmentación de electrodos

Resistividad

Parámetros eléctricos constantes

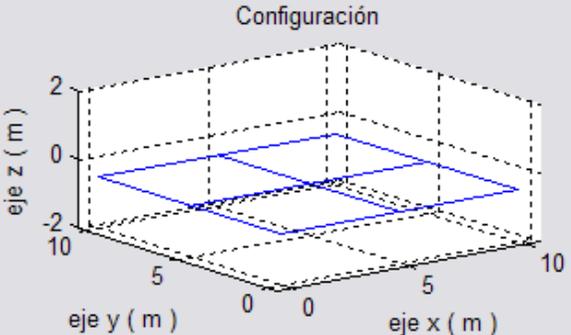
Cargar configuración

Graficar configuración

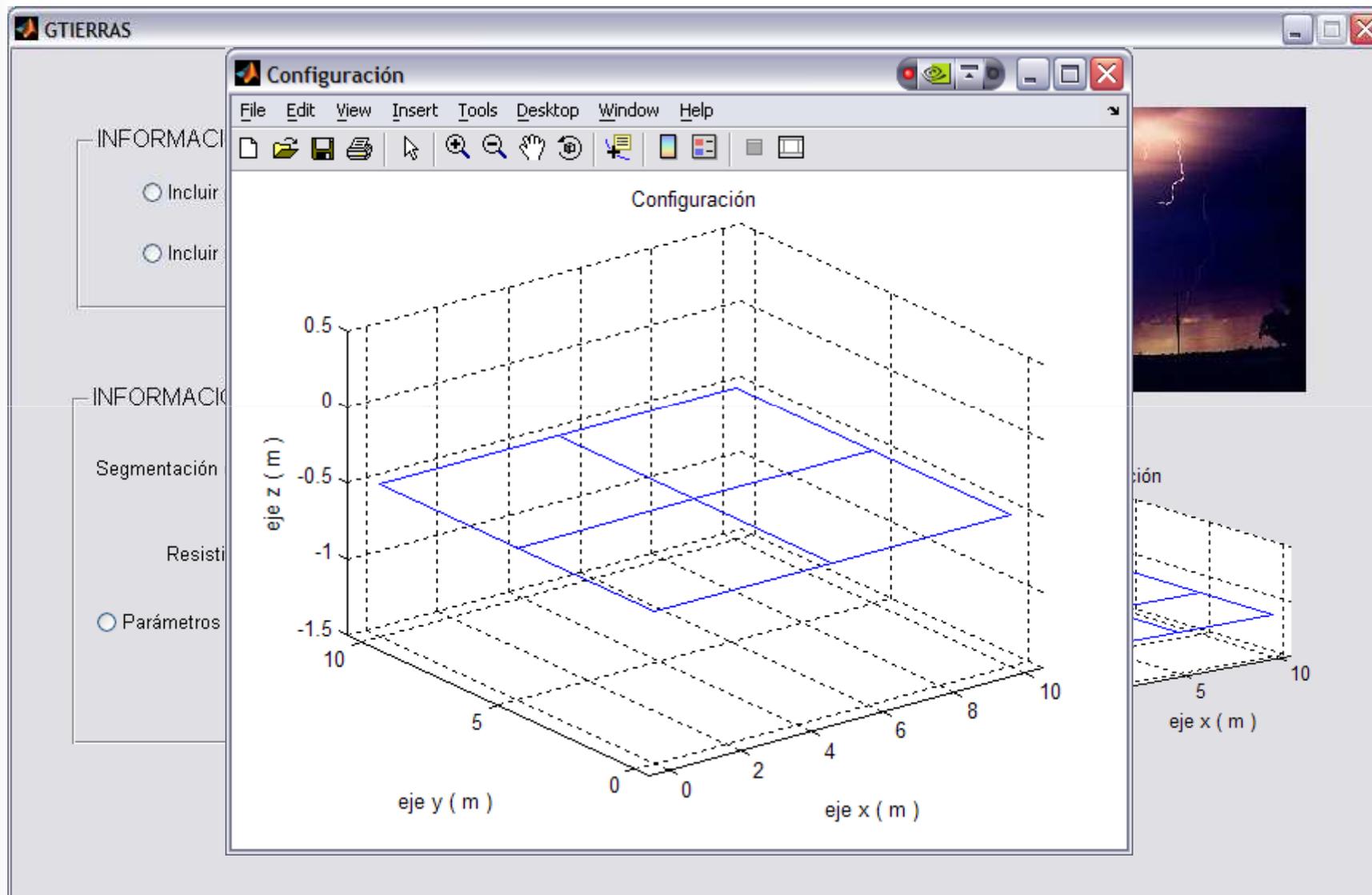
EJECUTAR GTIERRAS



Configuración



# INGRESO DE DATOS



# EJECUCIÓN DE GTIERRAS

GTIERRAS

INFORMACIÓN GENERAL

Incluir propagación  Incluir impedancia interna

Incluir electrodos aéreos Radio del conductor

INFORMACIÓN TIERRA

Segmentación de electrodos

Resistividad

Parámetros eléctricos constantes

Calculando. por favor espere un momento...

OK

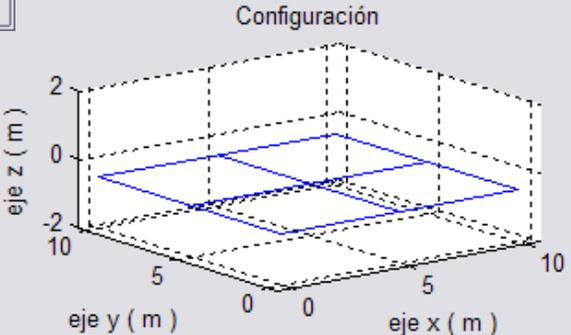
Cargar configuración

Graficar configuración

EJECUTAR GTIERRAS

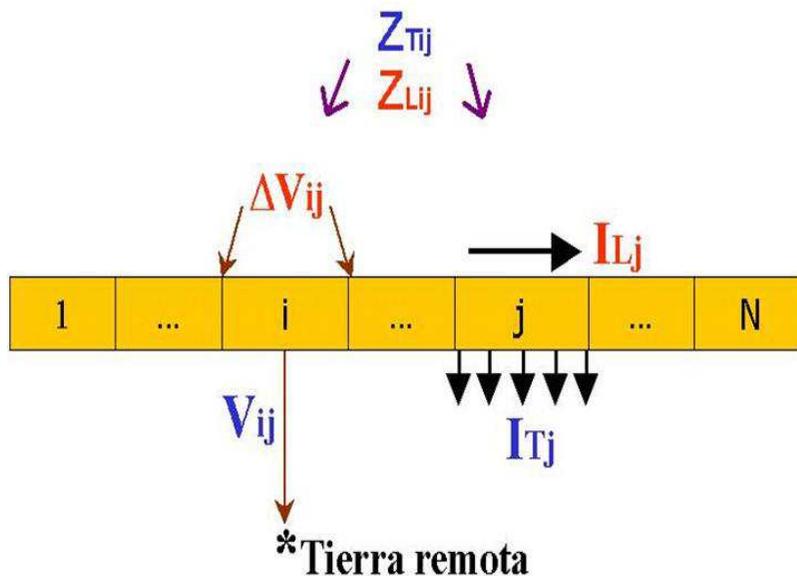


Configuración



# SOPORTE TEÓRICO

Modelo electromagnético híbrido (HEM): Segmentación de electrodos, teoría de imágenes, análisis nodal.



$$V_{ij} = Z_{Tij} I_{Tj}$$

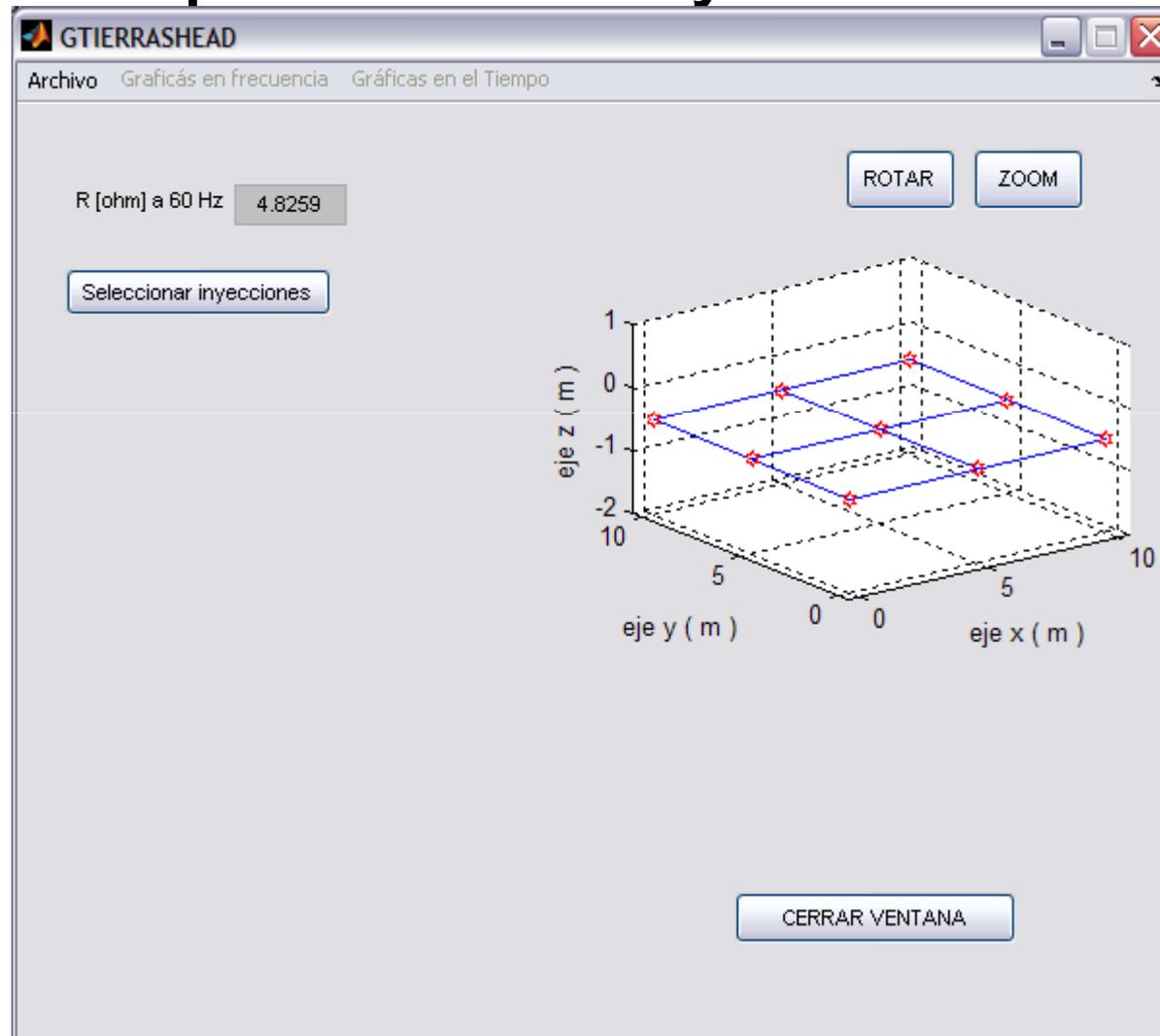
$$Z_{Tij} = \frac{1}{4\pi(\sigma + j\omega\epsilon)L_j L_i} \int_{L_i} \int_{L_j} \frac{e^{-kr}}{r} dl_j dl_i$$

$$\Delta V_{ij} = Z_{Lij} I_{Lj}$$

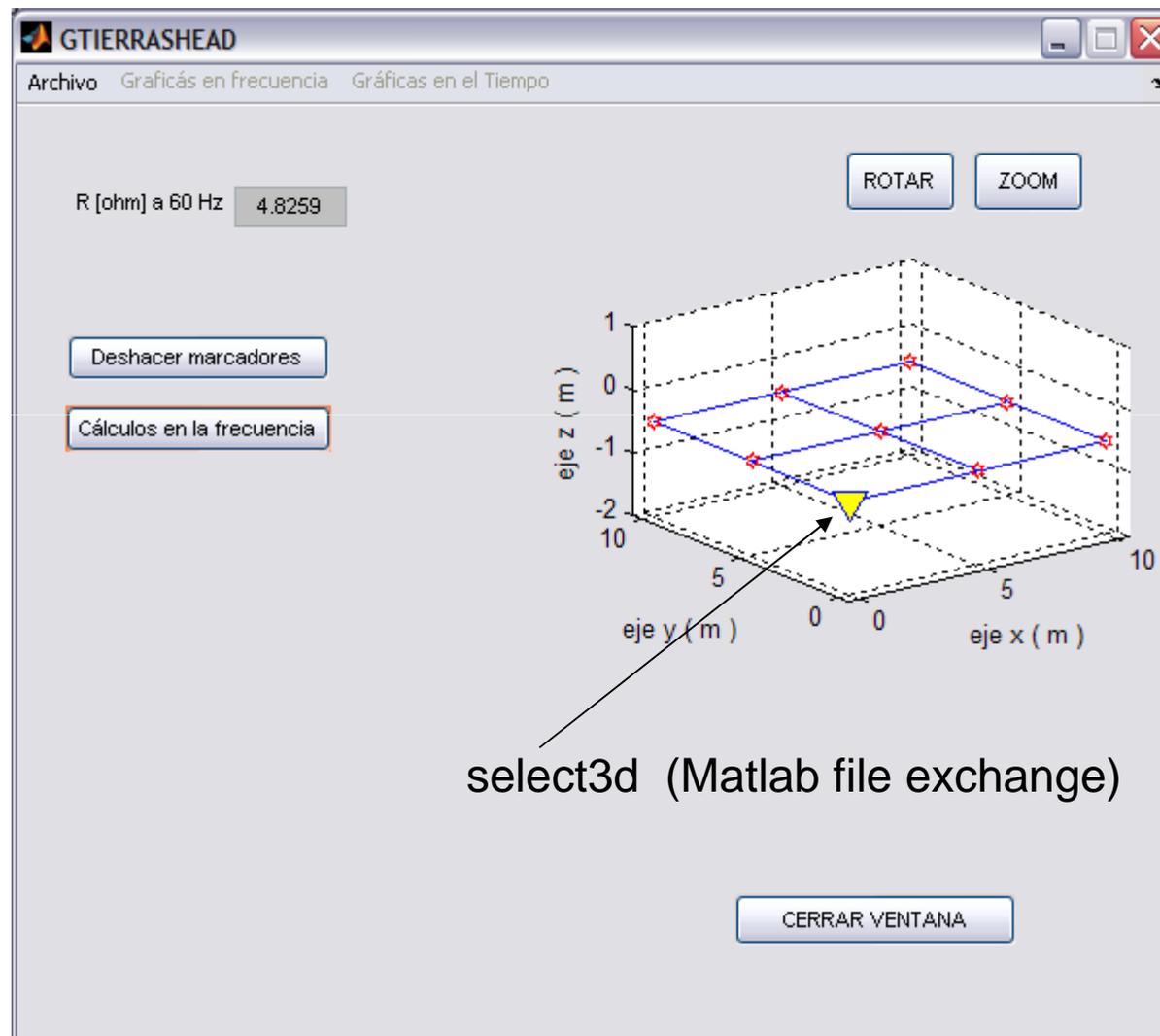
$$Z_{Lij} = -j \frac{\omega\mu}{4\pi} \int_{L_i} \int_{L_j} \frac{e^{-kr}}{r} d\vec{l}_j \cdot d\vec{l}_i$$

$$\underline{V} = \underline{Z}_T \cdot \underline{I}_T \quad \underline{\Delta V} = \underline{Z}_L \cdot \underline{I}_L$$

# Análisis en frecuencia: selección de puntos de inyección

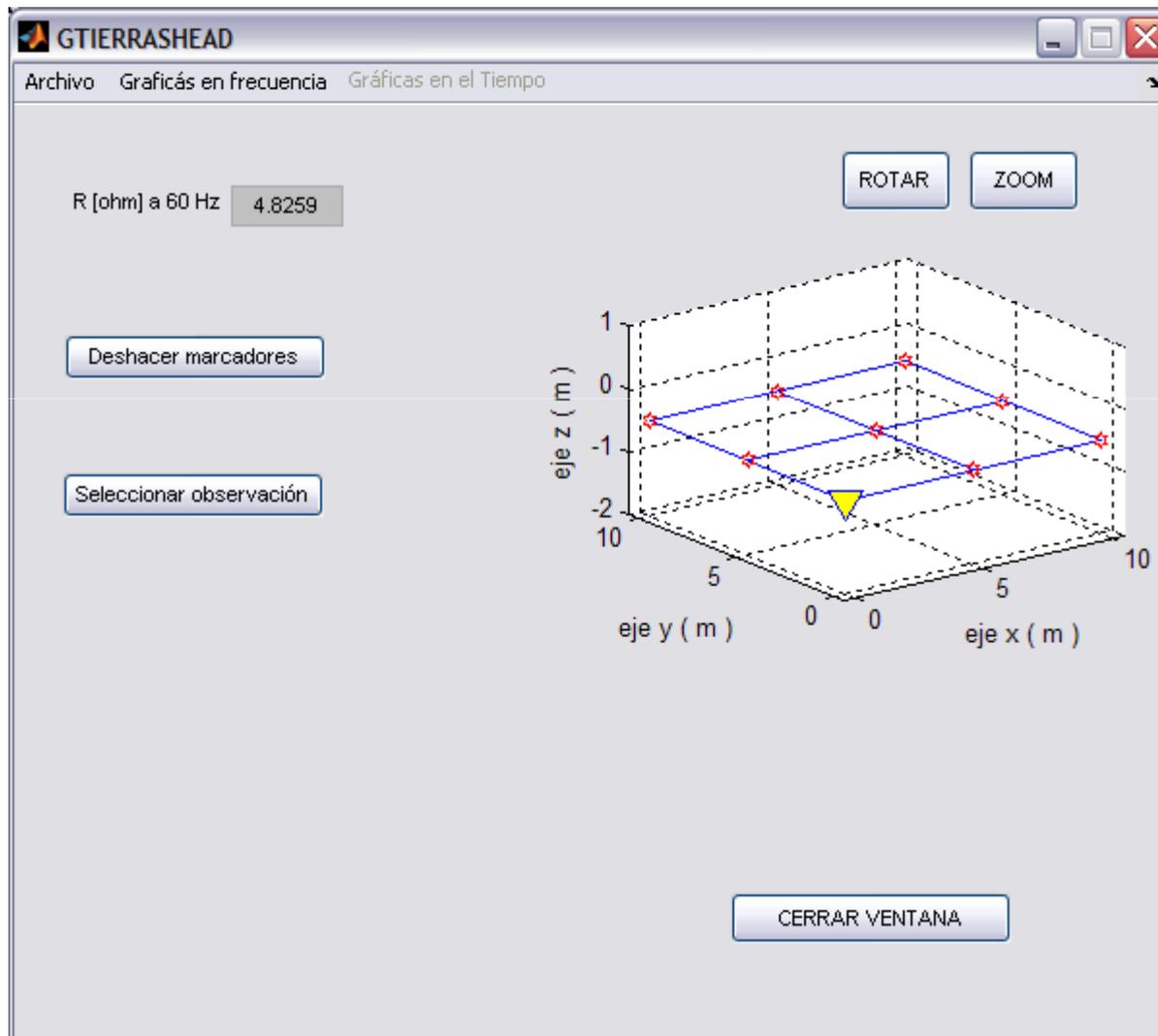


# Análisis en frecuencia

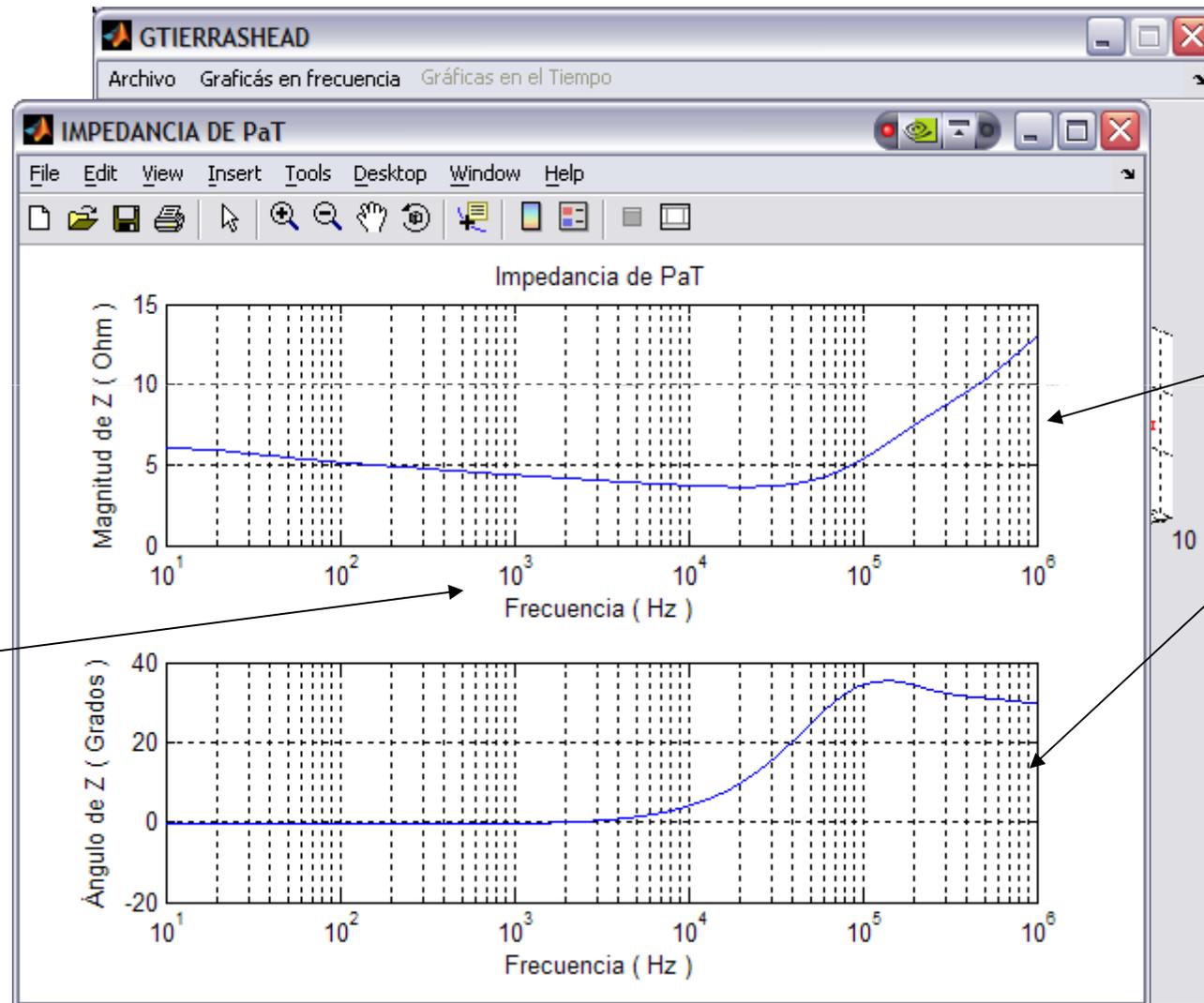


select3d (Matlab file exchange)

# Análisis en frecuencia



# Análisis en frecuencia: Impedancia

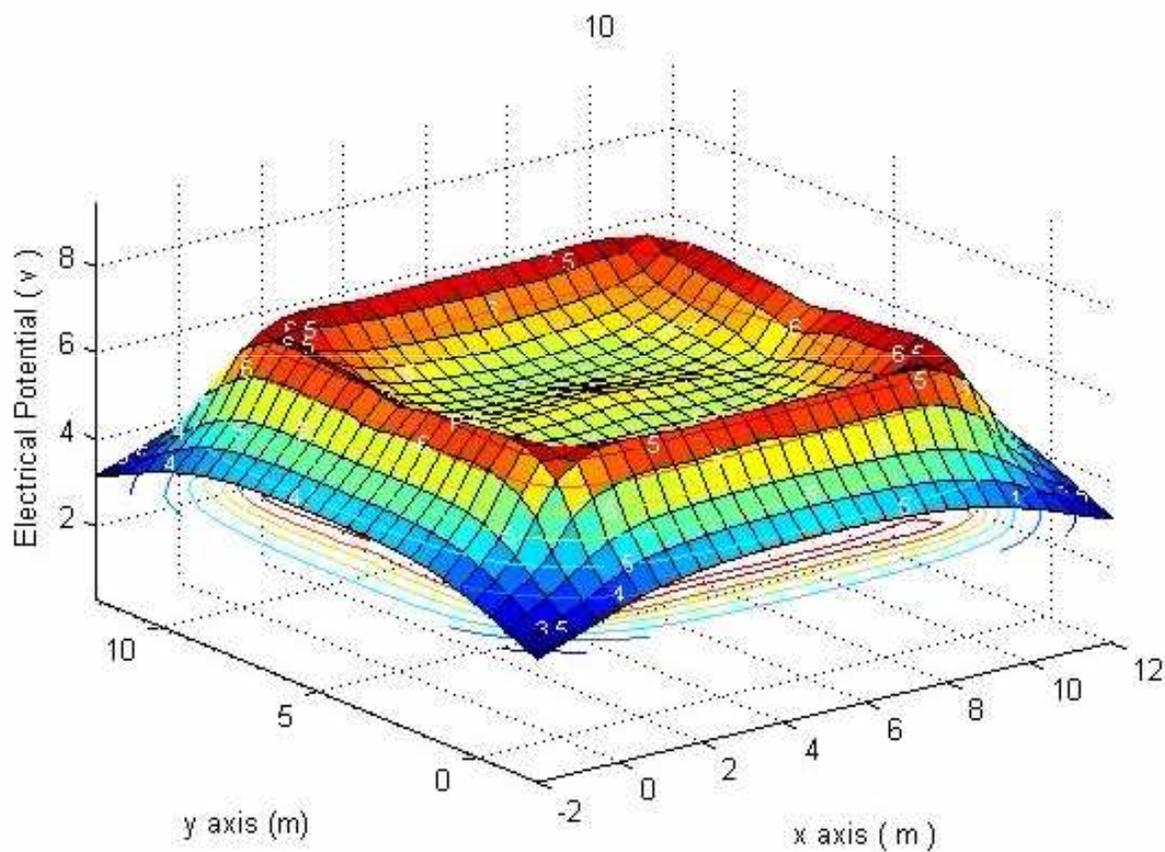


semilogx

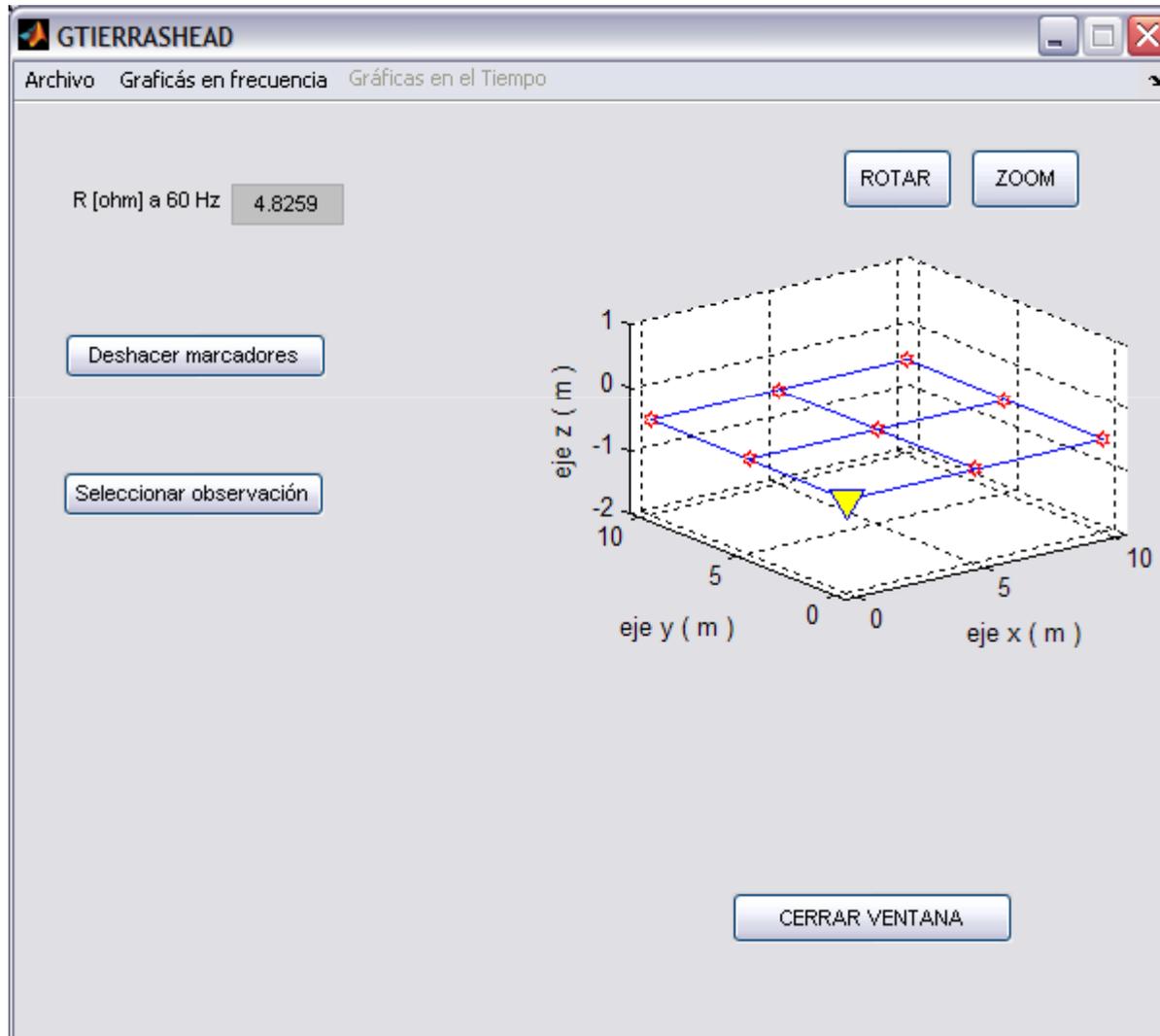
subplot(2,1,1)

subplot(2,1,2)

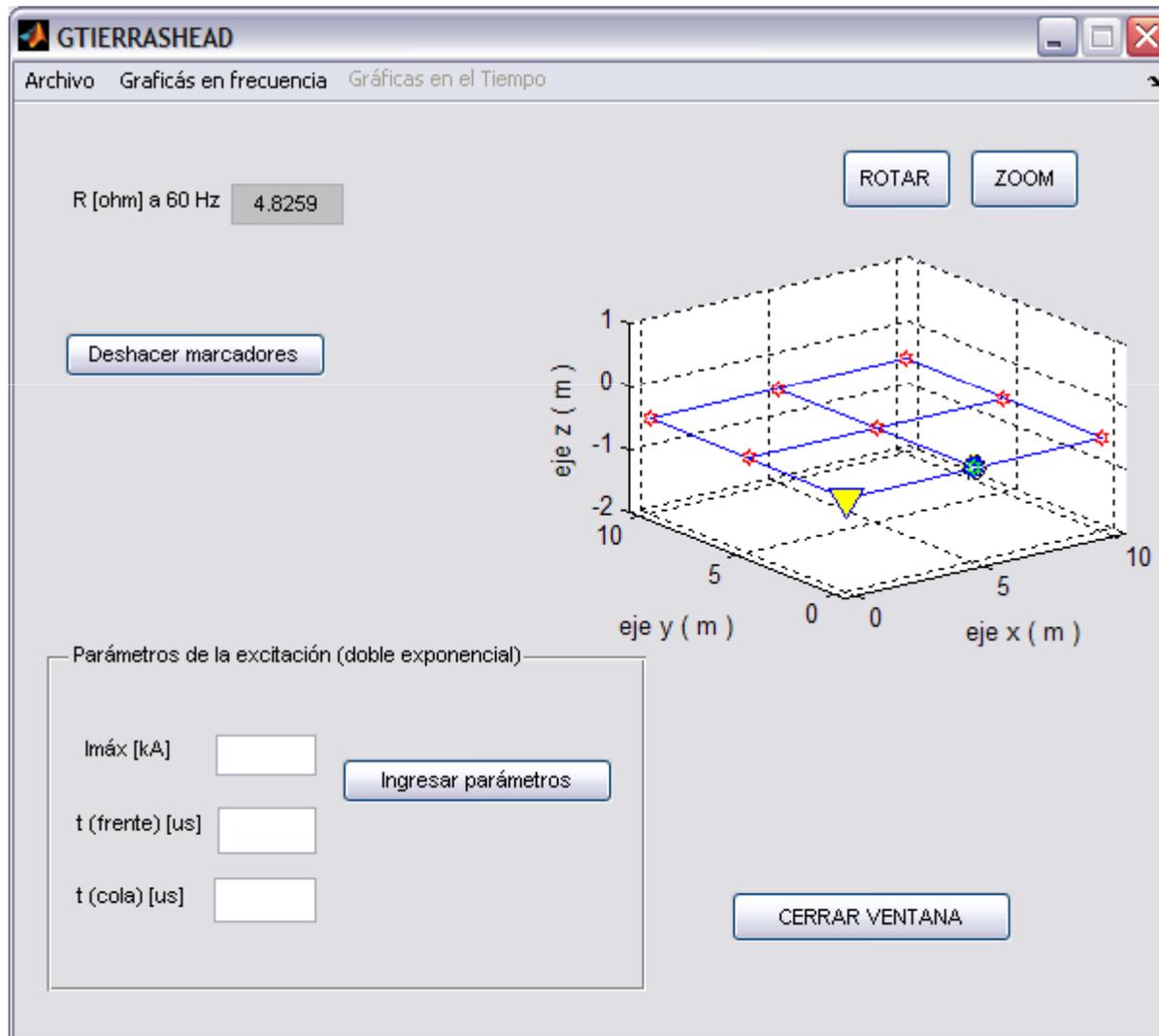
# Análisis en frecuencia: Potenciales en la superficie del suelo



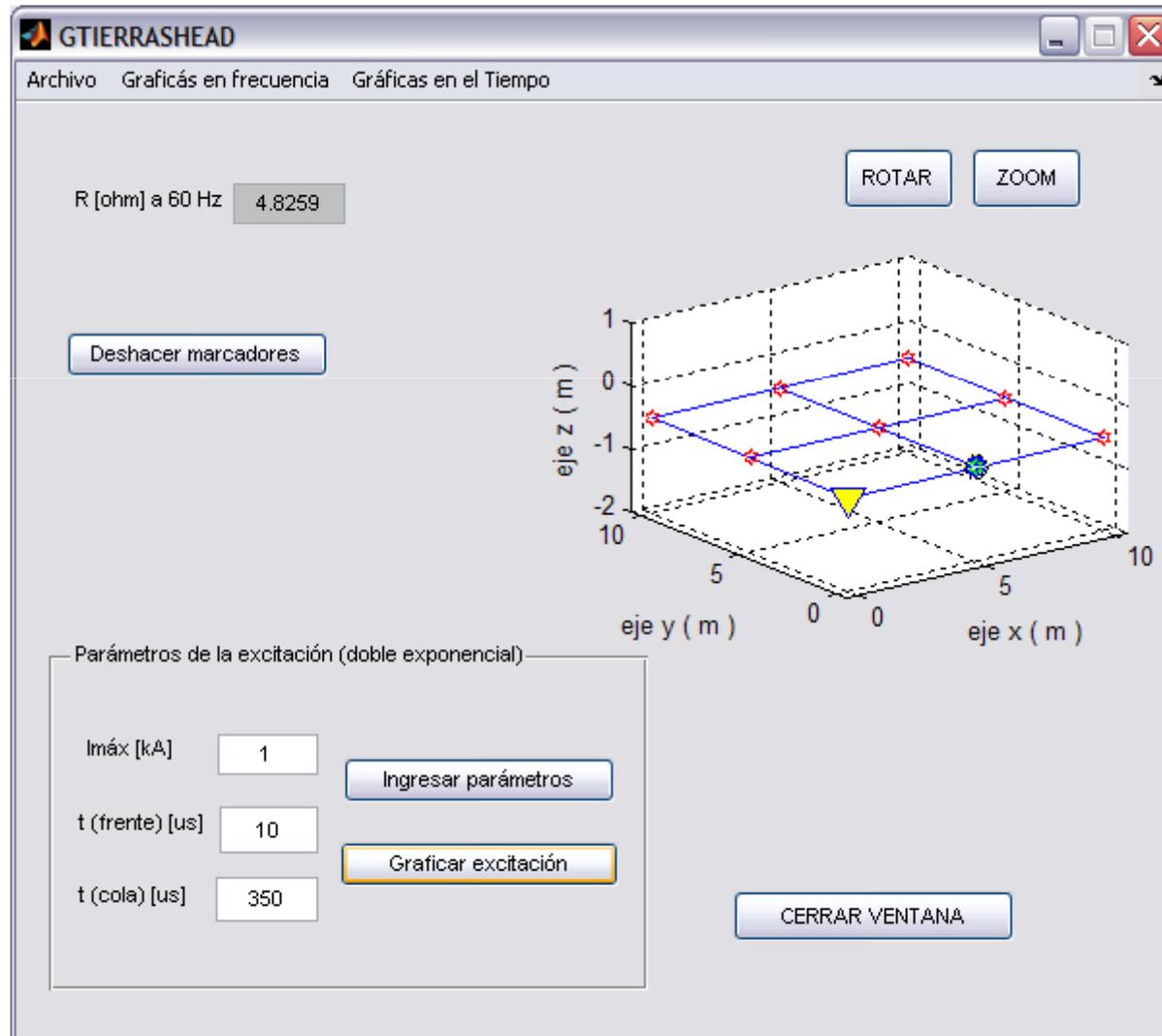
# Selección de puntos de observación



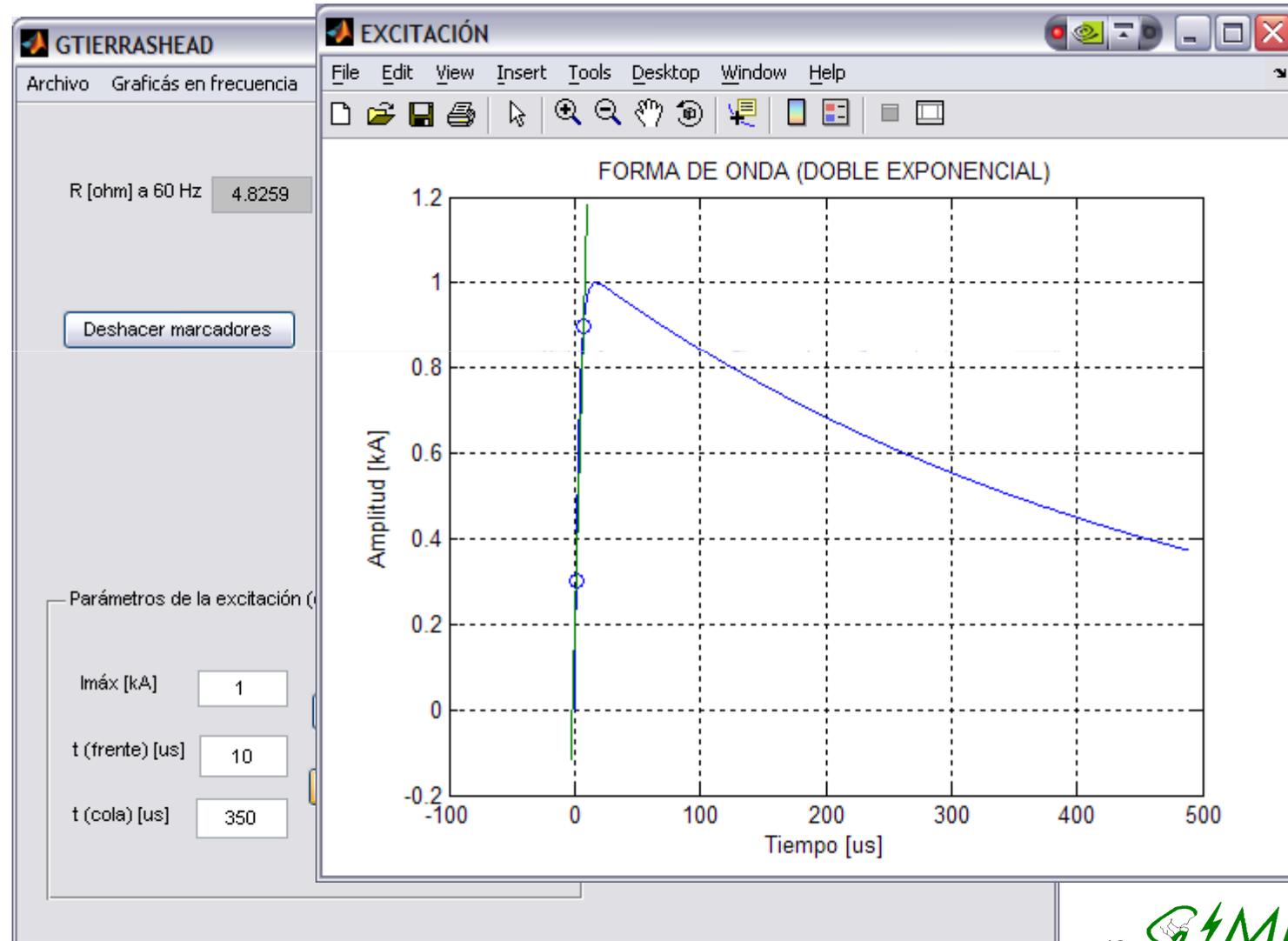
# Selección de puntos de observación



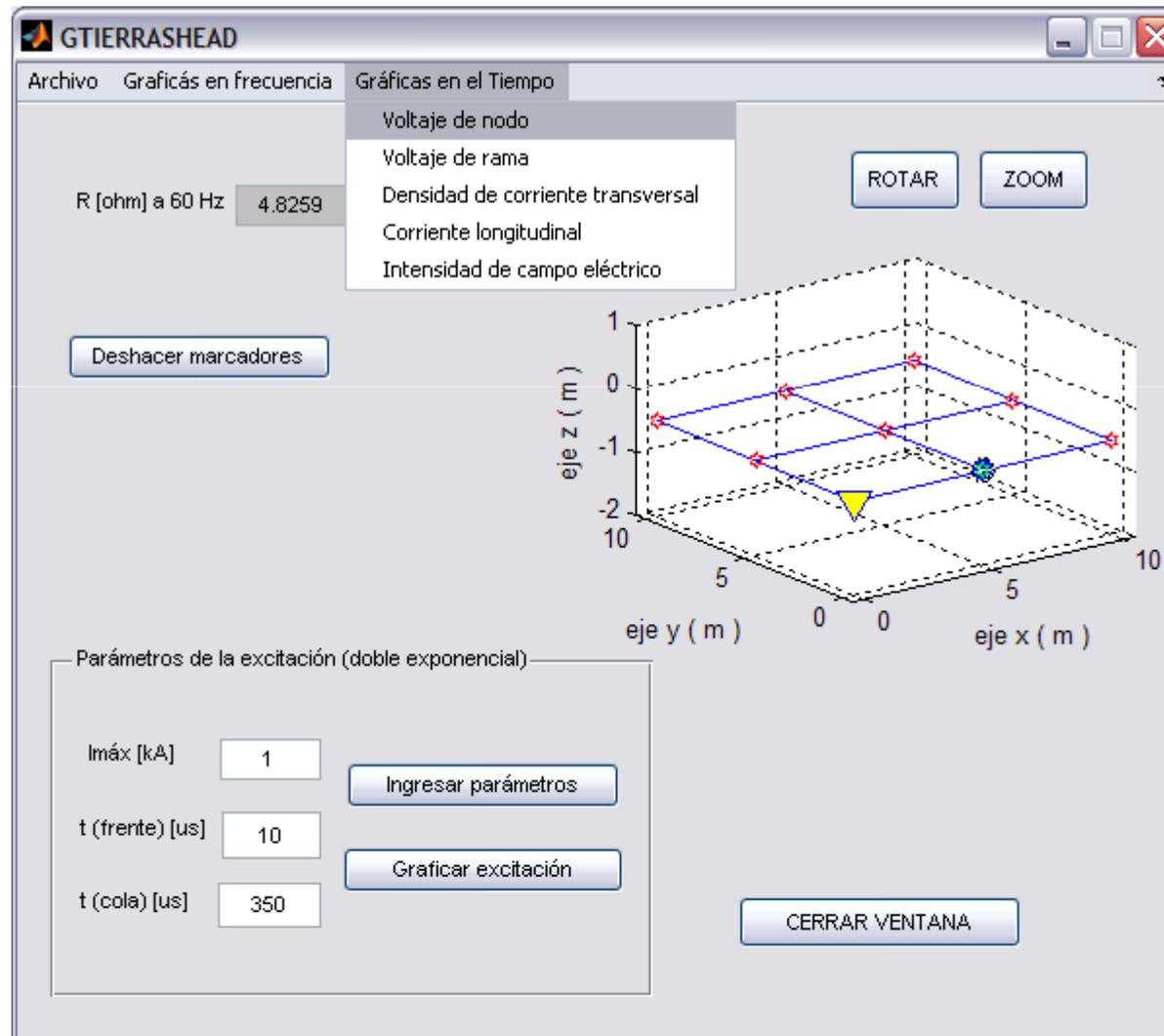
# Análisis en el tiempo: ingreso de parámetros de la corriente



# Análisis en el tiempo: ingreso de parámetros de la corriente



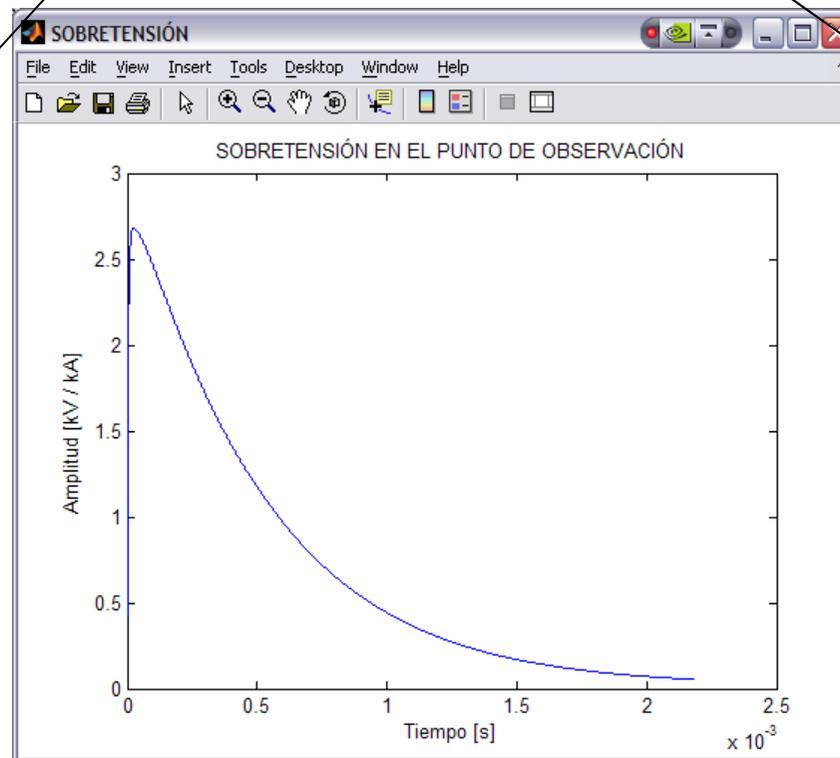
# Análisis en el tiempo: voltajes de nodos



# Análisis en el tiempo: voltaje de nodo

$$v(t) = \mathfrak{S}^{-1} \{ Z_g(f) \cdot \mathfrak{S} [i(t)] \}$$

IFFT



FFT

# Conclusiones

- Herramientas tales como funciones matemáticas y funciones orientadas a objetos incluidas en Matlab han facilitado el desarrollo y fortalecimiento de nuestra investigación.
- En la sección FILE EXCHANGE de la página de mathworks se encuentran códigos realizados por “gomosos” que ayudan a “desembarazarse” de algunos problemas

# GTIERRAS: SOFTWARE PARA LA EVALUACIÓN DE TRANSITORIOS ELECTROMAGNÉTICOS EN SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Andrés Vanegas, Esteban Velilla, Walter Villa,  
Germán Moreno, Jaime Valencia

<http://gimel.udea.edu.co>

DIA MATLAB 25/05/2006