

Boletín 3

GENERACION TRANSMISION Y DISTRIBUCION

Boletín técnico N°3
PARTE 1
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION

LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION

PARTE 1

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADEO Y VENTAS
División materiales eléctricos

1. Generalidades.

La IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineer) define un sistema de potencia como: una red formada por unidades generadoras eléctricas, líneas de transmisión de potencia y cargas, incluyendo el equipo asociado, conectado eléctricamente o mecánicamente a la red.

Los sistemas de potencia son estructuras complejas que no operan de manera aislada, están relacionados entre sí, formando lo que se denomina un sistema interconectado.

Estos sistemas de potencia interconectados eléctricamente, son planificados y operados de manera de poder suministrar la energía de una forma más segura y económica a los consumidores.

Por su estructura, normalmente en los sistemas de potencia podemos distinguir cuatro niveles operativos: generación, transmisión, sub-transmisión y distribución.

El sistema de potencia está constituido por elementos que cumplen funciones específicas, de forma que en operación conjunta garanticen un flujo confiable y económico de electricidad.

2. Sistema eléctrico.

En términos generales un sistema eléctrico como el que se observa en la figura 1 está compuesto por seis elementos principales los cuales son:

- ❑ La central de generación eléctrica
- ❑ Los transformadores que elevan la tensión generada a altas tensiones adecuadas a las líneas de transporte.
- ❑ Las líneas de transporte o transmisión
- ❑ Las subestaciones donde el voltaje se baja ajustándose a las líneas de distribución
- ❑ Las líneas de distribución
- ❑ Los transformadores que reducen el voltaje para poder ser utilizado por los consumidores.

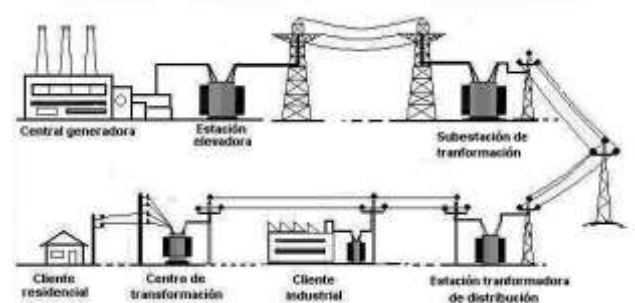


Figura 1. Diagrama de sistema eléctrico

3. Centrales de generación eléctrica.

La generación de energía eléctrica es la parte básica del sistema eléctrico, se encarga de entregar la electricidad a partir de la transformación de una fuente de energía primaria.

El conjunto de unidades generadoras reciben el nombre de centrales o plantas de generación, siendo su función adquirir de una fuente primaria la energía mecánica para convertirla en eléctrica.

En régimen normal, todas las unidades generadoras del sistema se encuentran en sincronismo, es decir, mantienen ángulos de cargas constantes. En este régimen, la frecuencia debe ser nominal 60 Hz o muy cercana a ésta. Los voltajes de generación en nuestro país habitualmente están entre 13,2 y 13,8 KV, dependiendo del tipo de central.

Las centrales generadoras de electricidad también permiten utilizar la energía hidroeléctrica a mucha distancia del lugar de donde se genera. Estas instalaciones utilizan corriente alterna, por la facilidad de elevar o reducir la tensión con transformadores. Permitiendo que cada parte del sistema puede operar con el voltaje apropiado.

Los generadores de la central eléctrica pueden suministrar voltajes hasta unos 26 KV, tensiones mayores no son recomendadas por razones de aislamiento y por el riesgo de cortocircuitos. Recuerden que en Venezuela la generación opera en tensiones cercanas a 13,8 KV. En nuestro país básicamente generamos por dos formas:

- ❑ Generación Hidroeléctrica
- ❑ Generación Térmica

3.1 Generación hidroeléctrica.

Es aquella energía obtenida principalmente de las corrientes de agua de los ríos. El agua de un río se almacena en grandes embalses artificiales que se ubican a gran altura respecto a un nivel de referencia, como se observa en la figura 2.



Figura 2. Represa de Guri

La energía eléctrica generada en las centrales eléctricas, es una instalación que utiliza una fuente de energía primaria para hacer girar una turbina que a su vez, hace girar un alternador, que produce energía en corriente alterna sinusoidal a

voltajes no superiores a 26 Kv, voltajes superiores no son adecuados por las dificultades que presenta su aislamiento y por el riesgo de cortocircuitos y sus consecuencias.

Para estos complejos hidroeléctricos es necesario que existan saltos de agua y ríos de gran capacidad para poder construir una central de generación de este tipo, donde se almacena el agua en grandes lagos por medio de una represa o embalse y progresivamente se va dejando pasar el agua hacia el otro extremo de la represa.

El agua que se va soltando fluye a través de las aspas de una turbina, que esta acoplada a un generador haciéndolo rotar y éste a su vez genera electricidad.

En Venezuela se cuenta con grandes recursos hídricos que han permitido la construcción de grandes complejos hidroeléctricos que surten alrededor del 70% de la energía eléctrica del país. Entre las represas se encuentran:

La central hidroeléctrica Antonio José de Sucre en Macagua I, esta fue la primera construida en los saltos inferiores del río Caroní, localizada a 10 km de su desembocadura en el río Orinoco, en Ciudad Guayana, estado Bolívar. Alberga en su casa de máquinas 6 unidades generadoras tipo Francis, cada una con una capacidad nominal promedio de 64.430 Kw alcanzándose una capacidad instalada total de 370 MW.

La central hidroeléctrica Antonio José de Sucre Macagua II y III es el tercer proyecto hidroeléctrico construido en el río Caroní. Está situado a 10 kilómetros aguas arriba de la confluencia de los ríos Caroní y Orinoco en el perímetro urbano de Ciudad Guayana.

Su capacidad de generación, es de 2.540 MW, se encuentra garantizada por 12 unidades generadoras de 216 megavatios cada una, impulsadas por turbinas tipo Francis.

En el Cañón de Necuima 100 kilómetros aguas arriba de la desembocadura del río Caroní en el Orinoco, se ubica la central hidroeléctrica Simón Bolívar en Gurí, con 10 millones de kilovatios en sus dos casas de máquinas.

Actualmente, es la segunda planta hidroeléctrica de mayor potencia instalada en el mundo, después del complejo binacional de Itaipú ubicada en las fronteras de Brasil y Paraguay.



Figura 3. Generación hidroeléctrica

El desarrollo hidroeléctrico Francisco de Miranda en Caruachi está situado sobre el río Caroní, a unos 59 km aguas abajo del embalse de Gurí. La Casa de Máquinas está constituida por 12 unidades generadoras con Turbinas Kaplan para una capacidad de 2.1960 MW.

El complejo Caruachi, forma conjuntamente con las centrales Gurí y Macagua ya construidas y próximamente Tocomá en construcción, el desarrollo hidroeléctrico del bajo Caroní.

3.2 Generación termoeléctrica.

La energía eléctrica se produce con el uso de combustibles tales como petróleo, carbón o gas que al ser quemados para calentar grandes calderas de agua y producir vapor de agua, éste vapor a alta presión es direccionado contra las aspas de grandes generadores, lo hacen rotar

produciendo la energía mecánica necesaria para ser convertida en energía eléctrica.



Figura 4. Generación termoeléctrica

En Venezuela se cuenta con grandes complejos termoeléctricos que surten alrededor del 30% de la energía eléctrica del país.

El más importante es denominada Planta Termoeléctrica del Centro en la figura 4 se muestra una panorámica de esta central, la cual constituye el mayor complejo de generación de energía eléctrica de la región centro-norte-costera.

Está ubicada en Morón estado Carabobo, debido a las ventajas que presenta dicha zona. Su capacidad instalada es de 2.000 MW.

Es la planta termoeléctrica más grande en su tipo en toda Sudamérica y Centro América. Planta Centro, es una estación térmica que utiliza básicamente agua, aire y combustible residual de alta viscosidad (fuel-oil) como materias primas.

Para convertir en vapor el agua dentro de la caldera, se suministra el aire requerido para la reacción química de oxidación del combustible o combustión propiamente dicha.

El uso del gas para la generación eléctrica, aconsejaron la conversión de las unidades. De las

cinco unidades que posee, una fue convertida a gas y las otras cuatro están en ese proceso para el momento de la emisión de este manual.

Existen otros tipos de formas de generar electricidad entre las que se encuentran:

3.3 Generación eólica.

La energía eléctrica se produce utilizando el viento como fuente de energía primaria, el viento mueve las aspas de una especie de molino y estas a su vez están acopladas a un generador que al recibir la energía mecánica la transforma en electricidad.

La energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores. La capacidad mundial de los generadores eólicos esta alrededor de 238 gigavatios, esto significa que generó alrededor del 3% del consumo de electricidad mundial en el 2011.

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero: Al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles se convierte en un tipo de energía verde.

En la figura 5 se esquematiza como es la generación eólica.

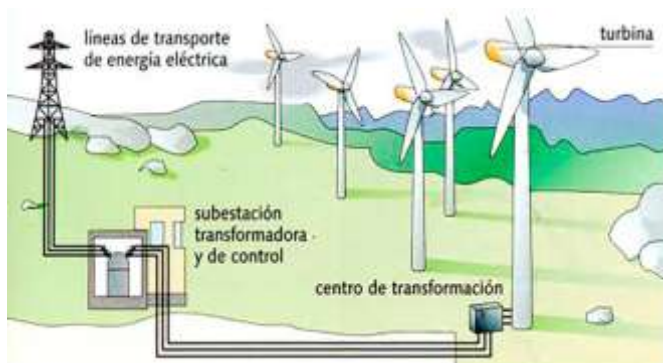


Figura 5. Generación eólica

El principal inconveniente de la energía eólica es la intermitencia del viento. La energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas (o aeromotores) capaces de transformarla en energía mecánica de rotación utilizable. Para que una instalación de aerogeneradores sea rentable, se agrupan en agrupaciones denominadas parques eólicos.

El primer generador eólico se inventó y construyó en 1887 en Cleveland por Charles F. Brush y generaba 12 KW. Actualmente, el primer país en generación de energía eólica es China con 48 Gigavatios frente a los 40 Gigavatios de USA.

3.4 Energía solar.

La generación de electricidad a través de la luz solar es muy distinta a las anteriores, en ella no se produce contaminación, ni se transforma de energía mecánica a eléctrica. Es el recurso energético más abundante del planeta.

El flujo solar puede ser utilizado para suministrar calefacción, agua caliente o electricidad. La electricidad es producida a través de células fotovoltaicas que aprovechan la inestabilidad electrónica de elementos como el Silicio, para provocar, con el aporte de luz solar, una corriente eléctrica capaz de ser almacenada.

Este sistema plantea como problema el excesivo precio que actualmente alcanzan los dispositivos fotovoltaicos.

La energía solar es la energía obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol.

La fuente de energía solar más desarrollada en la actualidad es la energía solar fotovoltaica, según informes de la organización ecologista Greenpeace, la energía solar fotovoltaica podría suministrar electricidad a dos tercios de la población mundial en 2030.

En la figura 6 se esquematiza como es la generación solar.

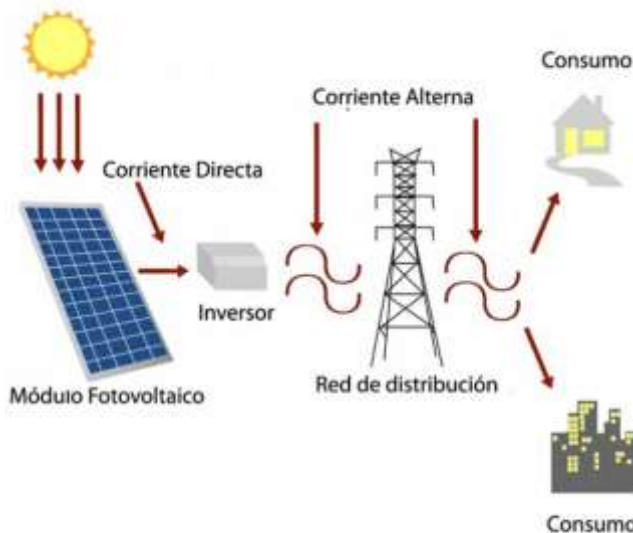


Figura 6 Generación solar

Entre las aplicaciones de este tipo de fuente de energía el archipiélago de Tokelau en Oceanía situado en el Pacífico es el primer territorio del mundo que obtiene toda la electricidad que consume su población a partir de paneles solares.

Así mismo, Ivanpah es la mayor planta de energía solar térmica del mundo, ubicada en el desierto de Mohave, Arizona USA.

3.5 Energía mareomotriz.

La generación de electricidad puede ser obtenida a través la energía mareomotriz, la que resulta de aprovechar las mareas, es decir la diferencia de altura en medio de los mares. Esta generación a través de la energía mareomotriz se basa en la diferencia de alturas que alcanzan las mareas.

La principal desventaja que presenta la generación por energía mareomotriz es el establecimiento de un lugar geográfico apto para confinar grandes masas de agua, así mismo, la instalación de una central mareomotriz solo es posible en lugares con

una diferencia de altura entre marea alta y baja de mayor a 5 metros.

Para construir una central mareomotriz hay pocos sitios en el mundo donde la diferencia de altura entre mareas es mayor a 8 metros. En América solo hay tres sitios: Argentina, México y Canadá

El lugar más idóneo para una central mareomotriz en el mundo es Bahía de Fundy Canada donde las mareas difieren en altura 19,5m y en 1984 se construyó la central mareomotriz en la Bahía de Fundy Canadá y genera 20 MW de electricidad. La primera central mareomotriz se construyó en 1967 Rance Francia, una presa con 24 turbinas generando 24 MW

3.6 Energía geotérmica.

La generación de electricidad puede ser obtenida a través la energía geotérmica. Las centrales geotérmica se alimentan de un pozo de agua caliente que emana de la tierra y a la cual se le reinyecta fría en otro pozo luego de ser empleada.

En la figura 7 se esquematiza como es la generación eléctrica en una central geotérmica.

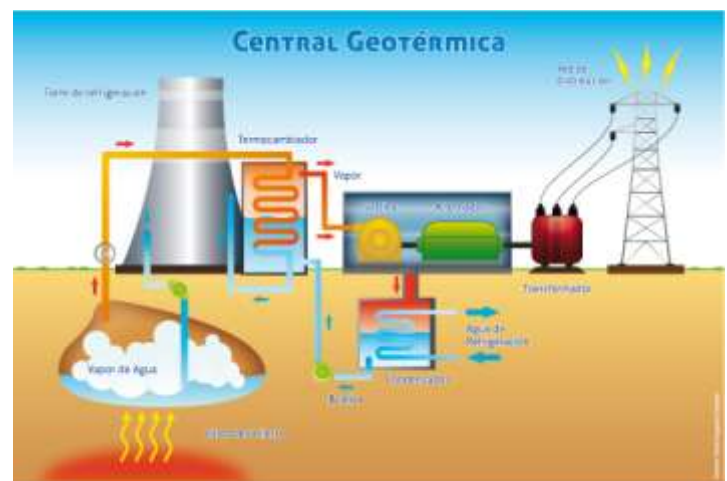


Figura 7 Generación geotérmica

La principal desventaja que presenta la generación geotérmica de electricidad es su bajo rendimiento entre un 11% a 13%.

La primera vez que se utilizó energía geotérmica para generar electricidad fue en Lardello ubicada en Italia en 1904. Los principales países en emplear la generación geotérmica para producir electricidad son Nueva Zelanda, Italia y Japón.

3.7 Generación nuclear.

La Energía Nuclear es la energía que se libera espontánea o artificialmente en las reacciones nucleares, en este caso se utiliza el poder calorífico de la fusión nuclear para producir electricidad.

Entre las ventajas de la Energía Nuclear esta; no produce CO₂ y reduce dependencia del petróleo, su uso garantiza menor daño al medio ambiente evita uso de combustibles fósiles.

Entre las desventajas se cuentan: produce desechos radioactivos de muy difícil eliminación, aumenta la dependencia de los productores de Uranio y de los fabricantes de Uranio enriquecido, otra es que las centrales nucleares demandan un alto costo de construcción y mantenimiento.

En la figura 7 se esquematiza como es la generación de electricidad a través de una central nuclear.

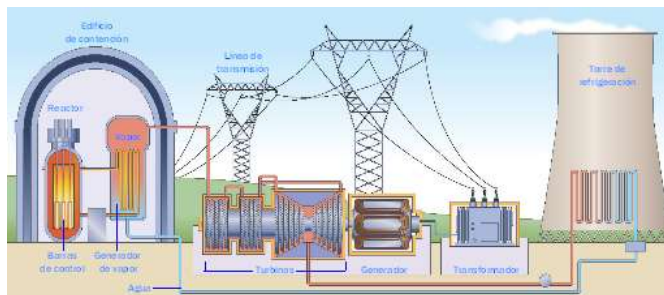


Figura 7. Generación nuclear

En 1956 Gran Bretaña pone en funcionamiento Calder Hall la primera central nuclear comercial en el mundo, esta planta cuenta con una capacidad de generación de 196 MW.

4. Los transformadores que elevan la tensión generada.

Recuerden que en Venezuela la generación opera en tensiones cercanas a 13,8 KV. Posteriormente, este voltaje es elevado a través de transformadores a tensiones comprendidas entre 115 Kv hasta 765 Kv para la línea de transmisión, esta transformación se efectúa debido a que mientras más alta es la tensión en la línea, menor será la corriente y por ende menores serán las pérdidas, ya que éstas son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente.

Para transmitir la energía eléctrica desde los puntos de generación, se requieren de líneas eléctricas, que deben operar a un valor de tensión que sea directamente proporcional a la distancia requerida para su transporte y a la corriente eléctrica necesaria en la carga.

Para llegar a los niveles de tensión para su consumo para las industrias o uso doméstico, es necesario que la tensión de transporte de las líneas primarias, se reduzcan mediante el empleo de transformadores; este proceso de transformación se realiza en varias etapas dependiendo de la distancia entre el punto de generación y el centro de consumo.

En el próximo boletín técnico continuaremos con las líneas de transmisión y distribución.