

7.

GENERACIÓN DISTRIBUIDA: DEMOCRATIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA*

JAMES PAUL VALENCIA QUINTERO**

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.

Fecha de recepción: noviembre 22 de 2007

Fecha de aceptación: abril 23 de 2008

RESUMEN

El concepto conocido como “generación distribuida” (GD) ha cambiado considerablemente las nuevas concepciones de transmisión y distribución de electricidad al acercar las plantas de generación al usuario final, reduciendo la inversión inicial y la infraestructura necesaria para la entrega de la energía además de disminuir las pérdidas en las redes.

La generación distribuida, es una manera de producir energía eléctrica, minimiza las pérdidas debidas al transporte, incrementa la eficiencia, aumenta la confiabilidad del sistema, optimiza el uso de los recursos, disminuye la contaminación ambiental y reduce el tamaño de las plantas.

Todo esto, hace posible que se pueda llevar energía eléctrica de bajo costo a los habitantes de regiones remotas que no forman parte del sistema eléctrico interconectado (Democratización de la energía).

ABSTRACT

The well-known concept: “distributed generation” (DG) it has changed considerably the electricity transmission and distribution concepts bringing near the generation plants to the final user, reducing the initial investment and the necessary infrastructure for the delivery of the energy also diminishing the electric losses in the nets. Distributed generation is a way

* Producto de la investigación por parte del autor en su ejercicio profesional, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

** Magister en Ingeniería Eléctrica Universidad Nacional, paulvalente@unal.edu.co.

of producing energy, minimizing transport losses and enhancing energy efficiency, enhancing system trustfully, optimize the use of the resources, reduce environment contamination and reduce the size of the generation plants.

All of this, make possible carry out cheap electric energy, faraway inhabitants which are not of the electric net system (Energy democratization).

PALABRAS CLAVE:

Generación de energía eléctrica, generación distribuida, pérdidas eléctricas, eficiencia eléctrica, confiabilidad de sistemas eléctricos.

KEY WORDS:

Electric energy generation, distributed generation, electric losses, electric efficiency, electric systems trustfully.

CLASIFICACIÓN JEL:

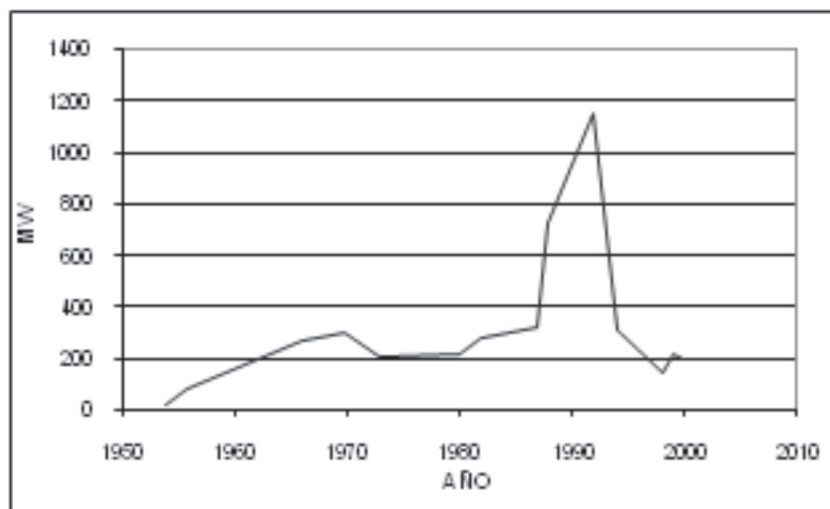
O32, O33, Q42, Q48.

INTRODUCCIÓN

Jeremy Rifkin en su obra *The Hydrogen Economy* dice: “La energía es la fuerza elemental y el medio sobre los cuales se construye toda la cultura humana” [1]. La Generación Distribuida (GD) representa un cambio en el paradigma de la generación de energía eléctrica centralizada. Aunque se pudiera pensar que es un concepto nuevo, la realidad es que tiene su origen, de alguna forma, en los inicios mismos de la generación eléctrica.

En 1878, Thomas A. Edison empezó a trabajar en el alumbrado eléctrico y formuló el concepto de una estación de energía ubicada centralmente (central eléctrica), con un alumbrado distribuido que diera servicio a un área circundante [2]. En los años setentas, factores energéticos (crisis petrolera), ecológicos (cambio climático) y de demanda eléctrica (alta tasa de crecimiento) a nivel mundial, plantearon la necesidad de alternativas tecnológicas para asegurar, por un lado, el suministro oportuno y de

Figura 1. Tamaño medio de las plantas generadoras en Colombia (1955 - 2000)



Fuente: Unidad de planeamiento minero energética, mayo de 2002.

calidad de la energía eléctrica y, por el otro, el ahorro y el uso eficiente de los recursos naturales.

Históricamente ha prevalecido la idea de que un sistema eléctrico eficiente debía basarse en grandes plantas de generación y largas líneas de transporte. Pero esto ya no es cierto. Por ejemplo en Estados Unidos la potencia media de las nuevas plantas ha descendido desde los 600 Mw a mediados de los años ochenta a 100 Mw en 1992 y a 22 Mw en 1998[3]. Como indican los datos anteriores, estamos inmersos en una revolución tecnológica en el sector eléctrico, que se manifiesta por el acelerado desarrollo de la micro generación o generación

distribuida. La figura 1 muestra la misma tendencia en Colombia.

La tecnología disponible para proyectos de GD incluye todo tipo de energías renovables (fotovoltaica, aerogeneradores, mini hidráulica, biomasa, marea motriz, geotérmica y energía por fenómeno de inducción electromagnética y efecto corona), como también de energía convencional (máquinas de combustión interna y microturbinas). Debe añadirse a ésta la tecnología innovativa de las células de combustible y la tecnología de almacenaje como baterías, imanes superconductores y condensadores.

1. GENERACIÓN CENTRALIZADA VS. GENERACIÓN DISTRIBUIDA

1.1 DESVENTAJAS DE LA GENERACIÓN TRADICIONAL

“La generación eléctrica tradicional tiene cinco tipos de problemas: (1) en la construcción y en el

desmantelamiento, (2) en el funcionamiento, (3) en el servicio, (4) en el ambiente y (5) en lo social.

1. La construcción de una gran central es un proyecto a largo plazo con el objetivo de satisfacer la

demanda prevista en el futuro; cada uno de estos proyectos es diferente, exigiendo cada vez un diseño y una construcción exclusiva: se necesitan extensos terrenos, permisos para pasar las líneas de la red por otras propiedades y estudios detallados sobre su impacto ambiental en la región de la instalación. De esto nacen dos inconvenientes: primero añaden más al ya largo tiempo de construcción, segundo provocan reacciones y discrepancias por parte de la población. Hoy en día la oposición a grandes proyectos surge, no solo en los países desarrollados, sino también en los en vía de desarrollo, tales como India y China.

2. La manera como se produce la electricidad, en grandes centrales alejadas del sitio del consumo, obliga a mantener una larga red de transmisión y distribución con los adecuados transformadores para los cambios del voltaje. Este gran sistema necesita para funcionar de una energía que constituye unas pérdidas del sistema. Además, el sistema tiene que mantener algunos de sus componentes siempre en disponibilidad para los casos de emergencia. Usualmente en la generación, esto se consigue teniendo un grupo de reserva, con una capacidad igual al generador más grande que esté operando en el sistema, para que cuando falle uno el sistema siga sirviendo la carga adecuadamente.
3. En los países desarrollados los problemas se identifican con la calidad del servicio y la fiabilidad del suministro. Toda la gente ha sido testigo de caídas de tensión o de apagones del suministro en horas pico o en épocas con

gran aumento de la demanda. Por ejemplo, en verano cuando numerosos aires acondicionados se ponen en funcionamiento a la misma hora del día.

Hoy día, y cada vez más, parte de la vida cotidiana se basa en mecanismos electrónicos u ordenadores, por lo tanto la fiabilidad del suministro de la electricidad es un requisito imprescindible. Los sucesos del 11 de septiembre han demostrado la vulnerabilidad de las grandes plantas de generación a los ataques terroristas, además las pérdidas debidas a cortes en el suministro provocados por los desastres naturales tienden a aumentar por la conjunción de dos factores: la agudización de los fenómenos provocados por el cambio climático y el desarrollo de una sociedad crecientemente informatizada, en la que incluso una leve caída de tensión puede causar grandes costos económicos.

4. La generación eléctrica, aparte de su impacto ambiental en la fase de construcción y de funcionamiento, es el más importante emisor de CO₂ en la atmósfera.
5. Globalmente, hay 1800 millones de seres humanos sin acceso a algún tipo de energía comercial. La mayoría de ellos viven en los países menos desarrollados, donde la infraestructura es insuficiente o no existe. Llevar extensas redes de transporte a áreas remotas o poco controladas puede hacer su mantenimiento y su operación imposible o extremadamente caro. Por lo tanto es muy improbable que proyectos de generación tradicional alcancen a satisfacer las necesidades, continuamente crecientes, de esta gente”.

2. VENTAJAS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

“La generación distribuida responde a los problemas de la generación tradicional. Por lo tanto las ventajas se catalogan en los mismos cinco tipos: (1) en la producción y en la construcción, (2) en el

funcionamiento, (3) en el servicio, (4) en el ambiente y (5) en lo social.

1. La tecnología de la GD es modular y puede ser

producida en masa por la industria, esto significa que sus costos bajarán con la producción masiva, además, una estandarización de los componentes, de la interconexión y de los permisos de instalación facilitará su producción e implementación. La producción en masa hará las unidades de la GD disponibles para comprarlas e instalarlas en un tiempo muy corto.

Aparte de los grandes parques eólicos los proyectos de energía renovable son de pequeña escala, en los que el usuario puede ser desde una empresa generadora hasta una casa residencial. Así, la GD es un modelo donde la energía renovable tiene todas las oportunidades de surgir. El uso de la GD puede difundir más la energía renovable y comunicar sus beneficios ampliamente.

2. Una generación dispersa y basada en las fuentes energéticas locales, diversifica los recursos y aumenta la autosuficiencia de una región. Generadores pequeños interconectados, formando una micro red, pueden ofrecer un servicio fiable ya que la probabilidad de un fallo de todos es muy baja. Cuando uno falla es muy fácil para los otros compartir la carga. Generalmente, la GD hará el sistema eléctrico menos vulnerable a desastres naturales o provocados.

A esto se puede añadir la conveniencia de la GD para proyectos de cogeneración. Una gran parte de la energía primaria se consume para producir calor ya sea en las residencias o en la industria. Debido a que la generación distribuida está en el sitio del consumo, facilita la explotación del calor que en otros casos se rechazaría. Casi toda la tecnología de la GD permite los proyectos de cogeneración. Hay tecnologías de turbinas de gas y células de combustible que son adecuadas para proyectos de ciclo combinado. Así, en los proyectos de la GD hay un aumento de la eficiencia.

3. La decisión de uso de la GD por una empresa eléctrica, le ayuda a afrontar los problemas del

aumento de la demanda en regiones urbanas o rurales, donde la distribución es restringida. Así, el uso de la GD por parte de la empresa permite, evitando costos extensos y obras largas, suministrar la demanda. Si se usa la GD como reserva, puede aliviar la carga de la red en horas pico. El uso, finalmente, de la GD por empresas eléctricas o consumidores disminuye drásticamente las pérdidas de energía en el transporte y la distribución.

4. El uso de las energías renovables, donde sea posible, el aumento de la eficiencia, la disminución de las pérdidas del transporte, la posibilidad del uso de combustibles renovables o menos contaminantes tal como el gas natural, convierten la GD en un importante contribuidor de la disminución de los impactos ambientales.

En general, se puede decir que los proyectos de GD se enfocan a un mayor desarrollo sostenible. Comparado con la producción de energía eléctrica en estaciones centrales, la generación por electricidad distribuida produce menos contaminación y es más confiable y eficiente energéticamente. Por ejemplo, la generación distribuida elimina las pérdidas de electricidad en cerca de un 8%, que ocurren cuando la electricidad se desplaza desde la estación central a través de las líneas de transmisión hasta el lugar de consumo.

Adicionalmente, la generación distribuida alimentada a gas permite obtener electricidad de alta calidad necesaria en aplicaciones de alta tecnología y da al consumidor un mayor control sobre el consumo de su energía".

2.1 DEMOCRATIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

1. En los países menos desarrollados la GD puede ser el nuevo paradigma para satisfacer rápidamente y con eficacia la creciente demanda. Al contrario de la generación tradicional, la GD puede suministrar energía casi inmediatamente,

o bien donde esta se necesita urgentemente o a regiones remotas. La GD, mucho mas barata que la energía eléctrica producida a partir de combustibles fósiles como el diesel, hace posible con inversiones pequeñas alcanzar gradualmente grandes objetivos. Generalmente, la GD es un modelo que se adapta a las condiciones locales y sobre todo puede gestionarse y mantenerse en la sociedad.

Tabla 1. Costo inicial según tecnología

Tecnología	Costos iniciales de instalación (U\$/Kw)
Combustión interna	200 - 350
Turbinas de gas	450 - 870
Celdas de Combustible	3000
Sistema Fotovoltaico	6600
Eólico	1000

Fuente: ABB Revista 3/2000. Jones y Petrie.

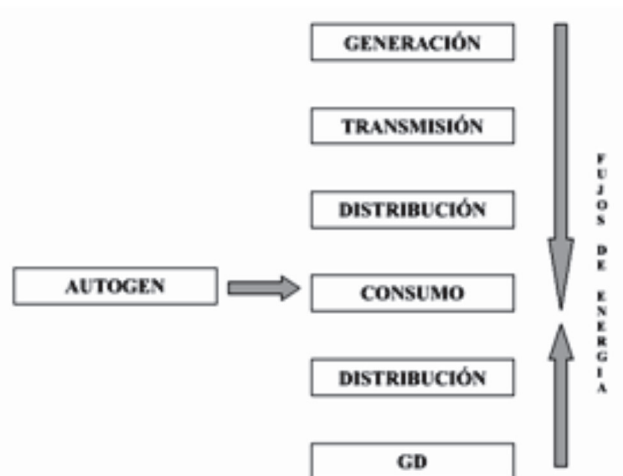
La oportunidad de que los consumidores se vuelvan productores, provocará un cambio en el sistema social. La toma de decisión se trasladará a grupos sociales más amplios convirtiendo todo el proceso de la producción de energía, en más transparente y democrático. La repercusión de este cambio será un sistema eléctrico en que las inquietudes culturales, ambientales o económicas de los diferentes grupos sociales se tomarán en cuenta, convergiendo a las soluciones más adecuadas y ampliamente aceptadas. Además, la GD favorece el desarrollo de localidades o de áreas rurales, creando puestos de trabajo. En cuanto al punto de vista social, la GD puede hacer de la producción de la energía un asunto de toda la sociedad y redistribuir los grandes ingresos de la industria eléctrica, promoviendo la igualdad social.

La GD aparece como un nuevo paradigma para la producción de electricidad por todo el mundo. Los

países menos desarrollados tienen la oportunidad de adaptar este modelo sin pasar previamente por el tradicional. En los países desarrollados los beneficios de la GD se distribuyen tanto a las empresas eléctricas como a los consumidores. La primera puede evitar inversiones para mejorar la red de transporte y de distribución, en cuanto a los segundos tienen la capacidad de convertirse en productores. Esto provocará grandes cambios en el sistema social, ampliando el número de las personas que tomen decisiones sobre la producción de energía y el reparto de una parte de los ingresos del sector a más gente.

2.2 TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

Figura 2. La nueva concepción de la industria eléctrica



Fuente: Tesis de pregrado. Ingeniería Eléctrica. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

En la figura se muestra la tendencia de la industria eléctrica, y la manera como intervendría la generación distribuida; en este nuevo esquema, una parte de la energía demandada es proporcionada por los generadores centrales convencionales, mientras que otra es producida mediante GD.

Se diferencia en el esquema la autogeneración de energía, es decir aquellos casos en que un

consumidor produce energía eléctrica para sí mismo, aunque se considera también como GD.

2.3 CALIDAD DE LA ENERGÍA

En términos generales, al implementar proyectos de GD lo que se busca es aumentar la calidad de energía, entendiendo por esto: contar de forma ininterrumpida con la energía eléctrica, con sus adecuados parámetros eléctricos que la definen acordes a las necesidades, esto es voltaje, corriente y frecuencia, entre otros.

La mayoría de las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica alcanzan una

confiabilidad del 99.9% o de “tres nueves”, equivalentes a 8.7 hora al año fuera de servicio. Sin embargo, la alta tecnología en los procesos en producción y empresas de servicio demandan una mayor confiabilidad, inclusive de hasta seis y nueve nueves, equivalentes a tiempos fuera de servicio al año de tan sólo 32 segundos y 0.03 segundos, respectivamente.

Al respecto, cabe mencionar que en Estados Unidos el costo de las pérdidas por fallas en el suministro de energía es del orden de 119 mil millones de dólares al año, y para el caso de América Latina, de entre 10 y 15 mil millones de dólares anuales.

CONCLUSIONES

Es notable la evidencia de que ciertos factores, determinantes de la dinámica de los SEP (sistemas eléctricos de potencia) presentan variantes sustanciales respecto al pasado, en estas condiciones y teniendo en cuenta la magnitud del mercado eléctrico, sus agotadas posibilidades de explotar un recurso natural concentrado (en caso de ausencia de inversión privada), la capacidad del mercado de capitales y el acelerado avance tecnológico en la mejora de la eficiencia y el control eléctrico de los nuevos generadores, se presenta un marco más que

promisorio para aventurar una nueva configuración eléctrica en el SEP nacional a partir de sistemas de generación distribuida.

Para las zonas apartadas y no interconectadas con las redes de transmisión, la generación distribuida se constituye en una alternativa viable, de bajo costo, poco o nada contaminante que permitirá el acceso de los pobladores a la energía eléctrica, mejorando su nivel de vida y contribuyendo al desarrollo de estas regiones.

BIBLIOGRAFÍA

BARRERA, William y otro (2004). Estudio del marco regulatorio para generación distribuida en Colombia. Tesis de pregrado. Ingeniería Eléctrica. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

DIOLETTAS S. y otros. Las ventajas de la generación eléctrica distribuida. Escuela Superior de Ingenieros Industriales - Universidad Politécnica de Cataluña.

DUNCAN, Glover (2004). Análisis y diseño de sistemas de potencia. tercera edición, Editorial Thomson.

GARCÍA, Pedro (2000). Tecnologías energéticas e impacto ambiental. Editorial Mc.Graw Hill. Laboratorios Ciemat. España.

PUTTGEN, H. (2001). "Restructuring and regulation of the U.S. Electric Utility Industry". IEEE Power Engineering Review, 21 - 2, pp. 8 - 10.

WAYNE, Shirley (2001). Distribution System cost. Methodologies for distributed generation.

RIFKIN, Jeremy (2002). The Hydrogen Economy. The Creation of World Wide Energy Web And The Redistribution of Power on Earth.

WILLIS, H. Lee (2000). Distributed Power Generation. Marcel Decaer Inc.