

FLUJOS DE CARGA PARA REDES DE DISTRIBUCION Y SUBTRANSMISION EN ESTADO ESTACIONARIO.

Héctor Aníbal Tabares Ospina*

RESUMEN

Un flujo de carga es, ante todo, un analizador en estado estacionario de un sistema de potencia. Existen diversos algoritmos, algunos más complejos que otros, para correr dichos flujos de carga. Todos ellos son ampliamente estudiados en los cursos de ANSISPOT (Análisis de Sistemas de Potencia), en las diversas universidades que dictan la Ingeniería Eléctrica. Empero, son realmente muy pocas las universidades que cuentan con una implementación de software al respecto.

Por lo tanto, en el presente artículo, me propongo exponer una solución de software a la problemática mencionada.

Palabras claves: TED, ANSISPOT, Método Rama por Rama.

Key words : TED, ANSISPOT, Branch by Branch Method.

1. INTRODUCCIÓN

De la misma manera como en los cursos iniciales de circuitos se soluciona un circuito con base en las leyes de Kirchhoff (de voltajes y corrientes), en un sistema de potencia, que es un conjunto de “circuitos” con un modelado de los componentes más específicos, se resuelve el sistema de potencia a partir de un modelo de cada una de las componentes del sistema de potencia (generadores, líneas de transmisión y subtransmisión, redes de distribución, compensación, cargas, etc.) en términos de potencias inyectadas o solicitadas y los parámetros elementales R,L,C.

El asunto es: a partir de metodologías específicas – metodologías de flujos de carga-, que utilizan las leyes de Kirchhoff de voltajes y potencias (en vez de la de corrientes, siendo obviamente equivalentes a ésta), resolver el flujo de carga.

El proceso de aplicación del flujo de carga se resume así:

- Modelar cada una de las componentes del sistema de potencia.
- Formular por unidad el modelo del sistema de potencia.
- Resolver el flujo de carga con base en una metodología apropiada.

* Ingeniero Electricista. Universidad de Antioquia.

- Obtener las respuestas, como son: voltajes, desfases, potencias inyectadas o absorbidas en cada nodo, corrientes, flujos de potencia y pérdidas de potencia en cada rama del sistema.

En lo que a este artículo corresponde, el estudio de flujos de carga se aplicará a redes de distribución y subtransmisión en estado estacionario y balanceado.

Siendo entonces así, lo usual es encontrar redes de distribución típicamente radiales, en donde los flujos de potencia se direccionan en el sentido fuente-extremo. Para este caso, el modelado del sistema es más simple. Indudablemente, la metodología Rama por Rama o doble barrido (fasorial o escalar), es la que se utiliza en estos casos.

El método Rama por Rama se basa en el análisis sistemático de cada una de las ramas de la red de distribución. Los tipos de métodos utilizados son el fasorial y el escalar. Este último consiste en un análisis sistemático de cada una de las ramas de la red de distribución de potencia, utilizando para el cálculo de los voltajes, corrientes, pérdidas de potencia, flujos de potencia, etc., expresiones que sólo tienen en cuenta la magnitud del fasor asociado a cada una de éstas, simplificando de esta forma los cálculos y agilizando significativamente el proceso de cómputo.

2. PARTE EXPERIMENTAL.

El último objetivo de este artículo, es el de obviar la tarea de cálculo por medio de un algoritmo, de manera que sea una máquina la que rutinice las operaciones matemáticas.

Así finalmente, la labor del analista se reducirá a estudiar los resultados.

Es así como la implementación de software que construí, llamada TED (Tópicos Especiales en Distribución), realiza toda la manipulación de tráfico matemático.

Ahora bien, los pasos en los cuales se ejecuta la aplicación de la metodología de flujo de Carga Rama por Rama, son brevemente los siguientes:

1. Modelado de la topología de la red y de cada uno de sus componentes.
2. Numeración de los nodos y ramas de la red, de acuerdo con criterios de conectividad. Para esto:
 - Los nodos se numeran consecutivamente en el sentido fuente-extremo.
 - Al recorrer la red en el sentido fuente-extremo, y llegar a un nodo al cual hay topológicamente conectadas dos o mas trayectorias radiales, se escoge una cualquiera de las trayectorias y continuando con la numeración hasta agotar completamente la trayectoria. De esta forma se recorren todas las trayectorias numerando todos los nodos de la red. El principio siempre es “numerar en el sentido fuente-extremo, agotando, o sea recorriendo hasta el extremo, todas las posibles trayectorias radiales existentes en la red”.
 - Formulación por unidad (p.u.) de toda la red de distribución.
 - Solución de la red por alguno de los métodos (Escalar o fasorial).
 - Conversión de los resultados a las respectivas dimensiones de cada una de las variables.

TED es una novedosa herramienta, con la cual el analista solamente necesitará editar (dibujar) la red de distribución. El resto será responsabilidad del sistema.

El analista, entonces, editará la topología de la red por estudiar, matriculando en cada uno de los nodos los siguientes datos.

Parámetros de la línea.

- Longitud del tramo (Kms).
- Resistencia (ohm/Km).

- Reactancia (ohm/Km).
Parámetros de la Carga.
- Potencia Aparente (KVA).
- Factor de Potencia.
- Tipo de Carga
Parámetros del Generador.
- Potencia Aparente (KVA).
- Factor de Potencia.
Parámetros de Compensación.
- Potencia Reactiva. (KVAR).

Una vez matriculados los parámetros de entrada, previamente listados en cada nodo, el paso siguiente es correr el flujo de carga. De tales condiciones, el programa seguidamente entregará el informe de flujo de carga, gráfica y tabularmente, con la siguiente información para cada nodo:

- Voltajes y corrientes en magnitud y por unidad.
- Pérdidas de potencia activa y reactiva.
- Potencia activa, reactiva y aparente suministrada al nodo.

Como el sistema ejecuta el flujo de carga concurrentemente, TED le proporciona al analista la facilidad de modificar cualquiera de las variables de entrada, sin necesidad de retornar al modo de edición. De esta manera, se podrá estudiar mas al detalle la respuesta de la red ante una variación de cualquiera de las variables de entrada.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

La versión beta del programa TED, ha sido liberada en los departamentos de Ingeniería

eléctrica de las universidades de Antioquia, Nacional (sede Medellín) y Pontifica Bolivariana. Por lo menos el sistema ha manejado, rigurosamente, diferentes topologías, previamente estudiadas en las diferentes universidades, entregando resultados confiables. Los informes oficiales entregados por estas universidades concuerdan en que TED sirve con fines docentes, al complementar de una forma totalmente práctica los conocimientos propios de la materia ANSISPOT (Análisis de Sistemas de Potencia.)

4 CONCLUSIONES.

El sistema TED, como una herramienta didáctica, permite afianzar algunos conceptos de ingeniería de potencia.

Por otra parte, el sistema es aplicable, exclusivamente, a redes de distribución y subtransmisión balanceadas en estado estacionario.

La versión beta de este programa, ha tenido una auditoria en los departamentos de Ingeniería Eléctrica de las Universidades de Antioquia, Nacional y Bolivariana, y se ha entregado en cada muestreo, resultados confiables.

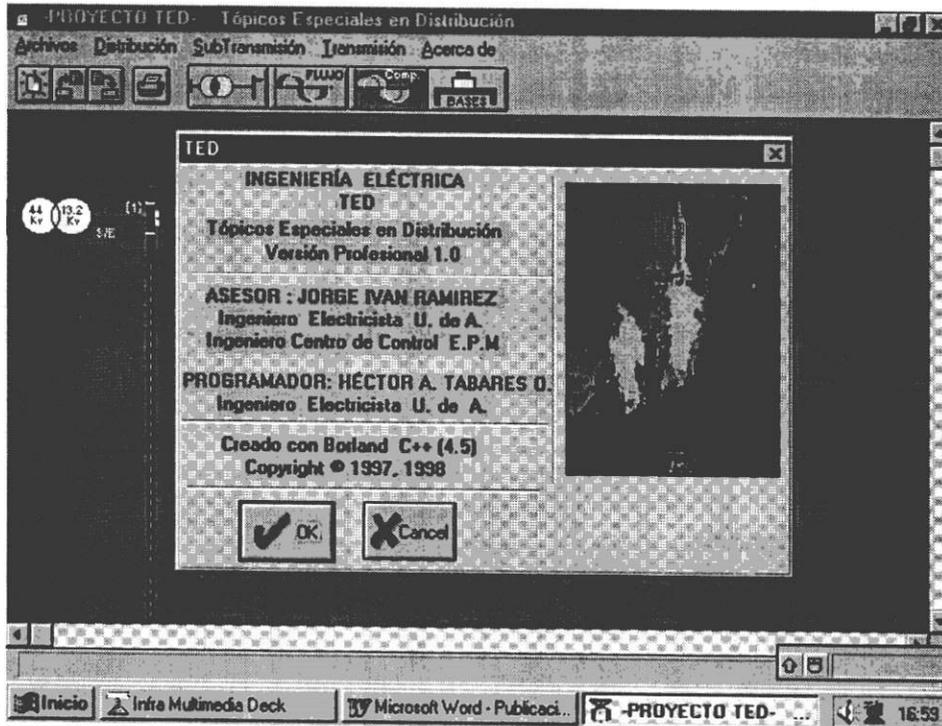
Ficha Técnica del Programa TED.

Lenguaje : Borland C++ (4.5)
Plataforma : WIN95.

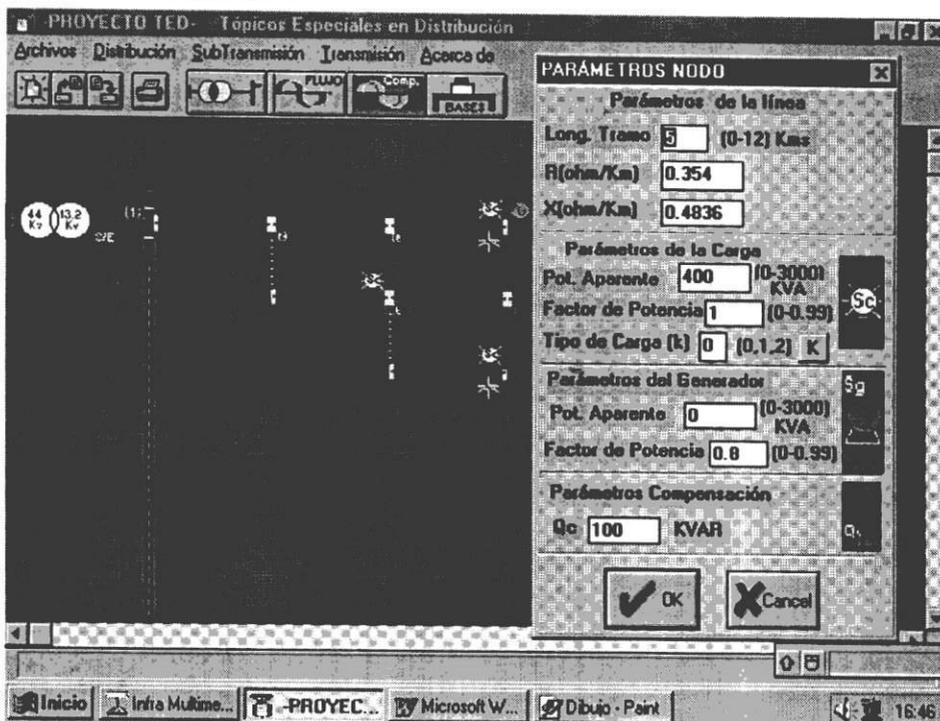
AGRADECIMIENTOS

Ingeniero Electricista Jorge Ivan Ramirez.
Ingeniero, Centro de Control, Empresas Públicas de Medellín.

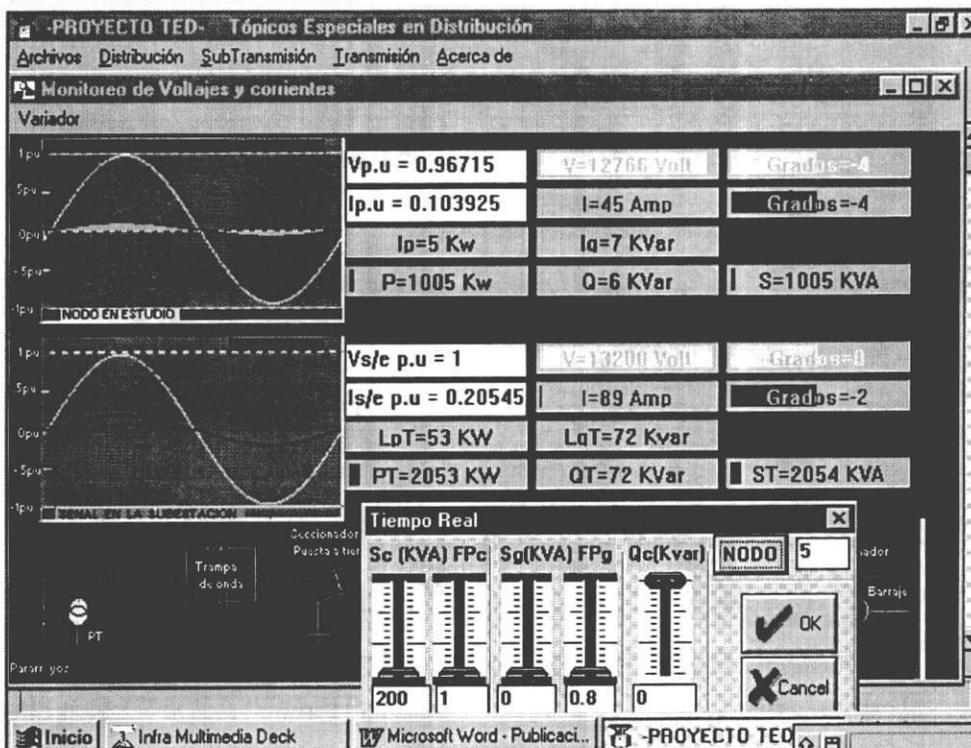
ACERCA DE.



ENTORNO DE EDICION.



INFORME FLUJO DE CARGA.



BIBLIOGRAFÍA

CORREDOR, Pablo., Análisis de sistemas de potencia., MEDELLIN, 1992.

HRUGLINSKI, David, Programacion avanzada con Visual C++. Microsoft Press.

RAMIREZ, Jorge I., Teoría y aplicación de flujos de Carga Radiales., MEDELLIN, 1997.