

Flujo de Carga

Parámetros de Cálculo (LF)

Los parámetros de cálculo se entran con la ayuda del diálogo "Parámetros". Este diálogo está conformado por tres pestañas, Parámetro, Referencias y Control de Area/Zona, los cuales se explicarán aquí.

Parámetros

Método de Cálculo	El Flujo de Carga se puede calcular de acuerdo a uno de los métodos siguientes (ver "Métodos de Cálculo y sus Aplicaciones"): • Método Newton-Raphson Extendido • Método Inyección de Corrientes • Método Newton-Raphson • Caída de Voltaje (sólo para redes radiales!) • Flujo de Carga DC

Cálculo Con

Slack Distribuido	Indica si el Flujo de Carga se debe calcular o no con slack distribuido (ver "Cálculos con Slack Distribuido").
Control Área	Indica si el flujo de carga se debe calcular o no con control de área (ver "Control de Area/Zona (FC) ").
Intercambio utilizando otras redes	Opción para el control de área. Opción desactivada: El intercambio de potencia (calculado de las transacciones) tiene lugar sólo sobre los elementos que conectan los dos grupos de red (elementos de enlace). Opción activada: El intercambio de potencia definido para cada transacción puede involucrar otros grupos de red que no participan en la transacción. El intercambio utilizando otras redes siempre se permite cuando se realizan los cálculos con los métodos Newton Raphson o Inyección de Corrientes
Balance de carga	Si se marca, el Flujo de Carga se calculará con balance de carga. Las cargas se ajustarán (ver "Cálculos con Balance de Carga").

Aplicar valores calculados	Opción para el Balance de Carga. Si se marca, el Flujo de Carga se ajustará, después de un cálculo de flujo de carga exitoso con balance de carga, al valor calculado. Esto no es válido para Flujo de Carga con Perfiles de Carga.
Balance de P,Q	Si este parámetro se activa, el balance de carga se realizará para potencia activa y reactiva. En el diálogo del dispositivo de medición se deben ingresar P y Q.
Medición mínima	Si este parámetro se activa, los valores mínimos P, Q, I en el diálogo del dispositivo de medición se toman en cuenta para el balance de carga.
Incluir desfase de transformadores	Indica si el desfase de los transformadores se debe considerar o no. El desfasamiento siempre se tiene en cuenta para el Flujo de Carga Asimétrico. Este parámetro todavía no es válido para el método Newton Raphson Extendido.
Regulación automática de transformadores	Si se marca, los taps de los transformadores regulados se ajustarán automáticamente para obtener un voltaje de nodo Vobj en %. Si no se marca, ningún transformador se regulará.
Aplicar taps calculados	Si se marca, los taps actuales de los transformadores se ajustan a los taps calculados. (Tap act = Tap cal).
Red asimétrica	Indica si el Flujo de Carga se calcula con estructura de red simétrica o asimétrica. Si se calcula Flujo de Carga simétrico, los elementos asimétricos no se tienen en cuenta
Revisar límites de generador	Indica si los límites de las máquinas sincrónicas se controlan durante los cálculos de Flujo de Carga. Si no se marca la casilla, el tipo de nodo no se modificará durante las iteraciones Newton Raphson (ver "Cambio de tipo de nodo con el método Newton Raphson").
Sensibilidad pérdidas MW/Precios Nodales: Generac. MW en todos los nodos	Si se marca esta casilla de chequeo, se calcula el cambio de las pérdidas de potencia activa de la red respecto a un cambio de potencia activa en el nodo respectivo: $dSP_n = \Delta P_{\text{pérdidas}} / \Delta P_n$
Sensibilidad pérdidas MW/Precios Nodales: Generac. Mvar en todos los nodos	Si se marca esta casilla de chequeo, se calcula el cambio de las pérdidas de potencia activa de la red respecto a un cambio de potencia reactiva en el nodo respectivo: $dSQ_n = \Delta P_{\text{pérdidas}} / \Delta Q_n$
Sensibilidad pérdidas	Si se marca esta casilla de chequeo, se calculan los factores nodales. Factor nodal = (1-Sensibilidad pérdidas MW). Si es-

MW/Precios Nodales: Factores Nodales	ta opción se encuentra activa, sólo se muestran los factores nodales en los resultados de nodo y no las sensibilidades MW.
Ajustar Costos Múlt. a Factores Nodales	Si se activa, los factores mult. de cada máquina sincrónica/alimentador asumirán los factores nodales de los nodos conectados.
Nodo de referencia	Permite seleccionar el nodo de referencia (Factor nodal = 1) de la lista, para el cálculo de los factores de nodo.
Frecuencia de operación	Frecuencia de operación en Hz. Este valor se toma en cuenta cuando se debe ejecutar un flujo de carga a una frecuencia diferente a la nominal del sistema. Se considera el estatismo de los generadores (ver "Datos de la Máquina Sincrónica" en el capítulo "Entrada de Datos y Modelos de los Elementos").
Costo Base	Costo base en unidades monetarias (deben ser las mismas unidades de moneda que se utilizaron para los factores de costos de generación a, b, c)

Datos de Iteración

Error de convergencia:	Criterios de convergencia para la iteración (ver sección "Teoría de Cálculos de Flujo de Carga"). Valores recomendados: 1.0E-3 .. 1.0E-5.
Reporte mín.	Minimiza o reduce el reporte durante los cálculos (particularmente útil para los módulos que requieren varios cálculos de flujo de carga, como por ejemplo, el Análisis de Contingencias)
Número Max. de iteraciones	Máximo número de iteraciones. Si el Flujo de Carga no converge, la iteración se detendrá cuando se exceda este número
Revisar convergencia	Uso del control de paso, de modo que el error se decremente en cada iteración.
Leer archivo de inicialización	Si esta casilla se marca, se leerá un archivo creado previamente con los voltajes de nodo y los taps de los transformadores (extensión: *.ilf). En este caso el Flujo de Carga no arrancará con V=1.0pu (inicio plano). Se puede entrar el nombre del archivo a ser leído.
Crear archivo de inicialización	Si esta casilla se marca, se creará un archivo (extensión: *.ilf) con los voltajes de nodo y los taps calculados de los transformadores. Se puede entrar el nombre del archivo.

Inicialización

Activar regulación del transformador	El usuario puede seleccionar (por número de iteraciones o por tolerancia de errores) en cuál iteración se activa la
--------------------------------------	---

si	regulación de los transformadores. Mantener los transformadores con una relación fija (regulación deshabilitada) en las primeras iteraciones puede ayudar significativamente a la convergencia en ciertos casos.
Inicializar $V=V_{reg}$ en Nodos PV	Puede ayudar a la convergencia en ciertos casos: Si se selecciona, el voltaje de los nodos con regulación de voltaje se inicializa en su valor de ajuste.
Tap Inic. = tap act	Puede ayudar a la convergencia en ciertos casos: Si se selecciona, el tap de los transformadores reguladores se inicializa en su valor actual.
Controlar cambio del tap	Si se selecciona, habrá un límite superior en el cambio del tap de los transformadores reguladores entre dos iteraciones sucesivas. Puede ayudar a la convergencia en casos especiales (normalmente desactivado).
Monitorear Límites de Voltaje	Puede ayudar a la convergencia en ciertos casos: Si se selecciona, el proceso de solución del flujo de carga se inicializa si un voltaje de nodo viola el límite superior o inferior.
Monitorear relación de variación de voltaje	(deshabilitado)
Revisar tolerancia de límites	Con esta opción, el usuario ajusta indirectamente (vía tolerancia) la iteración después de la cual se controla la violación de límites de generadores, transformadores, etc.
Ajustar igual a tolerancia de errores	Si se selecciona, el control de límites se lleva a cabo en la primera iteración en la que el error sea menor que la tolerancia de errores (definido en los parámetros de flujo de carga).
Ajustar igual a	Si se selecciona, el control de límites se lleva a cabo en la primera iteración en la que el error sea menor que la tolerancia definida por el usuario.

Inyección de Corrientes / Redes Asimétricas

Factor de aceleración:	Factor para tratar los nodos PV en el método de Inyección de Corrientes. Entre más grande sea este factor, más rápido converge el Flujo de Carga. El Flujo de Carga puede divergir si se entra un valor demasiado grande. Si no hay nodos PV, este factor es relevante. Valores posibles: 0.05 .. 0.4. Este factor también se usa para el Flujo de Carga Asimétrico con los métodos de Inyección de Corrientes y Newton Raphson. Si la estructura de la red es simétrica o casi simétrica, el factor puede ajustarse en un valor cercano a 1.0. Si la es-
------------------------	---

	estructura de la red es altamente asimétrica, es recomendable tomar un valor de 0.25 o menor.
--	---

Valores de Referencia para Chequeo de Carga

Valores mínimos Valores máximos	El usuario puede seleccionar si se deben tomar los valores máximos o mínimos nominales de las líneas y los transformadores para calcular la cargabilidad de estos elementos.
------------------------------------	--

Suiches, Interruptores y Acoples

Reducir	Marque esta casilla para reducir suiches, interruptores y acoples. El cálculo será más rápido y la posibilidad de convergencia es mayor, pero no se calculará ningún resultado para esos elementos. Si la casilla no se marca, estos elementos se representarán en los cálculos por medio de las impedancias ingresadas en los Diálogos de Entrada de Datos. Esta opción no está disponible para el método de cálculo Newton Raphson Extendido. En este caso, estos elementos se modelarán sin impedancias, por lo que no pueden provocar problemas de convergencia.
---------	--

Archivo de Resultados

"..."	Es posible crear un archivo de resultados (*.rlf) una vez se hayan ejecutado los cálculos. Seleccione el nombre y el destino del archivo. El archivo de resultados se puede leer mediante programas externos como Excel, y los resultados pueden evaluarse de forma arbitraria.
Escritura habilitada	Marque esta opción para crear el archivo de resultados justo después de ejecutados los cálculos.
Formato 4.x	El archivo se puede crear en el viejo formato 4.x (si se marca) o en un formato nuevo para V5.x (si no se marca).

Unidades Residenciales

P	Potencia activa en kW de una unidad residencial. Este valor se usa para cargas y cargas de línea.
Cos(phi)	Cos(phi) de la unidad residencial. Este valor se usa para cargas y cargas de línea.
Kn	Factor de entrelazamiento para una cantidad infinita de unidades residenciales. Este valor se usa para cargas y cargas de línea.

Referencias

Referencias para	Máxima cargabilidad del elemento en el sistema (sólo relevante para la opción de evaluación). Los elementos sobre-
------------------	--

elementos %:	cargados se presentan en el Resumen de los resultados de Flujo de Carga.
Voltaje mínimo	Valor mínimo para el voltaje de nodo con respecto al voltaje nominal del sistema (sólo relevante para las opciones de evaluación). En la tabla, los voltajes de referencia se pueden ingresar individualmente para cada nodo. Los voltajes que estén fuera de los límites se presentan en el Resumen de Resultados de Flujo de Carga.
Voltaje máximo	Valor máximo para el voltaje de nodo con respecto al voltaje nominal del sistema (sólo relevante para evaluaciones). En la tabla, los voltajes de referencia se pueden ingresar individualmente para cada nodo. Los voltajes que estén fuera de los límites se presentan en el Resumen de Resultados de Flujo de Carga.
Asignar voltajes: Todo	Al presionar este botón, se asignan los valores por defecto de los voltajes mínimo y máximo para cada nodo.
Asignar voltajes: Nivel de Voltaje	Al presionar este botón, se puede escoger el nivel de voltaje al cual se le asignan los valores por defecto de los voltajes mínimo y máximo.

Control de Área/Zona

Tipo Control	El usuario puede escoger entre los siguientes tipos de control: - Control de Area - Control de Zona - Control de Area y Zona Dependiendo del tipo de control, sólo los intercambios de potencia respectivos de la tabla se tendrán en cuenta para los cálculos.
Desde Área Hasta Área	Para el control de área, se debe definir desde qué hasta qué área se va a presentar el flujo de potencia. Al presionar el botón "Insertar", esta transacción se añade a la tabla donde se pueden editar los datos.
Desde Zona Hasta Zona	Para el control de zona, se debe definir desde qué hasta qué zona se va a presentar el flujo de potencia. Al presionar el botón "Insertar", esta transacción se añade a la tabla donde se pueden editar los datos.
Pérdidas de enlace cubiertas desde Área/Zona	Si se marca esta opción, las pérdidas en cada elemento de enlace son cubiertas desde el área y la zona a la que pertenece este elemento.
Pérdidas de	Si se marca esta opción, las pérdidas en cada elemento de

enlace cubiertas desde Área/Zona Slack	enlace son cubiertas desde el área y la zona que incluye el generador slack.
Pérdidas asumidas por Slack	Durante los cálculos de control de Área/Zona, y si la opción “Pérdidas de enlace cubiertas desde Área/Zona Slack” se encuentra activa, la zona o área que incluye el único nodo slack de la red asume las pérdidas de la red. Como cada nodo está asignado al mismo tiempo a un área y una zona, en el tipo de Control de Área/Zona se debe definir si el área o la zona que incluye el nodo Slack debe asumir las pérdidas de la red.

Datos de Entrada de la Tabla

Nombre	Nombre de la transacción.
Activo	Marque la casilla para activar esta transacción.
Tipo	Tipo de transacción, Area-Area o Zona-Zona.
Desde	Area o zona de envío de potencia MW.
Hasta	Area o zona de recibo de potencia MW.
Pselecc	Potencia en MW a ser transmitida
Tolerancia	Sólo para Flujo de Carga Óptimo. Desviación máxima de Pselecc ($Pselecc - Tolerancia \leq Pintercambio \leq Pselecc + Tolerancia$).

Resultados (LF)

Seleccionar Resultados

Los nodos y elementos que se presentan en la tabla de resultados se pueden seleccionar aquí. En el punto de menú “Mostrar Resultados”, se puede indicar si en la tabla se deben presentar todos los elementos y nodos o sólo los seleccionados en ella.

En el diagrama unifilar existe también una opción en la pestaña Flujo de Carga del diálogo “Editar – Propiedades del Diagrama” para indicar si los resultados se deben asignar a todos los elementos y nodos o sólo a aquellos que fueron seleccionados en la pestaña “Seleccionar Resultados”.

Mostrar Resultados

Los resultados se pueden representar en tablas diferentes, cada una con su información específica.

Resumen	Se despliega un resumen del Flujo de Carga. Este contiene la información general sobre la red, las áreas y las zonas, y sobre elementos sobrecargados y nodos con voltajes fuera de rango.
Resultados Nodo	Se muestran los resultados de los nodos.
Resultados Elemento	Se muestran los resultados generales de los elementos
Resultados detallados elementos	Se muestran todos los resultados de los elementos.
Todos los resultados	Todos los resultados mencionados arriba se presentan aquí o en la tabla.
Unidades	Unidades para la lista de salida tipo tabla. Las siguientes unidades se encuentran disponibles: V, kV, A, kA, kVA, MVA.
Archivos de Resultados	Es posible exportar o importar resultados hacia o desde un archivo *.rlf seleccionando el archivo y presionando el botón respectivo. Estos archivos de resultados se pueden leer mediante programas externos como Excel, y los resultados se pueden evaluar de forma arbitraria. El archivo se puede crear en el

	viejo formato 4.x o en un nuevo formato para V5.x.
--	--

A continuación se encuentra una descripción de las variables de salida en la tabla de resultados:

Resumen:

Área/Zona	Indica la red, área o zona para los cuales son válidos los siguientes resultados.
P Pérdidas	Pérdidas de potencia activa en MW, en el grupo de red.
Q Pérdidas	Pérdidas de potencia reactiva en Mvar, en el grupo de red.
P Imp	Potencia activa importada total en MW. La potencia reactiva importada para la red representa la potencia total del Slack.
Q Imp	Potencia reactiva importada total en Mvar. La potencia reactiva importada para la red representa la potencia total del Slack.
P Gen	Potencia activa total de las máquinas sincrónicas, equivalentes de red y unidades generadoras en MW, en el grupo de red, incluyendo el Slack
Q Gen	Potencia reactiva total de las máquinas sincrónicas, equivalentes de red y unidades generadoras en Mvar, en el grupo de red, incluyendo el Slack
P Carga	Potencia activa total de las cargas y las máquinas asíncronas en MW, en el grupo de red.
Q Carga	Potencia reactiva total de las cargas y las máquinas asíncronas en Mvar, en el grupo de red.
Qc Paralelo	Potencia reactiva capacitiva total en Mvar de los paralelos (shunts) en el grupo de red.
Ql Paralelo	Potencia reactiva inductiva total en Mvar de los paralelos (shunts) en el grupo de red.
Q Comp	Potencia reactiva total de compensación de línea en Mvar, en el grupo de red.

En el resumen se reportan los nodos cuyos voltajes son menores que el valor de referencia $V_{\min\text{Ref}}$ o mayores que $V_{\max\text{Ref}}$, y los elementos sobrecargados.

Resultados de Nodo:

ID	Número de Identificación (ID) del nodo.
Nombre	Nombre del Nodo
V [kV]	Voltaje de Nodo (fasor línea a tierra, pero como valor línea a línea) en kV.

v [%]	Voltaje de Nodo en % con respecto al voltaje de nodo nominal.
V áng	Angulo del Voltaje en °, con respecto al voltaje del nodo Slack.
Sens. PG/Factores Nodales	Si la opción "Generación de MW en todos los nodos" se encuentra activa, se calcula la sensibilidad de las pérdidas de MW de la red para cada nodo debido a un cambio ficticio en la generación de potencia activa en este nodo (-dPL/dQP). Si se activa la opción "Precios Nodales", se calcula el factor nodal.
Sens. QG dPL/dQG	Sensibilidad de las pérdidas de MW de la red para el nodo, debido a un cambio ficticio en la generación de potencia reactiva en el nodo respectivo dPL/dQG
Descripción	Descripción del nodo.
Zona	Zona a la cual pertenece el nodo.
Area	Area a la cual pertenece el nodo.
Red parcial	Número de la red parcial a la cual pertenece el nodo.

Resultados de Elementos

ID	Número de Identificación (ID) del elemento.
Nombre Nodo	Nodo al cual está conectado el elemento (Desde Nodo)
Nombre Elemento	Nombre del elemento.
Tipo	Tipo de elemento.
P	Flujo de potencia activa a través del elemento en MW.
Q	Flujo de potencia reactiva a través del elemento en Mvar.
I	Flujo de corriente a través del elemento en kA.
Angulo I	Angulo de la Corriente en °.
Cargabilidad	Cargabilidad del elemento en %.
P Pérdidas	Pérdidas de potencia activa del elemento.
Q Pérdidas	Pérdidas de potencia reactiva del elemento
P Comp	Potencia activa de compensación de línea en MW.
Q Comp	Potencia reactiva de compensación de línea en Mvar.
Tap	Posición del tap calculado del transformador.
Relación	Relación de transformación calculada a tap actual "Tap act.".
Teta	- Angulo de la relación del transformador - Angulo de disparo o encendido en ° de un HVDC - Angulo de disparo en ° de un TCSC
Traslapar	Angulo de traslape en ° para un HVDC (Conversor).
Margen	Angulo de margen de conmutación en ° para un HVDC (Conversor)

	Convertidor)
B tot	Susceptancia total en mS de un SVC.
X tot	Reactancia total en Ohm de un TCSC.
V serie	Caída de voltaje en kV de un TCSC o voltaje serie en kV de un UPFC.
Ang. V serie	Angulo de la caída de voltaje en ° de un TCSC o Angulo del voltaje serie en ° de un UPFC.
I paral.	Corriente shunt en kA de un UPFC.
Ang. I paral	Angulo de la corriente shunt en ° de un UPFC.
P inter	Intercambio de potencia activa en MW de un UPFC.
Q inter serie	Intercambio de potencia reactiva (inversor conectado en serie) en Mvar de un UPFC.
Q inter paral	Intercambio de potencia activa (inversor conectado en paralelo) en Mvar de un UPFC.
Deslizamiento	Deslizamiento de la máquina asíncrona.
Torque	Torque mecánico en Nm de la máquina Asíncrona.
V ExtremoAbierto	En caso de que un elemento esté conectado sólo en un lado, el voltaje se calcula en el extremo abierto en % del voltaje nominal del sistema del nodo en ese extremo.
On	Marcado si el elemento está conectado (suiches cerrados).
Descripción	Descripción del elemento.
Zona	Zona a la cual pertenece el elemento.
Área	Area, al cual pertenece el elemento.
Red Parcial	Número de la Red Parcial, a la cual pertenece el elemento.

Teoría de Cálculos de Flujo de Carga

El punto de inicio del cálculo de flujo de carga es:

- La ecuación de la red: $I = Y \cdot V$ y
- La ecuación de potencia: $S = V \cdot I^*$.

donde:

- I: Vector de corrientes de nodo
- V: Vector de voltajes de nodo
- Y: Matriz de admitancia de la red
- S: Vector de potencias de nodo

Al eliminar el vector de las corrientes de nodo en la ecuación de potencia, es obvio que el problema de Flujo de Carga se convierte en un sistema de ecuaciones no lineales cuadráticas para los voltajes de nodo desconocidos y las potencias de nodo dadas. Existen varios métodos para solucionar el problema, por ejemplo el método de Gauss - Seidel, el método de Newton - Raphson o el método de Newton Raphson Desacoplado Rápido. Los métodos usados por este programa son /1/.

- Un método de Inyección de Corrientes con la matriz Y reducida y factorizada, y
- el método de Newton - Raphson.

Método de Inyección de Corrientes con la Matriz Y Reducida y Factorizada

El método de Inyección de Corrientes consta de dos pasos:

- Cálculo de las corrientes de nodo I_{red} a partir de las potencias dadas de los nodos S_{red} y de los voltajes de nodo V_{red} de acuerdo a:

$$I_{red} = S_{red}^* \cdot V_{red}^{*-1},$$

por lo cual se ajusta un valor estimado para V_{red} en el primer paso de la iteración.

- Cálculo de los voltajes de nodo de acuerdo a:

$$V_{red} = Y_{red}^{-1} \cdot (I_{red} - Y_{sl} \cdot V_{sl})$$

donde:

- V_{red} : Vector de los voltajes de nodo complejos sin nodos slack
- I_{red} : Vector de las corrientes de nodo complejos sin nodos slack
- Y_{red} : Matriz de admitancia sin la fila y la columna del nodo slack
- Y_{sl} : Columna del nodo slack en la matriz Y
- V_{sl} : Voltaje complejo del nodo slack

Los dos pasos de la iteración se inician con un valor $V=1.0pu$ o con un valor predefinido (ver "Parámetros de Cálculo (LF)", "Archivo de inicialización"), y se realiza el proceso iterativo hasta que el criterio de convergencia

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n \left| \frac{V_{i\mu+1} - V_{i\mu}}{V_{i\mu}} \right|$$

se cumpla (ver "Parámetros de Cálculo (LF)", "Error de Conv"), donde $V_{i\mu+1}$ y $V_{i\mu}$ son los voltajes en el nodo i en las iteraciones $(\mu+1)$ o (μ) y n representa el número de nodos en la red.

Si el algoritmo diverge, el proceso iterativo se detiene después del número máximo iteraciones permitidas. Este valor se indica en los Parámetros de Cálculo, campo de entrada "Máx.iteraciones".

Los nodos PV requieren un algoritmo adicional, el cual se explica en /1/. La velocidad del algoritmo depende del factor de aceleración, el cual se puede indicar a través de la ventana Parámetros de Cálculo (campo de entrada "Factor aceler.").

El Método de Newton - Raphson

El método de Newton - Raphson parte de la ecuación de error para el nodo i :

$$\Delta S_i = (P_i - j \cdot Q_i) - V_i \cdot \sum_{k=1}^n Y_{ik}^* \cdot V_k^*$$

Los voltajes complejos V_k se obtienen de forma tal que ΔS_i tienda a cero. P_i y Q_i son las potencias activas y reactivas predefinidas. Y_{ik} es un elemento de la matriz Y de la i -ésima fila y k -ésima columna. La solución a la ecuación de error anterior consta de los siguientes tres pasos:

- Cálculo de los errores de potencia por medio de los voltajes de cada nodo

$$\Delta S_i = S_{esp_i} - S_{cal_i}$$

- Cálculo las variaciones de voltaje para cada nodo con la matriz Jacobiana J

$$\Delta V = J^{-1} \cdot \Delta S$$

- Cálculo de los voltajes de nodo

$$V_{nue_i} = V_{viej_i} - \alpha \cdot \Delta V_i$$

Los dos pasos de la iteración se inician con $V=1.0$ pu o con un valor (ver "Parámetros de Cálculo (LF)", "Archivo de Inicialización") y se debe realizar hasta que el criterio de convergencia

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n |\Delta S_i|$$

se cumpla (ver "Parámetros de Cálculo (LF)", "Error de Conv.").

El Método Newton-Raphson Extendido

El método Newton-Raphson Extendido es básicamente el mismo Newton Raphson, con la diferencia de que en el NRE las ecuaciones que modelan los elementos se formulan de diferente manera. Adicionalmente, en este método se tienen en cuenta los dispositivos FACT y todas las características nuevas como Control de Area/Zona.

Diferencias entre el Método de Inyección de Corrientes y el Método de Newton Raphson

El método de Inyección de Corrientes aplicado a redes sin nodos PV y sin nodos controlados remotamente presenta un buen comportamiento de convergencia, aún en redes con líneas muy cortas (impedancias pequeñas). Es mucho más rápido que el método de Newton - Raphson. Por lo tanto, se debe utilizar cuando el número de nodos PV es pequeño (1 hasta 3), como en el caso de redes de medio y bajo voltaje. Cuando se calculan Redes de Transmisión, se debe hacer uso del método de Newton - Raphson. En caso de divergencia, se puede iniciar el algoritmo de Newton - Raphson con un perfil de voltaje predefinido (ver "Parámetros de Cálculo (LF)"). El perfil de voltaje predefinido se puede calcular con el método de Inyección de Corrientes.

Control de Convergencia con el Método de Newton - Raphson

El coeficiente α para el cálculo de los nuevos voltajes de nodo es normalmente $\alpha=1$ (ver tercer paso de las iteraciones). Si el error de potencia crece de un paso

a otro, el coeficiente se optimizará de acuerdo a una interpolación cuadrática. α debe estar en el rango $0 < \alpha < 1.0$.

Cambio del Tipo de Nodo con el Método Newton-Raphson

Si el número de la iteración es mayor que tres, el programa chequea en cada paso del proceso iterativo si el voltaje del nodo PQ está dentro del rango $V_{mín} .. V_{máx}$ (ver sección "Datos del Nodo" en el capítulo "Modelos y Datos de Entrada de los Elementos"). Esto sólo es válido si una máquina síncrona está conectada al nodo PQ. Si el voltaje está fuera de rango, su magnitud se fija. La potencia reactiva se calculará (cambio de tipo de nodo: nodo PQ a nodo PV). Un cambio de nodo PV a nodo PQ ocurre si la potencia reactiva Q sale del rango $Q_{mín} .. Q_{máx}$ (ver sección "Máquina Síncrona" en el capítulo "Modelos y Datos de Entrada de los Elementos"). La potencia reactiva es fija y la magnitud de voltaje se calcula.

Control Remoto con el Método de Newton - Raphson

El control remoto en transformadores y generadores sólo es posible cuando se hace uso del método de Newton - Raphson.

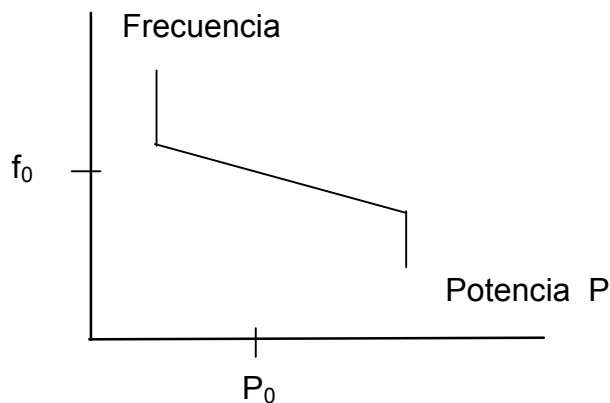
Cargas Dependientes del Voltaje y Voltajes de Cortocircuito Dependientes del Tap del Transformador

En los métodos Inyección de Corrientes y Newton-Raphson se tienen en cuenta las cargas que dependen del voltaje, lo mismo que los voltajes de cortocircuito que dependen del tap (ver sección "Datos del Transformador" en el capítulo "Modelos y Datos de Entrada de los Elementos"). La ecuación para las cargas dependientes del voltaje es (ver sección "Líneas" en el capítulo "Modelos y Datos de Entrada de los Elementos"):

$$P = P_0 (V/V_n)^{x_P} \quad Q = Q_0 (V/V_n)^{x_Q}$$

Flujo de Carga a una Frecuencia Diferente a la Nominal del Sistema.

Si la frecuencia de operación es diferente a la frecuencia nominal del sistema, las potencias del generador se corrigen de acuerdo al estatismo (ver sección "Máquina Síncrona" en el capítulo "Modelos y Datos de Entrada de los Elementos" y "Parámetros de Cálculo (LF)").



Evaluación en Caso de Divergencia

Si uno de los algoritmos mencionados previamente no converge, el programa despliega un mensaje. El programa mostrará el proceso iterativo y el error de potencia para los nodos. Los nodos con errores de potencia grandes son nodos críticos.

En caso de divergencia, también es posible iniciar los algoritmos a partir de un perfil de voltaje predefinido en vez de iniciar con $V=1.0\text{pu}$ (arranque plano).

Cuando se conocen los voltajes de nodo, se pueden calcular el Flujo de Carga, las potencias de nodo, las pérdidas y el error. El error representa un balance de potencias y se calcula de la siguiente manera::

$$S_{\text{mism}} = S_{\text{tot}} + S_{\text{pérdidas}} + S_{\text{sl}} + S_{\text{shunt}}$$

It means:

- S_{tot} : Suma de las potencias calculadas en cada nodo
- S_{sl} : Potencia del nodo slack
- $S_{\text{pérdidas}}$: Pérdidas totales de la Red
- S_{shunt} : Potencia shunt total

Entre más pequeño sea el valor de S_{error} , mejor será la convergencia del Flujo de Carga.

Métodos de Cálculo y sus Aplicaciones

Campos de aplicación para los métodos de cálculo:

El método Newton Raphson Extendido se debe usar en:

- Redes de transmisión simétricas
- Control de Area/Zona

- Elementos Facts/HVDC
- Shunts (paralelos) suicheables
- Controles remotos y especiales
- Redes de corriente continua

El método Newton Raphson se debe usar en:

- Redes de distribución y transmisión
- Flujo de Carga Asimétrico
- Balance de Carga
- Control de area/zona restringido (sólo con “Intercambio utilizando otras redes”)

El método Inyección de Corrientes se debe usar en:

- Redes de distribución y transmisión
- Flujo de Carga Asimétrico
- Sólo pocos generadores PV
- Balance de Carga
- Control de area/zona restringido (sólo con “Intercambio utilizando otras redes”)
- Sin control remoto

El método Caída de Voltaje se debe usar en:

- Redes radiales y de distribución con unidades residenciales

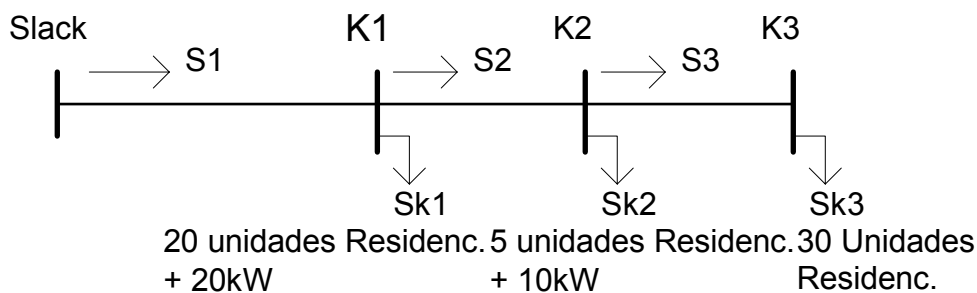
El Flujo de Carga DC se debe usar en:

- Redes de distribución y transmisión
- Cuando se acepta una solución aproximada

Cálculo de Caída de Voltaje

El cálculo de Caída de Voltaje sólo es válido en redes radiales con un solo punto de alimentación (Nodo Slack).

Se deben calcular las potencias de carga activa y reactiva total, incluyendo las unidades residenciales, de la red radial. El voltaje del nodo vecino al nodo slack se puede calcular con el voltaje del nodo slack y el flujo de potencia total a través de la línea:



$$V_{K1} = V_{SI} - Z_L \cdot S_1^* / V_{SI}^*$$

donde:

V_{K1} : Voltaje en el nodo K1

V_{SI} : Voltaje del nodo slack

S_1 : Potencia compleja a través de la línea desde el nodo slack hasta el nodo K1 ($S_1 = S_{K1} + S_{K2} + S_{K3}$)

Z_L : Impedancia de la línea

Se debe calcular la potencia vista desde el nodo K1 hacia la red con el fin de obtener los voltajes en el nodo K2 ($S_2 = S_{K2} + S_{K3}$). El voltaje en K2 se puede calcular con la fórmula anterior si se intercambia V_{K1} con V_{K2} , V_{SI} con V_{K1} y S_1 con S_2 .

El procedimiento continúa, hasta que todos los voltajes en la red radial se hayan calculado.

Uso de los Factores de Simultaneidad Variables en Unidades Residenciales

En los cálculos de Caída de Voltaje, los factores de simultaneidad o de entrelazamiento se calculan en función del número de unidades residenciales n_{DU} de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$K_v = K_n + \frac{1.0 - K_n}{\sqrt{n_{DU}}}$$

El factor K_n (valor por defecto 0.15) se puede entrar en la ventana de Parámetros de Flujo de Carga.

La potencia que se utiliza para calcular los voltajes consta de dos partes:

$$S = S_{\text{constante}} + k_v \cdot n_{DU} \cdot P_{DU}$$

En el ejemplo anterior se toman las potencias siguientes ($P_{DU} = 8$ kW) para calcular los voltajes (se asume: $\cos(\varphi) = 1.0$).

- Cálculo de V_{K1} : $S_1 = g_1 \cdot 20 \text{ kW} + g_2 \cdot 10 \text{ kW} + 0.265 \cdot 55 \cdot 8 \text{ kW}$
- Cálculo de V_{K2} : $S_2 = g_2 \cdot 10 \text{ kW} + 0.294 \cdot 35 \cdot 8 \text{ kW}$
- Cálculo de V_{K3} : $S_3 = 0 \text{ kW} + 0.305 \cdot 30 \cdot 8 \text{ kW}$

P_{DU} y $\cos(\varphi)$ se pueden entrar en la ventana de parámetros de Flujo de Carga. Los factores g_1 y g_2 son factores de simultaneidad constantes, los cuales se deben entrar en la ventana de datos de carga. Las potencias constantes (20 kW y 10 kW) se multiplican por estos factores.

Comentario

Cuando se hace uso de los factores de simultaneidad variables, la ley de corrientes de Kirchhoff no se cumple totalmente. ¡Los factores de simultaneidad variables no se utilizan cuando se estén calculando las caídas de voltaje de acuerdo a los métodos Inyección de Corrientes o Newton - Raphson!

Flujo de Carga DC

El Flujo de Carga DC se usa cuando se pueda aceptar una solución aproximada. Este puede ser el caso del Análisis de Contingencia.

Las ecuaciones de Flujo de Carga DC son una aproximación a las ecuaciones de Flujo de Carga AC, donde básicamente se ignoran las pérdidas y la potencia reactiva.

En el Flujo de Carga DC de NEPLAN:

- El flujo de potencia reactiva se ignora ($Q \cup 0$)
- La magnitud del voltaje es igual al voltaje terminal en todos los nodos AC ($V \cup 1$ pu)
- Las resistencias y las pérdidas no se toman en cuenta ($R \cup 0$)
- Los elementos paralelo (Shunt) no se toman en cuenta
- Los elementos FACTS no se toman en cuenta
- La regulación con cambiadores de taps/desplazadores de fase no se toman en cuenta

Para considerar los elementos FACT en el Flujo de Carga DC, se puede reemplazar el dispositivo FACT por dos Cargas/Generadores PQ ficticios en los nodos de conexión. Estos elementos ficticios representan los controles.

Voltajes de Referencia

Permite asignar a cada nodo voltajes de referencia $V_{\text{mínRef}}$, $V_{\text{máxRef}}$ en porcentaje. Para obtener los nodos con voltajes fuera del rango, una vez se hayan ejecutado los cálculos haga click en Resumen en la caja de diálogo de Resultados.

Descripción de los Resultados

Una vez finalizados los cálculos, los resultados se insertan automáticamente en el diagrama unifilar. Para cada nodo y elemento se asigna una etiqueta con resultados. La posición de la etiqueta está predefinida por el programa. El usuario puede cambiar la posición haciendo click sobre la misma y arrastrando el mouse. La nueva posición quedará grabada.

En el menú “Editar – Propiedades del Diagrama – Resultados de Flujo de Carga”, se pueden definir las variables que se deseen mostrar luego de que se hayan realizado los cálculos. En el mismo diálogo, el usuario puede habilitar o inhabilitar las casillas de resultados.

Análisis de Contingencias (Interrupciones)

Con la opción del menú "Análisis – Análisis de Contingencia – Modo Contingencia", el usuario puede definir todos los elementos y nodos (Interrupciones en Modo simple) que se deben desconectar durante el análisis de contingencias. También se pueden definir interrupciones en Modo Común, es decir, varios nodos y/o elementos se desconectan al mismo tiempo.

Cada elemento o nodo se desconecta uno por uno y se calcula el Flujo de Carga. En caso de un modo común, se desconectan varios nodos/elementos. Después de los análisis, el usuario puede desplegar los resultados seleccionando la opción del menú "Análisis – Análisis de Contingencia – Mostrar Resultados". Se desplegará el número de elementos sobrecargados en función del(los) elemento(s)/nodo(s) desconectado(s). El caso más crítico se despliega en la parte superior de la lista. No sólo se tienen en cuenta los elementos sobrecargados sino también todos los nodos con voltajes fuera de los límites. Los límites "Máx.cargabilidad ", "Vmín" y "Vmáx" se entran en la caja del diálogo parámetros. No se tienen en cuenta los TC's y TP's sobrecargados, pero sí los suiches y los acoples.

Cálculos con Slack Distribuido

Si el parámetro correspondiente se activa, el Flujo de Carga se calcula con slack distribuido. En este tipo de cálculos la potencia activa del slack se distribuirá en las máquinas sincrónicas predefinidas. En la ventana de entrada de la máquina sincrónica se puede indicar el porcentaje de la potencia slack. La potencia activa del slack se puede distribuir desde 0 hasta 100%. Cuando se estén haciendo cálculos con slack distribuido, sólo es válido un nodo slack.

Cálculos con Balance de Carga

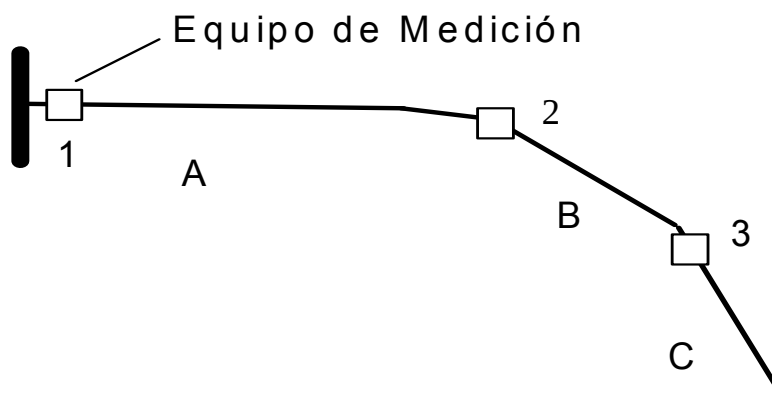
Si se selecciona el parámetro correspondiente, el Flujo de Carga se calculará con Balance de Carga. En este tipo de cálculo los factores de simultaneidad de las cargas en una red cerrada se modificarán de forma tal que se obtenga la corriente o la potencia activa medida. Los valores medidos se entran en un equipo de medición. Se requiere que:

- En una red radial, un equipo de medición es suficiente para obtener balance de carga. Normalmente el equipo de medición se instala en el punto de par-

tida de un alimentador. En una red radial pueden haber varios equipos de medición.

- En redes en anillo deben haber por lo menos dos equipos de medición.
- En la red balanceada también pueden haber elementos de alimentación, como generadores.
- El programa puede manejar cualquier número de redes radiales o cerradas. La red entre dos equipos de medición se balancea y se calcula un factor de simultaneidad separado (ver arriba).
- Entre más mediciones en la red, más precisos serán los modelos de carga.
- Si los valores medidos se dan por fase, se tomará la suma de todas las potencias o un valor promedio de la corriente para el Flujo de Carga Simétrico.
- Cargas con factor de simultaneidad igual a cero no se tienen en cuenta durante los cálculos.
- Después de un cálculo exitoso, el factor de simultaneidad se puede ajustar automáticamente por el programa (ver "Parámetros de Cálculo (LF)").
- La precisión del balance de carga se puede ajustar con el criterio de convergencia global.

Ejemplo:



En el alimentador anterior los equipos de medición 1 y 2 conforman la sección A. Todas las cargas de la sección A serán balanceadas con el fin de obtener las corrientes o potencias predefinidas en los equipos de medición 1 y 2. Lo mismo es válido para las secciones B y C.

Control de Area/Zona (FC)

Con la opción del menú "Análisis - Flujo de Carga - Parámetros - Control de Area/Zona", el usuario puede entrar cualquier número de transacciones de intercambio de potencia en MW entre grupos de red (áreas, zonas) Con el fin de activar el control de intercambio de potencia, el usuario debe marcar la opción "Control de Area" en la ventana Parámetros de Flujo de Carga.

El módulo de cálculo de Flujo de Carga modifica la potencia generada total por grupo de red, de modo que los flujos de potencia del grupo de red (MW) sobre los elementos de enlace (elementos que conectan este grupo de red con otros grupos) satisfagan las transacciones.

La definición y asignación de zonas y áreas se explica en detalle en el capítulo Tutorial.

Las siguientes reglas se mantienen cuando se usa el control de Area/Zona:

- Todos los grupos de red deben formar una red interconectada.
- El usuario puede habilitar o deshabilitar "Intercambio utilizando otras redes": Si se permite el 'Intercambio utilizando otras redes', el ajuste de potencia en MW de la transacción entre el grupo de red "Desde" y el grupo de red "Hasta" puede fluir sobre los grupos de red. De lo contrario, sólo los elementos que conecten estos grupos (si los hay) llevarán la potencia programada en MW.
- En general, no hay estructura jerárquica en la definición de áreas y zonas. Un área puede contener más de una zona y viceversa. La única excepción se da en el caso en que el "Tipo de Control" en la pestaña "Control de Area/Zona" se ajuste a "Control de Area y Zona". En este caso no se permiten traslapes de áreas para las zonas (cada zona debe estar contenida enteramente dentro de un área) o viceversa.
- Sólo un nodo slack se puede entrar en la red. El área (zona) a la cual pertenece este nodo es el Area Slack (Zona Slack).
- Un área o zona puede cumplir sólo uno de las siguientes labores al mismo tiempo:
 - Trabajar como Zona o Area Slack
 - Controlar la importación/exportación total del grupo de red (si "Intercambio utilizando otras redes" está activo), o controlar el intercambio de potencia sobre una conexión entre dos grupos de red (si "Intercambio utilizando otras redes" no está activo).

También es posible que el área o zona no cumpla ninguna de las labores anteriores, es decir, que no esté controlada.

- Para cada nodo, no más de uno de los dos grupos de red (área, zona) puede estar en el modo de control. No es permitido, por ejemplo, que el área del nodo N1 controle la importación de MW, y su zona controle otra transac-

ción o trabaje como grupo de red slack. En otras palabras, si un área cumple una labor (grupo de red de control o Area Slack), sus zonas no pueden realizar tarea alguna. Si esta regla se viola, el usuario recibirá un mensaje de error relevante.

- Para cada generador de un grupo de red involucrado en una transacción, se puede definir un porcentaje de Slack. Esta define el porcentaje con el cual el generador toma parte en la regulación de potencia de importación/exportación de su grupo de red. Se asume que los porcentajes de Slack de todos los generadores de un grupo de red suman el 100% (ver el campo respectivo en los Parámetros de la Máquina Sincrónica y el Equivalente de Red). Si todas los porcentajes de Slack en un grupo de red de control son iguales a cero, el programa asume porcentajes de slack iguales para todos los generadores en este grupo.

El usuario debe estar conciente de ciertas diferencias en el cálculo que dependen de si el "Intercambio utilizando otras redes" está permitido o no.

“Intercambio Utilizando Otras Redes” No Permitido (Opción Inhabilitada)

Si “Intercambio utilizando otras redes” no está permitido, la potencia programada fluye directamente sobre los elementos de enlace entre los dos grupos de red involucrados en la transacción. Si se entra una transacción entre grupos de red que no estén conectados directamente, aparece un mensaje de error relevante.

Cada grupo de red puede cumplir con sólo una tarea. Eso significa que éste puede controlar una transacción de flujo de potencia entre dos grupos de red controlando el flujo de potencia sobre las líneas de enlace (flujo de enlace), o que trabaja como Area/Zona Slack. Los flujos de enlace entre grupos de red que no están involucrados en una transacción no se controlan. Cada grupo de red de control se comporta como una generación variable que debe satisfacer un intercambio de potencia entre grupos de red. Por ejemplo, si se activa el control de zona, y la red tienen n zonas, hay máximo $n-1$ variables independientes que pueden especificar máximo $n-1$ intercambios de potencia entre grupos de red. Eso impone un máximo en el número de transacciones diferentes que el usuario puede especificar. El cálculo de Flujo de Carga dará un mensaje de error si el número de controles específicos para los grupos de red (basado en las transacciones) excede este límite máximo.

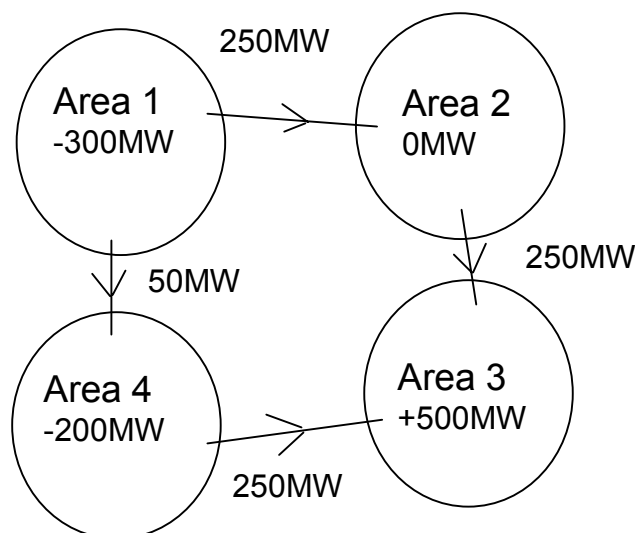
El principio del control de Area/Zona sin intercambio utilizando otras redes se ilustra en el siguiente ejemplo.

Ejemplo:

Plan:

Desde	Hasta	Potencia en MW
Zona 1	Zona 2	150
Zona 1	Zona 2	50
Zona 2	Zona 1	100
Zona 3	Zona 2	50
Zona 3	Zona 4	100

Red con su flujo de potencia:



Como se puede ver en el ejemplo, se pueden agregar algebraicamente varias transacciones entre las mismas dos zonas. La primera de estas transacciones define cuál de las dos zonas es la “Desde el Grupo de Red”.

Durante el proceso de cálculo, se ajusta un “grupo de red de control” para cada transacción. El algoritmo sigue la orden de la tabla del plan o programa, e intenta ajustar el “Desde Grupo de Red” como el grupo de control de la transmisión de potencia respectiva para cada transacción. Si el “Desde Grupo de Red” ya ha sido asignado a otra labor, el “Hasta Grupo de Red” se seleccionará como grupo de control. En caso de que el “Hasta Grupo de Red” también esté ocupado con otra tarea, un grupo de red que no esté involucrado en una transacción y que esté conectado al “Desde Grupo de Red” o al “Hasta Grupo de Red” se encargará del control de la transacción de potencia. Si tal grupo de red “libre” no existe, el Flujo de Carga no arrancará, y el usuario tendrá que cambiar las definiciones de

la transacción (por ejemplo, invertir el “Desde Grupo de Red” con el “Hasta Grupo de Red”, entrar las líneas de la transacción en otro orden, etc).

Evite entrar transacciones con el área o la zona Slack en la columna Desde. Esto daría como resultado un mensaje de error de “Nodo: Area y Zona Controlada no permitida”.

La potencia de transacción en las líneas de conexión entre dos grupos de red se controla próximo al “Desde Grupo de Red”.

Si un grupo de red se conecta al grupo de red Slack sin transacción entre ellos, el grupo Slack va a sobrepasar sus pérdidas. De lo contrario, el grupo de red tendrá que asumir sus propias pérdidas.

Para el "Control de Area y Zona", el traslape de las áreas de las zonas no está permitido. Se pueden entrar transacciones entre dos áreas o/y entre dos zonas.

“Intercambio Utilizando Otras Redes” Permitida (Opción Habilitada)

Cuando ‘Intercambio utilizando otras redes’ está permitido, el intercambio de potencia definido para cada transacción puede involucrar otros grupos de red que no participan en la transacción. Esto significa que no se necesita llevar un flujo de carga definido entre dos grupos de red sobre los elementos de enlace entre los dos grupos. La potencia también puede fluir a través de otros grupos de red.

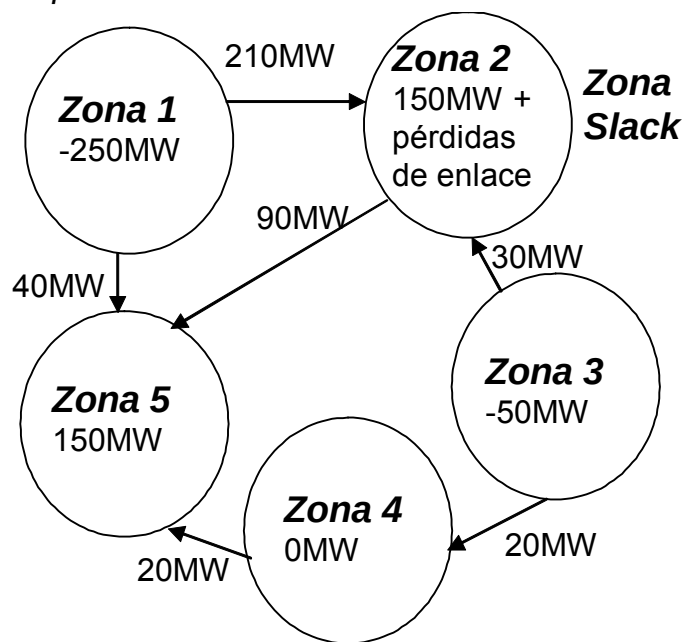
Es por eso que la potencia activa de los generadores en los diferentes grupos de red se ajusta en valores que cumplan los calculados de importación/exportación y *no* las transacciones individuales.

Ejemplo:

Plan:

Desde	Hasta	Potencia en MW
Zona 1	Zona 2	250
Zona 1	Zona 5	50
Zona 2	Zona 5	100
Zona 3	Zona 1	50

Red con su flujo de potencia:



En el ejemplo anterior, la potencia transmitida sobre los elementos de enlace entre dos zonas no corresponde a la transacción definida. Como el “Intercambio utilizando otras redes” está permitido, los flujos de potencia también pueden tomar otros caminos diferentes a la conexión directa. En este caso, la importación/exportación total de cada grupo de red se controla con un valor que corresponde a las transacciones definidas.

Con el “Intercambio utilizando otras redes”, también pueden involucrarse grupos de red en la transmisión de potencia que no participen en la transacción, como lo hace la zona 4 en nuestro ejemplo.

El control de potencia de cada área o zona trabajará de forma diferente si el tipo de control es Control de Área o Control de Zona, o si en Control de Área y Zona.

Control de Área o Control de Zona

Si se activa la opción “Pérdidas de enlace cubiertas desde Área/Zona”, todas las áreas (zonas) estarán en el modo “Control de Importación”. Esto significa que todas las áreas (zonas) controlan su potencia de importación/exportación, incluso aquellas que no están involucradas en ninguna transacción. Las áreas (zonas) sin transacciones de potencia se controlan a una potencia de importación/exportación de 0MW. Las pérdidas en cada línea de enlace o conexión son cubiertas desde el área/zona de esta línea.

Si se activa la opción “Pérdidas de enlace cubiertas desde Área/Zona Slack”, todas las áreas (zonas) estarán en modo “Control de Importación” aparte del área (zona) que contiene el sistema Slack. Esto significa que todas las áreas (zonas) aparte del Área Slack (Zona Slack) controlan su propia potencia de importa-

ción/exportación, incluso aquellas que no están involucradas en la transacción. Las áreas (zonas) sin transacciones de potencia se controlan con potencia de importación/exportación de 0MW.

El Area (Zona) Slack asume las pérdidas en los elementos de enlace. Las pérdidas en cada grupo de red son asumidas por el grupo mismo.

Las áreas (zonas) se pueden extender a más de una zona (área), pues las áreas y zonas no se controlan simultáneamente.

Control de Área y Zona

En este modo no se permite el traslape de áreas de las zonas, Las transacciones se pueden entrar entre dos areas o/y entre dos zonas.

Cada grupo de red (áreas y zonas) involucrado en la transacción controla su potencia de importación/exportación. La potencia de importación/exportación de áreas o zonas sin transacciones de potencia *no* se controla. La potencia de importación/exportación de áreas que contienen zonas involucradas en una transacción no se controla como una transacción entre zonas de diferentes áreas, porque podría entrar en conflicto con una transacción que involucra una o las dos áreas. El Area Slack o la Zona Slack asume las pérdidas de todos los elementos de enlace y de las áreas/zonas que no se controlan (de nuevo, si la opción "Pérdidas de enlace cubiertas desde Área/Zona Slack" se encuentra activa). Depende del usuario definir si es el Area Slack o la Zona Slack la que asume las pérdidas de MW (se debe marcar la opción relativa sobre la tabla de transacciones).

Flujo de Carga Asimétrico

Si se selecciona la opción del menú "Análisis - Flujo de Carga – Parámetros – Red Asimétrica" se podrá dar inicio a un Flujo de Carga Asimétrico con las opciones "Análisis - Flujo de carga - Calcular" o "Análisis - Flujo de Carga - Redes Parciales" o "Análisis - Flujo de Carga - Análisis de Contingencias".

El Flujo de Carga Asimétrico puede tratar cargas asimétricas y una estructura de red asimétrica. En la ventana de entrada de los elementos se encuentra el campo "Valores de Fases" por medio del cual el usuario puede entrar la disposición de fases del elemento o carga.

El Flujo de Carga Asimétrico tiene las siguientes características:

Teoría del Flujo de Carga Asimétrico

Se utilizan las mismas ecuaciones y algoritmos de solución del Flujo de Carga Simétrico. Debido a la asimetría, se hace uso de los modelos para los sistemas de secuencia cero y negativa en forma similar a los análisis de cortocircuito. Se creará la matriz Y para los sistemas de secuencia cero, positiva y negativa. Se asume que sólo las líneas, las cargas y las impedancias de carga son asimétricas. Para estos elementos habrán acoplamientos entre los 3 sistemas de componentes. Estos acoplamientos se tienen en cuenta para las corrientes de nodo lo mismo que para la inyección de potencias de nodo /7/. Siempre se tiene en cuenta el desplazamiento de fase.

En la ventana de parámetros de Flujo de Carga hay un factor de aceleración. Este factor permite afinar el Flujo de Carga Asimétrico para ambos métodos (Newton - Raphson e Inyección de Corrientes). Si la red es altamente asimétrica, el factor debe ser de 0.25 o menos.

Restricciones del Flujo de Carga Asimétrico

Las restricciones son:

- Control de Área no disponible.
- Slack distribuido no disponible
- Método de solución por caída de voltaje no disponible
- Control remoto para generadores.

Estructura de la Red para el Flujo de Carga Asimétrico

En los Flujos de Carga Asimétricos se hace uso de todos los elementos. En caso de un Flujo de Carga simétrico sólo se utilizan los elementos simétricos y las líneas trifásicas asimétricas. Con la opción del menú "Editar-Topología/Ventana - Verificar topología", el usuario puede verificar la topología con respecto a la red simétrica o a la red monofásica.

Se recomienda entrar las líneas en forma compacta. Una línea trifásica desde el nodo A hasta el nodo B se puede entrar teóricamente como tres líneas monofásicas, las cuales están acopladas unas con las otras. De esta forma, el programa trabaja no sólo con el circuito actual y las matrices de impedancia serie, sino también con las matrices de acoplamiento. Esto incrementa el esfuerzo de cálculo. El mejor método es representar la línea trifásica con una sola línea trifásica. Lo mismo es válido para líneas bifásicas.

Listados de Salida del Flujo de Carga Asimétrico

Si se realiza un cálculo de Flujo de Carga Asimétrico, los resultados se desplegarán y almacenarán para todas las fases existentes.

Flujo de Carga con Perfiles de Carga

Parámetros de Cálculo

Tiempo

Cálculo de flujo de carga ¹	El tiempo actual es determinado por los campos "Año", "Mes", "Día" y "Tiempo".
Año	Año
Mes	Mes
Día	Día
Hora del Día	Tiempo del día
Simulación de tiempo FC	Los campos correspondientes "Desde" y "Hasta" determinan el intervalo para la simulación de tiempo.
Año	Rango Anual
Mes	Rango Mensual
Día	Rango Diario
Hora del Día	Tiempo del Rango Diario
Incremento de tiempo	Incremento en minutos.

Opciones

Cálculo

Aplicar factores de escalamiento	Determina si las características dependientes del tiempo se deben combinar con los factores de escalamiento constantes.
Directorio con archivos de datos de mediciones	El comportamiento dependiente del tiempo de los elementos de carga se puede definir por medio de archivos de datos de mediciones. Todos estos archivos deben estar en un directorio, el cual se debe referenciar aquí.

Resultados: Seleccionar Nodos / Elementos

Todos Nodos / Elementos De acuerdo a lista	Determina si se deben calcular y almacenar los resultados de todos los elementos/nodos o si se debe usar la lista de selección.
---	---

Editar lista	Selección de los elementos/nodos
--------------	----------------------------------

Resultados: Seleccionar Variables a Almacenar

Red: Pérdidas MW	Si se activa, las pérdidas de potencia activa de la red se calculan y se almacenan durante la simulación de tiempo.
Red: Pérdidas de energía	Si se activa, las pérdidas de potencia activa de la red se calculan y se almacenan durante la simulación de tiempo. Sólo es posible si "Pérdidas MW" está activa.
Nodos: V	Si se activa, las magnitudes de los voltajes de nodo se calculan y se almacenan durante la simulación de tiempo.
Elementos: P	Si se activa, la potencia activa los elementos se calcula y se almacena durante una simulación de tiempo.
Elementos: Q	Si se activa, la potencia reactiva los elementos se calcula y se almacena durante una simulación de tiempo.
Elementos: I	Si se activa, la magnitud de corriente de los elementos se calcula y se almacena durante una simulación de tiempo.
Elementos: Cargabilidad	Si se activa, la cargabilidad de los elementos se calcula y se almacena durante una simulación de tiempo.

Definir Estaciones

Aquí se pueden definir cuatro estaciones mediante la fecha de inicio (Desde) y finalización (Hasta). Durante una simulación en el tiempo, las características día de los perfiles de carga son seleccionadas de acuerdo a las estaciones.

Festivos

Los días festivos se pueden definir aquí. Durante una simulación en el tiempo, estos días se tratan como sábados / domingos. Los festivos típicos son el 24 de diciembre (sábado) y 25 de diciembre (domingo).

Archivos de Resultados

Es posible exportar los resultados a un archivo de texto si el último cálculo fue exitoso.

Exportar Archivo

Nombre arch	Nombre del archivo
Crear después de cálculo	Si se activa, el archivo de texto se crea automáticamente una vez se haya ejecutado el cálculo .
Crear Arch de Export	Si se presiona este botón, se crea el archivo de texto.

Resultados

Resumen

Si se escoge la opción del menú “Análisis – Flujo de Carga con Perfiles de Carga – Resumen”, se despliega un pequeño sumario del último cálculo.

Resultados Gráficos

Para abrir la ventana de resultados gráficos, se debe seleccionar “Análisis – Flujo de Carga con Perfiles de Carga – Gráficos Resultados”.

Cinfigurar Subgráfico

Tipo Subgráfico	Selecciona si se despliega el “Comportamiento de tiempo” o el “Rango de valores”.
Agregar Curvas Manualmente	Si se marca, se deben adicionar curvas mediante la pestaña “Curvas”. Si no se marca, la pestaña “Curvas” no será visible, y las curvas de la variante actual se adicionan automáticamente de acuerdo a los 4 ajustes de subgráfico siguientes.

Variables a Desplegar

Tipo elemento	Se puede seleccionar el tipo de elemento
Variable	Se puede escoger el tipo de variable en función del elemento seleccionado.

Nodos / Elementos a Desplegar

Seleccionar	Elige si se despliegan todos los elementos del tipo seleccionado o sólo los que se definen en la lista. La lista se puede definir presionando el botón “Editar lista”.
-------------	--

Propiedades de Eje

Seleccionar eje	Elige el eje cuyos ajustes se deben desplegar/modificar.
Título	Título del eje. Sólo se habilita si la casilla de chequeo “Automático” correspondiente, no está marcada.
Resolución	Especifica la resolución de los pasos entre los niveles. Sólo se habilita si la casilla de chequeo correspondiente “Automático” no está marcada.
No de decimales	Número de dígitos en la etiqueta de resultados. Sólo se habilita si la casilla de chequeo “Automático” correspondiente, no está marcada.
Mín	Ajusta el valor mínimo del eje. Sólo se habilita si la casilla de chequeo “Automático” correspondiente no está marcada.

	da.
Máx	Ajusta el valor máximo del eje. Sólo se habilita si la casilla de chequeo "Automático" correspondiente no está marcada.
Cuadrícula	Si se marca, se despliegan las líneas de cuadrícula.

Leyenda

Mostrar Leyenda	Si se marca, la leyenda se despliega.
Altura	Altura de la leyenda en % del tamaño del subgráfico.

La pestaña "Curvas" estará visible sólo si se marca "Agregar Curvas Manualmente". Presione el botón "Agregar Curva" para adicionar una nueva curva al subgráfico. Presione "Editar Curva" para cambiar los ajustes de la curva seleccionada.

Teoría

El modulo Flujo de Carga con Perfiles de Carga efectúa un solo cálculo de flujo de carga (pronóstico) o una secuencia de cálculos de flujos de carga (simulación en el tiempo). La potencia activa y reactiva de los consumidores y generadores con tipos de perfil o datos de medición asignados son determinadas antes de cada cálculo de flujo de carga. Las fórmulas para $P(t)$ y $Q(t)$ se encuentran en la información correspondiente a cada elemento (por ejemplo, máquina sincrónica).

Existen dos formas de usar datos de mediciones:

- 1) Se pueden importar datos medidos de un día por medio de una interfase ASCII. Estos datos se asignan a elementos de carga o a dispositivos de medición. El formato del archivo ASCII se explica en el apéndice.
- 2) Los datos de mediciones no sólo para un día sino para un número ilimitado de días se pueden definir en un archivo ASCII. El formato es el mismo, excepto por la fecha que debe definirse adicionalmente en la fila del encabezado de cada perfil. Cada elemento de carga necesita su propio archivo. El nombre de este archivo debe ser el nombre del elemento con extensión .txt (p.e. LOAD34.txt).

Definición de Procesos por Lotes (Batch)(BDEF)

Introducción

El propósito del módulo de Flujo de Carga por Lotes (BDEF) es ejecutar el cálculo de flujo de carga y almacenar los resultados de varios casos (variantes) de una red específica con un solo análisis.

Generalidades

El BDEF requiere una red caso base y una secuencia de datos de nodo o de carga (*.ndt) y de datos de topología (*.zdb). El archivo de datos de nodo contiene información de las cargas, generadores y otros elementos de nodo (de un puerto). El archivo de datos de topología contiene principalmente información del estado de los suiches. Para más información acerca de estos dos tipos de archivos se debe consultar el apéndice del manual de NEPLAN.

Después de definir la red base, el usuario define una secuencia de Casos presionando el botón **Insertar Caso**. Cada caso tiene un nombre, un índice, una cadena de comentarios (opcional), un archivo de datos de nodo (*.ndt), un archivo de topología (*.zdb) y un archivo de resultados (*.rlf). Inicialmente el archivo de resultados se encuentra vacío. El módulo de definición de Lotes de NEPLAN analiza cada caso uno por uno. Para cada caso, primero se actualiza la red base importando los archivos *.ndt y *.zdb de ese caso. Luego se ejecuta un cálculo de flujo de carga y los resultados se exportan al archivo *.rlf.

Cálculo (BDEF)

Los parámetros de cálculo se ingresan en el diálogo de “Definición de Lotes”, como se describe a continuación.

Seleccionar Directorio de Trabajo	El usuario debe seleccionar inicialmente el directorio de trabajo. Este es el directorio donde residen todos los archivos *.ndt y *.zdb. Todos los archivos de resultados también se generan en el directorio de trabajo.
Opciones para Archivos de Importación	Este botón abre una ventana en la cual se pueden ajustar las opciones para la importación de los archivos *.ndt y *.zdb (separadores de campo, nombres o IDs) similar al diálogo que se despliega cuando el usuario importa estos archivos directamente.
Parámetros FC	Este botón abre la caja de diálogo de los parámetros de flujo de carga.

Seleccionar Archivo con Información de Casos

[Archivo]	El usuario ingresa al archivo que contiene la información de los datos del caso. El formato de este archivo se describe en el apéndice de este capítulo.
Separador de Campos	Los separadores de campos del archivo anterior pueden ser tabuladores o el separador de listas por defecto del sistema (coma o punto y coma).
Insertar Casos desde Archivo	Con este botón NEPLAN lee el archivo y crea nuevos casos que se almacenan en el proyecto existente.

Datos del Caso

Modo	El usuario selecciona uno de los siguientes modos: Insertar , Actualizar y Ver . En el modo Insertar, el usuario construye un nuevo caso ingresando todos los datos necesarios y luego presionando el botón <i>Insertar Nuevo Caso</i> . El nuevo caso se visualizará de forma inmediata en la tabla ubicada más abajo. En el modo Actualizar, el usuario puede modificar un caso existente presionando primero el botón en la fila de la tabla de p.e. el CasoX, luego realizando los cambios (p.e. otro nombre, comentarios, etc.) y por último presionando el botón Actualizar para actualizar el CasoX. En el modo Ver, el usuario puede abrir fácilmente los archivos *.ndt y *.zdb o los archivos de resultados sin salir de la ventana de BDEF. Presionando primero el botón en la fila de la tabla del CasoX y luego los botones Ver que se encuentran al lado de cada archivo, el usuario puede ver el contenido de ese archivo en Notepad.
Ajustar Índice	El usuario puede ajustar un índice para cada caso. Los nombres de los casos se crean automáticamente como "CasoX" donde X es el índice. Después de insertar un caso, el índice se incrementa en uno. El usuario podrá sobrescribir o reemplazar el nombre auto-creado de un caso.
Caso (nombre)	En este botón se muestra el nombre auto-creado para el siguiente caso. El usuario podrá sobrescribir o reemplazar el nombre auto-creado de un caso escribiendo directamente en este campo.
Archivo de Datos de Nodo	El usuario selecciona el archivo *.ndt para al caso actual.
Archivo de Topología	El usuario selecciona el archivo *.zdb para al caso actual
Autocrear nombres	Si se selecciona, los nombres de los archivos de resultados

de archivos de resultados	se crean como [nombre Caso].rlf.
Archivo de Resultados	El nombre del archivo de resultados para el caso actual.
Archivo de exp. UCTE	Sólo es visible cuando el diálogo de BDEF comienza a partir del módulo DACF. Es el nombre del archivo de resultados UCTE (en este formato) para el caso actual. Necesario principalmente cuando se prepara el DACF
Comentarios	El usuario puede ingresar un comentario para el caso CasoX

Archivo de Salida/Log

Min. Salida de Flujo de Carga	Si se selecciona, los mensajes/advertencias durante el cálculo de flujo de carga se suprimirán.
ArchivoLog	El usuario puede seleccionar un archivo para apuntar todos los mensajes que aparecen durante el cálculo de BDEF.
Ver	Con este botón, el usuario puede ver el contenido del archivolog después de que se haya completado el cálculo (abre el archivo en Notepad).

Resultados

Los resultados del Cálculo de BDEF son los archivos de resultados *.rlf para todos los casos que convergen. Estos archivos residen en el directorio de trabajo.

Apéndice

Formato del Archivo con Información del Caso

Toda la información referente a los casos (los archivos *.ndt, *.zdb, *.rlf, cadenas de comentarios, etc.) se puede importar directamente desde un archivo de texto. El archivo está compuesto por líneas y cada línea corresponde a un caso. Cada línea tiene el siguiente formato:

[Índice Caso] ; [Nombre Caso] ; [archivo1.ndt] ; [archivo1.zdb] ; [archivo1.rlf] ; [comentarios]

El Índice del Caso y los Comentarios son voluntarios. Todos los otros campos son obligatorios. Se puede utilizar coma (,), punto y coma (;) o tabulador como separador de listas.

Por ejemplo, un archivo con tres casos y sin índices tendría la siguiente apariencia:

```
;Caso1;01.ndt;01.zdb;Caso1.uct  
;Caso2;02.ndt;01.zdb;Caso2.uct  
;Caso3;03.ndt;01.zdb;Caso3.uct
```