



1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que se presentan en el diseño y explotación de líneas aéreas de contacto ferroviarias es la existencia de posibles acoplamientos inductivos. Estos acoplamientos se pueden producir entre la propia catenaria y otras líneas de contacto y suministro en corriente alterna o entre ésta y elementos conductores cercanos. Estos acoplamientos producen tensiones inducidas que pueden afectar al correcto funcionamiento de la instalación o pueden producir tensiones peligrosas en elementos accesibles para las personas.

Por este motivo **ELECTRIFICACIÓN Y ESTUDIOS FERROVIARIOS S.L., e2f**, ha desarrollado, mediante su departamento de I+D, la herramienta informática, **MAGNETO®**, que permite realizar los cálculos necesarios para la determinación del nivel de tensiones inducidas por la propia línea de contacto sobre elementos accesible o por otras líneas de transporte de energía eléctrica sobre la catenaria.

2. Tensiones inducidas

Mediante el programa de cálculo **MAGNETO®** se determina el nivel de tensiones producido por efecto inductivo sobre la propia línea o sobre elementos cercanos a esta. El programa cuenta con dos módulos de cálculo principales:

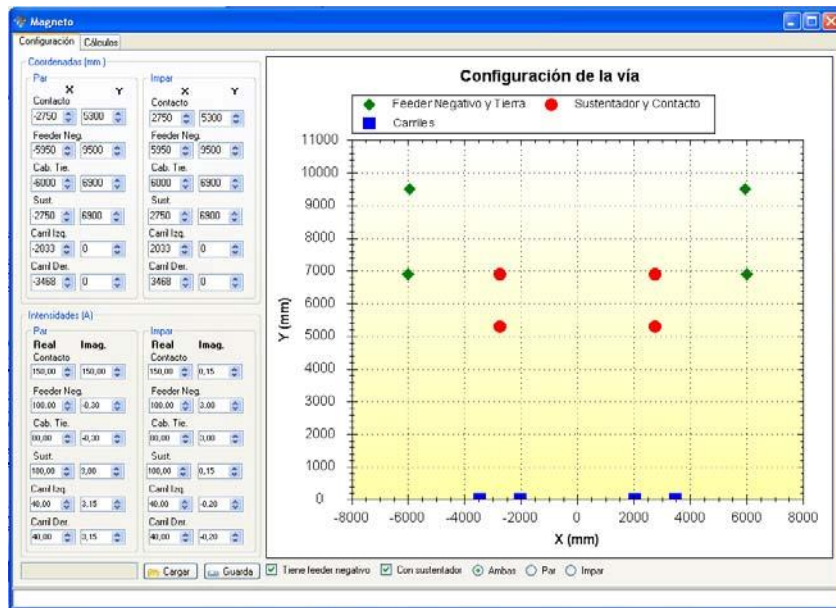
El primero de ellos permite el cálculo de las tensiones inducidas por la propia línea de contacto en corriente alterna sobre elementos conductores cercanos a la misma.

El segundo permite el estudio de las tensiones inducidas entre dos líneas ferroviarias cercanas o entre estas y posibles líneas aéreas de transporte de energía eléctrica en alta tensión teniendo en cuenta el trazado y disposición de las líneas.

3. Definición de las instalaciones

Para la perfecta simulación de las situaciones reales de las instalaciones, **MAGNETO®** permite definir todas las características que componen las instalaciones: disposición de los conductores, características de los mismos, intensidades, trazados de las líneas y perfiles. Para ello **MAGNETO®** cuenta con una interfaz gráfica que permite la rápida introducción de las características de las líneas eléctricas implicadas.

De esta manera podemos definir de una manera totalmente configurable las características de la línea a estudiar: vía simple o doble, hilo de contacto, sustentador, feeder de acompañamiento o de retorno y carriles. Así mismo se definen sus características geométricas y eléctricas.



4. Tensiones inducidas por una la línea ferroviaria

Este módulo del programa permite determinar las tensiones inducidas por líneas ferroviarias de corriente alterna. Las tensiones inducidas por este tipo de líneas pueden producir tensiones peligrosas en elementos accesibles a las personas o afectar a otras instalaciones cercanas a la misma como instalaciones de señalización o comunicaciones.

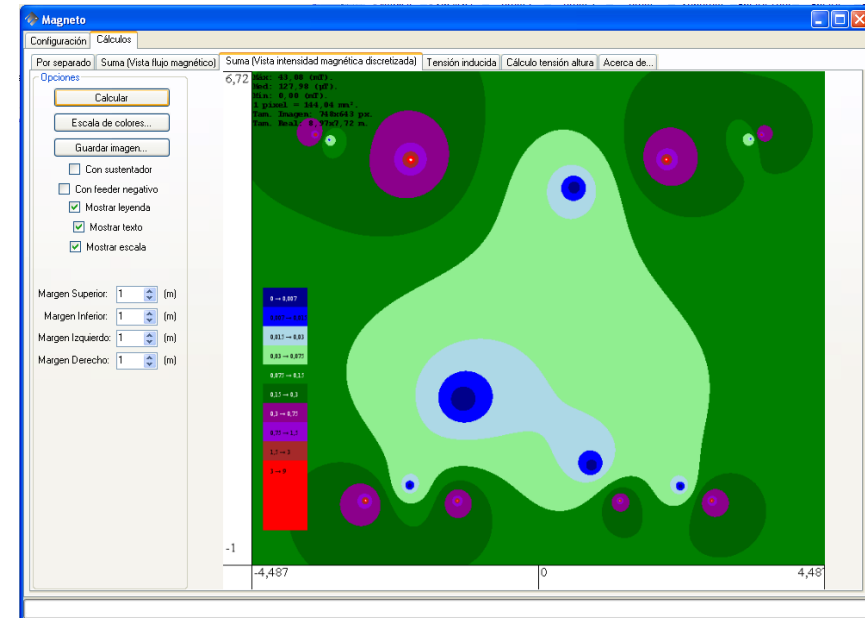
Una vez definida la disposición de los conductores de la línea y las intensidades que circulan por los mismos, el programa permite el cálculo del campo magnético y de las tensiones inducidas. Para ello el programa ofrece las siguientes opciones:

4.1 Campo magnético producido por cada uno de los conductores

El programa permite visualizar el campo magnético producido por cada uno de los conductores por separado. Para ello se ofrece una lista desplegable con cada uno de los conductores definidos anteriormente. El resultado se muestra gráficamente mediante una escala de colores. Así mismo se obtiene el valor máximo, medio y mínimo del campo magnético en la zona de estudio.

4.2 Campo magnético total

En esta pestaña se obtiene la distribución del campo magnético total producido por todos los conductores definidos. De esta manera obtenemos un mapa de la intensidad del campo magnético en la zona cercana a la línea de contacto observando las zonas en las que esta magnitud supera los niveles máximos establecidos. Obtenemos también los valores máximos, medios y mínimos del campo magnético.



4.3 Tensión inducida

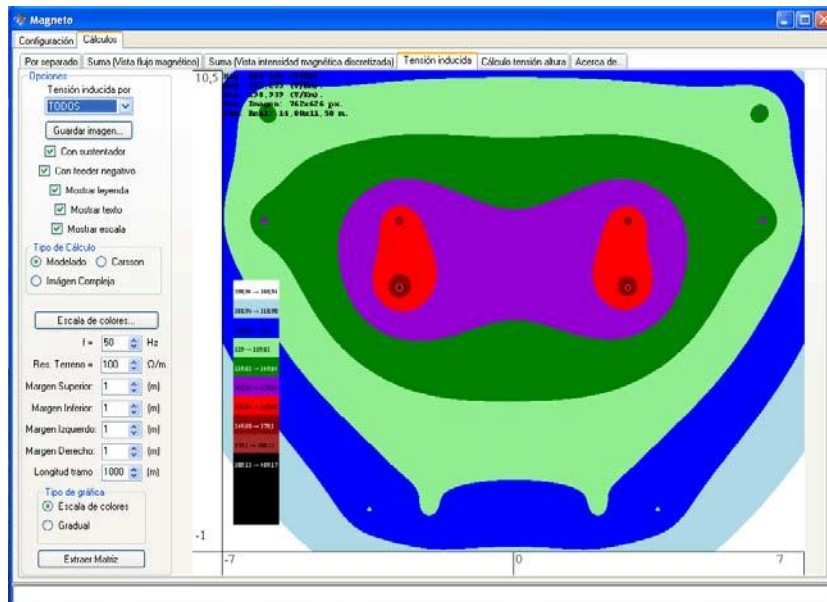
La principal función de **MAGNETO**® es la determinación de las tensiones inducidas por las líneas eléctricas. Este apartado del programa permite el cálculo de las tensiones producidas por cada uno de los conductores por separado así como las tensiones producidas por todos ellos en una zona determinada.

Para el cálculo de esta tensión inducida el programa permite la utilización de tres métodos numéricos, lo que permite obtener resultados verificables y comparables

El programa muestra la distribución de la tensión inducida por kilómetro en la zona de estudio, con la que se puede determinar las tensiones que se producirán en elementos o instalaciones conductoras, cuyos valores deberán mantenerse por debajo de unos niveles máximos admisibles.

Además la visualización de los resultados en pantalla se puede realizar mediante una escala discretizada de colores, totalmente configurable, o mediante la representación continua de los valores de tensión.

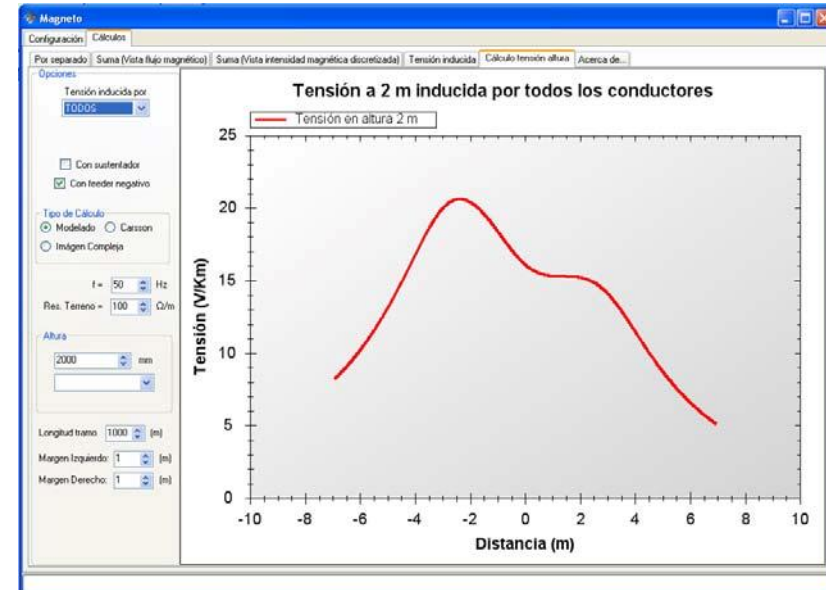
Por otra parte se puede extraer la matriz de tensiones inducidas en la zona de estudio para su tratamiento en programas de hoja de cálculo como Excel.



4.4 Tensión inducida a una determinada altura

MAGNETO® permite la visualización de la tensión inducida a una determinada altura en un plano perpendicular a los conductores. Esta visualización resulta muy útil para la determinación de la tensión inducida en elementos conductores

que se puedan ver afectados por la tensión, como barandillas, canaletas de conductores u otro tipo de instalaciones cercanas

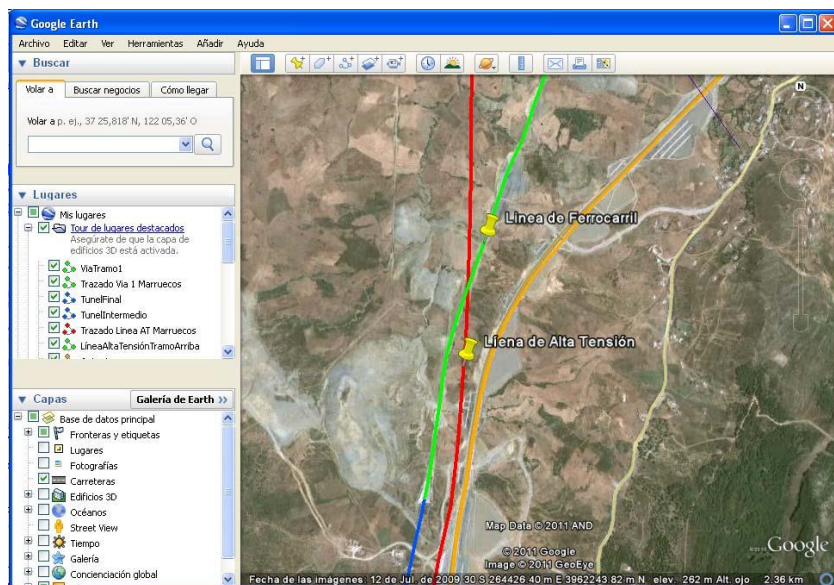


5. Interacción entre líneas

Este módulo de cálculo permite obtener los valores de tensión inducida por una línea aérea de contacto en corriente alterna sobre otra en corriente continua o de una línea aérea de transporte de energía eléctrica sobre una catenaria en corriente continua. Este efecto de acoplamiento inductivo se suele producir entre líneas de corriente alterna en zonas de paralelismo o cruce entre las mismas. La tensión inducida puede alcanzar valores lo suficientemente altos como para provocar intensidades alternas por la línea de continua que pueden provocar el mal funcionamiento de los trenes en los tramos afectados.

Tras la definición de las características geométricas y eléctricas de las líneas involucradas, el programa incluye una herramienta que permite la lectura totalmente automática del trazado de las líneas. Esta lectura del trazado se puede realizar o bien a partir de un plano de Autocad en formato .dxf o bien a partir de la definición de la línea inductora e inducida en un documento de

Google Earth. El programa obtiene el trazado de las líneas involucradas además del perfil de las mismas.

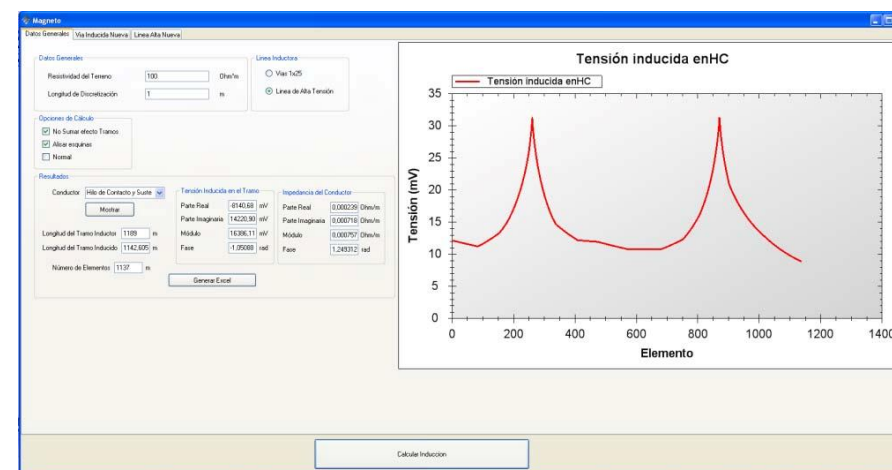


Una vez obtenido el trazado de las líneas involucradas el programa realiza el cálculo de la tensión inducida en cada punto de la línea afectada mediante la discretización de la misma en un conjunto de elementos de un tamaño especificado por el usuario.

El programa muestra los siguientes resultados:

- Longitudes de los tramos de líneas inductoras e inducidas
- Número de elementos utilizados para la discretización de las líneas
- Tensión total inducida en cada uno de los conductores de la línea afectada en todo el tramo de estudio, su módulo, fase, parte real e imaginaria.

- Impedancia del conductor afectado en Ohm/m. Mostrando a su vez, módulo, fase, parte real e imaginaria.
- Gráfico de evolución de la tensión inducida en cada uno de los conductores de la línea.



El programa ofrece la opción de extraer los resultados de tensión inducida e impedancia entre conductores para cada elemento de cálculo en formato .xml lo que permite su tratamiento mediante cualquier hoja de cálculo.

Una vez determinada la tensión inducida en cada uno de los conductores objeto de estudio se puede obtener la intensidad alterna que circula por cada uno de ellos considerando la impedancia propia del conductor y la impedancia de las subestaciones y trenes que se vean involucrados en el tramo de estudio.