



ENERGÍA & MECÁNICA

REVISTA TÉCNICA DEL CAPÍTULO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y MECÁNICA ELÉCTRICA - CIP / N° 45 - 2014



HIDROENERGÍA - ENERGÍAS RENOVABLES - TECNOLOGÍAS - SEGURIDAD ELÉCTRICA - MEDIO AMBIENTE

MICROREDES CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA

BASADA EN ENERGÍAS
RENOVABLES PARA LA
ELECTRIFICACIÓN RURAL

Ing. Jaime E. Luyo

Según el Banco Mundial (WB, sigla en inglés) y la Agencia Internacional de Energía (IEA, sigla en inglés), durante el periodo 1990-2010 se han producido notables avances para reducir la pobreza energética en el mundo ya que, un estimado de 1,700 millones de personas fueron beneficiadas con la electrificación, mientras que 1,600 millones de personas también aseguraron el acceso general a combustibles no-sólidos y menos contaminantes. El déficit de electricidad está relacionado a 1,200 millones de los cuales el 85 por ciento pertenecen al sector rural y, aquellos que usan combustibles sólidos para cocinar son 2,800 millones de personas con el 78 por ciento en las zonas rurales.

En el país, de acuerdo con los resultados del censo del año 2007 se tienen los siguientes valores de electrificación: Nacional 74.1%, Urbano 89.1% y Rural 29.5%. Según el Ministerio de Energía y Minas (MEM), al finalizar el año 2012, se han estimado las siguientes coberturas: Nacional 87,2% y Rural 63%; estos niveles incluso son más bajos que la media de electrificación sudamericana. Además, cerca de tres millones de pobladores rurales no tienen acceso a fuentes de energía moderna para luz y calor.

Entre los factores que inciden en el muy bajo coeficiente de electrificación rural en el Perú están: la lejanía y poca accesibilidad de sus localidades, el consumo unitario reducido, poblaciones y viviendas dispersas, bajo poder adquisitivo de los habitantes, no existe suficiente infraestructura vial, encontrándose aislados. Tampoco cuentan con infraestructura social básica en salud, educación, vivienda, saneamiento, obras agrícolas, etc... Por su baja rentabilidad económica, los proyectos de electrificación rural no son atractivos a la inversión privada y requieren de la intervención activa del Estado; sin embargo, estos proyectos tienen una alta rentabilidad social, ya que reduce la pobreza energética y posibilita la inclusión energética, social y económica de las poblaciones aisladas, con impacto positivo en la educación, salud, comunicación con el mundo, salud, y la activación de proyectos productivos.

A nivel internacional, esta problemática de la pobreza energética en las poblaciones aisladas y localizadas en zonas rurales; se están estudiando y desarrollando nuevas soluciones tecnológicas como las Microredes con Generación Distribuida, y que particularmente en



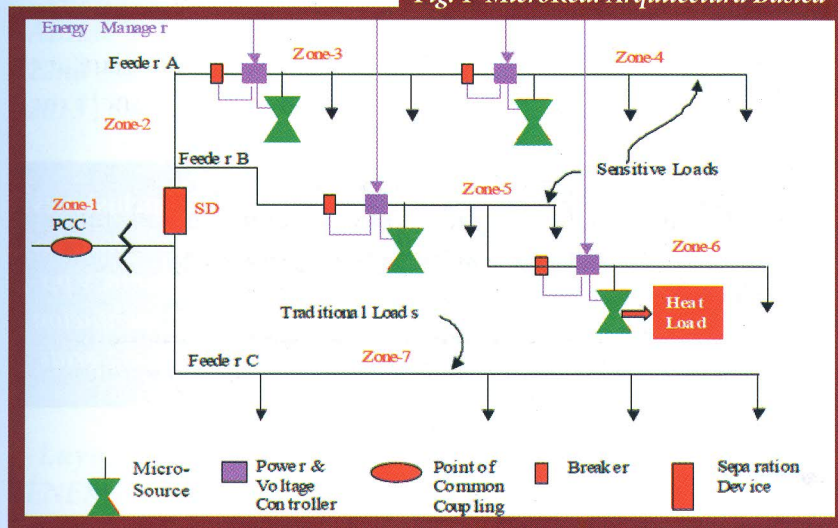
nuestro país con una difícil geografía se podrían implementar ventajosamente.

Las Microredes y la Generación Distribuida:

Las microredes (MR) son versiones más pequeñas de las redes eléctricas, sin embargo, se diferencian de las redes eléctricas convencionales, posibilitando una mayor proximidad entre la generación de energía y el usuario final, lo que resulta en aumento de la eficiencia y la reducción de pérdidas de energía en la transmisión eléctrica y por lo tanto de los costos. Las micro-redes también se pueden integrar con fuentes de energía renovables (ER) como la solar y eólica, hídrica, y biomasa mediante la tecnología de generación distribuida. El uso de energías renovables también posibilita el almacenamiento de energía en periodos fuera de la demanda pico. Mejora la seguridad energética ya que pueden operar autónomamente (aisladamente) y, cuando estuvieren conectadas a una red principal, tiene la ventaja de operar con independencia en caso de interrupciones potenciales de la red principal tales como: apagones y caídas de tensión, también se consideran beneficios especialmente para aplicaciones críticas que se ejecutan en los hospitales y bases militares localizadas en la frontera. También, es una aplicación para las zonas rurales aisladas en el territorio peruano.

La generación distribuida (GD) se considera el resultado de la liberación del mercado de electricidad que antes de la década de 1990 estaba conformado por monopolios estatales en la mayoría de países, particularmente en Latinoamérica, es decir, el sector eléctrico estaba integrado verticalmente con enfoque top-down. Es un nuevo cambio de paradigma está dando paso a un enfoque bottom-up, surgiendo la DG como un principio tecnológico emergente donde una red de distribución se puede cambiar de un función pasiva a una arquitectura activa para adaptarse a la necesidad de los clientes, como generalmente sucede en los países en desarrollo donde la dirección del flujo de electricidad tiene un solo sentido desde la generación hacia la red de distribución, en este nuevo paradigma el flujo eléctrico puede tener doble sentido debido a la GD. Siempre y cuando los recursos de ER son más comunes en zonas rurales que en los dominios urbanos, tecnologías de energías renovables como de la energía de biomasa, solar fotovoltaica, aerogenerador sistemas de energía, pilas de combustible, microturbinas y otros pueden ser implementado de las zonas rurales con sistemas de GD es un proyecto rentable debido al hecho de que sólo se necesitan infraestructuras de generación y distribución, y no de transmisión para enviar energía a los consumidores rurales.

Fig. 1 MicroRed: Arquitectura Básica



En el caso de que existiera conexión con la red principal, la MR puede desacoplarse cuando se produzca una falla o interrupción eléctrica en este sistema mediante un interruptor automático en PCC; manteniéndose la continuidad del servicio en la MR funcionando como una "isla". (Ver Fig. 1).

En la China, en la escuela de ingeniería de la Wuhan University se está estudiando las aplicaciones de las MR y GD desde el 2011, en USA, en el Berkely National Laboratory se están estudiando desde el 2006 la aplicación de MR con ER para la electrificación rural; expertos del Banco Mundial están evaluando desde el 2008 el impacto de la electrificación rural en

el bienestar de la población; hay diferentes iniciativas en la India, Malasia, Vietnam para la introducción de las MR y GD para la electrificación rural. En el Perú, no se ha realizado aún proyecto de investigación y desarrollo para la introducción de estas nuevas tecnologías; que puede ser una alternativa a la tecnología de electrificación tradicional, con mayores beneficios para la electrificación del sector rural peruano.

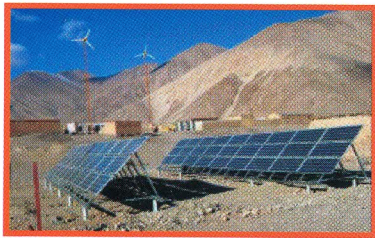
Technology	Advantages	Shortcomings
Small RE individual power plants 	• High flexibility. • Easy to move and share • Load is managed by the user on a day to day basis • Black outs affect only one user	• Limited surge power capacity • Maintenance and repair service complex to organize in rural areas • Monitoring individual plants can be expensive and difficult
Micro grid fed by RE/ Hybrid power plant 	• Improved quality (surge power, load shedding, etc) • Lower investment for compact villages • Efficient maintenance • With genset backup: Power supply also during unfavourable weather conditions	• Higher technological and organizational complexity • If there is a plant failure, everybody is cut off • Social rules required to distribute energy availability • Local management required

Fig.2 Comparación entre MR y Soluciones individuales

Conclusiones

Este nuevo paradigma, además de ser adaptable para las zonas rurales, es también extensivo al sector urbano, y posibilita mejorar la seguridad eléctrica y la implementación progresiva de las Smart grids.



JAIME E. LUYO

Graduado con "Distinción Unánime" en la UNI, Doctor en Economía en UNMSM, Master of Science, Rensselaer Polytechnic Institute, USA. Coordinador Académico responsable del Doctorado en Energética y Profesor de Posgrado de la UNI. Mención Honrosa del Premio Graña y Montero a la Investigación en Ingeniería Peruana 2010. Primer Premio del X Congreso CONIMERA y del VI CONIMERA. "Ingeniero del Año", 1996. Libros: "El Sector Energía en Perú: Reformas, Crisis, Regulación e Integración Regional"(2012); "La Seguridad Energética, Un Reto para el Perú en el Siglo XXI" (2008), y "Teoría de Control Automático" (2005). Registrado en "Who's Who in Science and Engineering": USA. Member, Editorial Board of the American Journal of Energy Research; Referee, Science and Education Publishing, USA. Ha sido Director de Planificación de la UNI, y Decano de la UNMSM.

Referencias

- EIA. *International data for electricity. Energy Information Administration, U.S. Department of Energy*. 2010.
- Costa P.M., Matos M.A. and Pefas Lopes f.A. *Regulation of microgeneration and microgrids. Energy Policy*, 2008.
- Luyo, f.E., ABOUT THE ENERGY SUSTAINABILITY OF PERU, paper presented at the 22nd World Energy Congress, October 13-17, 2013, Daegu, South Korea.
- Morais H., Kádár P., Paria P., Vale Z.A. and Khodr H.M. Optimal scheduling of a renewable microgrid in an isolated load area using mixed integer linear programming. *Renewable Energy*, 2010.
- Luyo, f.E., DESEMPEÑO ECONÓMICO, ENERGÉTICO Y AMBIENTAL DEL PERÚ, Revista "Observatorio de la Economía Latinoamericana": No 182, Univ. Málaga, España, abril, 2013.
- Chris M. Giri V. Microgrids in the evolving electricity generation and delivery infrastructure, *IEEE Power Engineering Society General Meeting*. 2006.
- Ali Al-Hakim; Goh Ming Rui Marie; et al., A Study for the Implementation of Microgrids and a Case study of Bihar- India, Imperial College of London, 2011.
- Stadler Michael, Chris Marnay, Nicholas DeForest, Joe Eto, Gonfalo ardoso, Web-Based Economic and Environmental Optimization of Microgrids, Berkely National Laboratory, January 2012.
- Luyo, f.E., WHAT ARE THE CHALLENGES FACING WIND SECTOR DEVELOPMENT?, Revista InterAmerican Dialogue, Washington D.C., October 2012
- Mohammed Yekini Suberu, Nouruddeen Bashir, Ogundola Matthew Adefemi, Umar Usman, Renewable Energy Distributed Electricity Generation and Microgrids Implementation in Rural Villages, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, February 2013.
- Stadler Michael, Chris Marnay, Donadee, Judy Lai, Olivier Mégel, Prajesh Bhattacharya, Afzal Siddiqui, Distributed Energy Resource Optimization Using a Software as Service (SaaS) Approach at the University of California, Davis Campus; Berkely National Laboratory, February 2011.
- Deng Changhong, Optimal sizing of Distributed Generations in Microgrid Systems, Wunan University, China, 2011.
- Pricewaterhouse Coopers LLP, The Future of Microgrids. Their Promise and Challenges, July 2012.