

Caracterización energética preliminar de la UTM de cara a su optimización

Maria Gabriela Intriago Cedeño¹, Yolanda Llosas Albuerne¹, Pedro Marques², Marcos Dávila¹

¹Universidad Técnica de Manabí, ²Instituto Politécnico de Leiria

maga.in23@hotmail.com, yllosas@utm.edu.ec, marques@ipleiria.pt, mdavila@utm.edu.ec,

Abstract— The work is based on the application of agents software theory to improve the supervisory system of installations. It uses the theory of BDI architecture (Beliefs – Desires - Intentions) for agents programming. Also was used the UML (Unified Modelling Language) for designing the actions of agents and their interaction with the surrounding environment. Furthermore is employed in Supervisory System development in Siemens WinCC flexible package programming, through which facilitate communications with PLCs and the process for obtaining the variables to modify in the system for different operating conditions with the help of intelligent agents. Later this created system was used to record the behaviour of the system to different input signals and disturbances. The importance of this work deal with the introduction of intelligent agents in supervisory systems opens the door to integration of new IT developments.

Index Terms— Agentes inteligentes, sistemas multiagentes, control y supervisión, renewable energy

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo y la aplicación de las tecnologías utilizadas para la generación de electricidad a partir del aprovechamiento de los recursos naturales presentes de forma infinita en el mundo y la eficiencia energética en los sistemas eléctricos, requiere del conocimiento previo del marco regulatorio nacional que ampare las fuentes renovables de energía, de datos estadísticos que sustente su crecimiento en el mercado, además del análisis de proyectos que sirvan como guía para los futuros que se vayan a ejecutar, de conceptos específicos y características funcionales de las tecnologías utilizadas.

Según lo expuesto en (Asamblea Nacional, 2010), el servicio eléctrico como servicio público se encuentra refrendado en la Constitución de la República del Ecuador y según lo establecido en el artículo 314, señala que el Estado será responsable de abastecer al pueblo ecuatoriano con energía eléctrica. Además, especifica que administrará todo en cuanto a su generación, transmisión, distribución y suministro, a partir de fuentes convencionales. Sin embargo, es claro palpar que el aprovechamiento de fuentes de energía no convencionales queda fuera, es decir no se considera ninguna política energética que permita establecer soluciones sostenibles para la sociedad mediante el aprovechamiento de los recursos naturales. A raíz de esta falta de política energética en el país,

(Cedeño, 2016) ofrece un análisis crítico sobre la evolución del marco regulatorio de fuentes de energía renovables a nivel internacional, resaltando las ventajas obtenidas en varios países al desarrollar y emprender proyectos amparados en la reforma del marco regulatorio. Estos fundamentos permitirán la elaboración de un cuerpo legal aplicable para el Ecuador con el fin de proteger el aprovechamiento adecuado de las energías renovables.

A pesar de la falta de políticas energéticas que incluya el aprovechamiento integrado de las fuentes de energías renovables y por consiguiente su uso descentralizado, el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017 (SENPLADES, 2013) en el capítulo 5.1.4. Matriz productiva y Sectores Estratégicos expresa como solución que: “Paralelamente a la ejecución de grandes proyectos hidroeléctricos, en el 2030 la oferta de electricidad se complementará con la implementación de pequeños proyectos de generación de energía con fuentes renovables tales como: la fotovoltaica, la eólica, la biomasa y la hidroelectricidad en zonas cercanas a los consumidores, y con esquemas de gestión participativa de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, las organizaciones comunitarias y el sector privado. De ser posible la ejecución de estos proyectos en el país se obtendrían grandes beneficios, no solo en la matriz energética, sino que generaría beneficios sociales, económicos y ambientales a las comunidades, así como también presentaría ventajas al optimizar el uso de recursos naturales y presentar una disminución de pérdidas en los sistemas eléctricos de transmisión.

Las barreras que podrían frenar la puesta en marcha de estos proyectos serían las mismas con las que se han enfrentado algunos países de Latinoamérica según el autor (Jorge Gonzalez, 2008), quien plantea que, a pesar de contar con los recursos naturales necesarios para sacar adelante la generación distribuida no se ha logrado incrementar lo suficiente la contribución de las energías renovables en la matriz energética a causa de una serie de variables como son las barreras políticas, legales, administrativas, económicas, financieras y técnicas. Según el análisis que presenta (Cedeño, 2016), en varios países la planificación de las energías renovables en la matriz energética es pobre, en el caso de Ecuador la fuente renovable convencional mediante el aprovechamiento hidráulico se ha desarrollado en gran magnitud, sin embargo, la participación de las demás fuentes es menesterosa y en el caso de la no convencional es nula.

Al no existir un adecuado marco jurídico que regule el aprovechamiento de las energías renovables, las empresas de

servicios públicos poseen el control prácticamente absoluto sobre la producción y distribución de electricidad, lo que conlleva a que los productores independientes no realicen inversiones en proyectos de energías renovables, además que el vender esta energía bajo acuerdos de compra de electricidad no sea rentable.

II. DESARROLLO

Muchas otras barreras que expone (Cedeño, 2016) tienen que ver con las normativas que privilegian más al sistema centralizado que a la generación distribuida. Los subsidios que se les da a la electricidad generada a partir de energía fósil es también un factor que no permite impulsar el desarrollo de las ER, en la actualidad en Ecuador se establece el pago de la tarifa eléctrica fijando el precio del kWh para el sector residencial entre 0,10 y 0,11 centavos de dólar y para el sector institucional en 0,07 centavos. Sin embargo, el costo real del kWh para la provincia de Manabí donde la generación de electricidad es básicamente térmica, oscila entre 0,40 y 0,50 centavos. Con esto se tiene como conclusión que, para las provincias cercanas a los puntos de generación, que en gran mayoría es hidráulica se puede considerar que el costo de la energía es económico, pero no ocurre lo mismo para las provincias situadas a gran distancia de las hidroeléctricas, pues además de tener el costo por generación se tiene también el costo de transporte.

Varios países europeos que encabezan la puesta en vigor de normas que a manera de marco regulatorio favorecen y promueven la introducción de las ER en la diversificación de la matriz energética, (Cedeño, 2016) menciona a Alemania como líder en el desarrollo fotovoltaico, a Noruega y Suecia como promotores de certificados verdes en el comercio. Los países en América Latina como ya se mencionó anteriormente, presentan mayor dificultad en el desarrollo de las fuentes de ER, sin embargo según (González J, 2008), Argentina, Uruguay, República Dominicana, El Salvador, México, Colombia, Cuba y otros han decidido solventar estos obstáculos promulgando un marco regulatorio específico estableciendo decretos e incentivos que favorezcan el crecimiento de un sistema sostenible y sustentable que optimice los recursos naturales mediante la generación de energía eléctrica utilizando los recursos inagotables presentes en la biosfera. Para continuar con el apoyo y fortalecer cada vez más la implementación de proyectos de generación con fuentes de ER, la Agencia Internacional de Energía (AIE), estableció mecanismos que estarán encaminados a retirar progresivamente los subsidios a los combustibles fósiles, a establecer objetivos de cumplimiento obligatorio para las fuentes de ER, proporcionar beneficios y estabilidad para los inversionistas en estas fuentes, garantizar y priorizar el acceso a la red a los generadores que usen fuentes renovables y por último elaborar normativas estrictas de eficiencia energética en las diferentes cargas conectadas a la red.

(Cedeño, 2016) cita a Países de Latinoamérica que adoptaron medidas en función a incentivar las fuentes de ER, por ejemplo: Argentina promueve la remuneración en hasta (0,15 \$/kWh) generado por sistemas eólicos instalados; a Brasil que ha implementado desde el 2002 el Programa PROINFA, que prevé incentivos a las FRE; a Chile que desde el 2004 posee la Ley

Eléctrica, que está dirigida a incluir incentivos que impulsen la introducción de proyectos con fuentes renovables de energía; a Costa Rica quien desde 1994 se promulgó una ley que incentiva la inversión en las FRE y por último Perú que en el año 2008 estableció incentivos para el desarrollo de las Fuentes Renovables de Energía.

A raíz del análisis que hace el autor (Cedeño, 2016) a las barreras, a los incentivos y a las políticas de países europeos y Latinoamericanos, menciona que sin un marco regulatorio específico para las ER resulta muy difícil lograr transformar la matriz energética ecuatoriana por ello se deberían adoptar mecanismos de apoyo vigentes hasta el año 2020 y deben estar encaminados a: reducir la participación de la electricidad generada con base al petróleo, hasta un máximo del 40% del aporte total de energía, ampliar hasta un 60% la participación de las energías renovables en el aporte total de EE, asegurar el incremento gradual de la participación de la energía solar fotovoltaica conectada a la red de BT en el modo de la generación distribuida, en el aporte total de electricidad, de forma tal que se logre reducir las pérdidas, elevar la eficiencia, mejorar el perfil de tensión en las líneas donde se conecte la tecnología, ahorrar petróleo y disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera, garantizar la participación de la energía eólica de pequeña potencia, en los sitios identificados con potencial de viento aprovechable con dichas tecnologías, dar paso al reconocimiento jurídico de los productores independientes privados de energía a costa de la utilización de las fuentes renovables no convencionales, dar acceso a la red garantizado y prioritario, para los suministradores independientes de energía que usen fuentes renovables, disponer una tarifa especial para el pago de la energía a los suministradores independientes, que constituya un estímulo a la inversión en fuentes renovables, impulsar y priorizar el financiamiento de proyectos enfocados al estudio y la investigación de los potenciales de fuentes renovables de energía, especialmente la geotérmica, mareomotriz y biomasa. Especialmente estimular el desarrollo de las investigaciones en las universidades del país, de manera que en cada lugar se investigue el aprovechamiento del recurso energético de que se disponga y se propicie el desarrollo equilibrado de las diferentes regiones del territorio nacional, impulsar y priorizar el financiamiento de proyectos dirigidos a la asistencia tecnológica, para el aprovechamiento de la energía primaria contenida en las fuentes renovables, para el calentamiento de fluidos, bombeo de agua, secado de productos y otras necesidades energéticas, elaborar y poner en práctica en el territorio de la provincia, una normativa estricta de eficiencia para el consumo energético de todos los equipos electrodomésticos, edificios y vehículos, paralelamente propiciar la creación de estrategias de transporte sustentable. Para el año 2001 según (Goldemberg, 2007) el consumo mundial era aproximadamente del 80% de energía fósil, lo que equivale a 10,2 billones de toneladas de petróleo, el petróleo estaba presente con el 35 %, el carbón con el 23 % y el gas natural con el 22%, la energía nuclear también presente en un pequeño porcentaje en la contribución de energía no renovable estaba presente con un 7 %. Para ese año las fuentes de ER contribuían con apenas el restante 13 %, donde el 5 % lo

cubría la biomasa, el 4 % la hidroeléctrica y el restante 4 % entre la solar y eólica.

Con el pasar del tiempo la realidad que se presentaba años atrás se tornó hacer historia, pues para el 2015 según los datos presentado por (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK, 2016), las fuentes de ER tuvieron un notable crecimiento, pues contó con las mayores incorporaciones de capacidad mundial instalada para el sector eléctrico, calefacción y enfriamiento, transporte y otros. Su crecimiento fue impulsado por el aumento de rentabilidad de tecnologías renovables, iniciativas políticas, financiamientos, seguridad energética y políticas ambientales. A raíz del evento realizado en París, la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, la gran mayoría de países se comprometieron a incrementar el uso de las ER y la eficiencia energética, 189 países presentaron sus propuestas, 147 mencionaron las ER y 167 señalaron la eficiencia energética.

La inversión mundial alcanzó un nuevo récord, pese a la caída del precio de los combustibles fósiles se pudo observar el aumento en el número de bancos activos dentro del sector de las ER, los inversionistas buscaron créditos más altos incluso a costa de correr un riesgo mayor. La bibliografía (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK, 2016) presenta como datos estadísticos que para el año 2015 las inversiones en electricidad y combustibles fue de 285,9 mil millones de dólares, que en cuanto a electricidad la capacidad total instalada de energía renovable fue 1849 GW, incluyendo hidráulica con 1064 GW, eólica 433 GW, solar fotovoltaica 227 GW, solar térmica 4,8 GW, bioenergía 106 GW y geotérmica 13,2 GW, según el análisis que se presenta en este artículo en el mundo entero suma más la capacidad de electricidad renovable al año que la capacidad de todos los combustibles fósiles combinados. Gracias al aumento de generación con fuentes de ER aumentó también el empleo registrándose un estimado del 5%, es decir se abrieron 8,1 millones de puestos de trabajos directos e indirectos.

Según (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK, 2016), el 17 % de la población mundial vive sin electricidad, la gran mayoría se encuentra en la región de Asia-Pacífico y en el África subsahariana. Gracias a los avances tecnológicos y al apoyo gubernamental los sistemas ERD han aumentado progresivamente, ocasionando que el porcentaje de la población sin electricidad disminuya considerablemente, para mediados del 2015 se habían vendido cerca de 44 millones de productos pico-solar fuera de la red en todo el mundo, a términos del año eran 70 países los que contaban con cierta capacidad instalada de generación de energía solar fotovoltaica distribuida, además varias mini redes estaban en funcionamiento en Camboya, China, India, Marruecos y Mali. La implementación de los sistemas de ERD fue respaldada por incentivos fiscales, subastas, metas de electrificación, esfuerzos específicos como de exención al IVA y derechos de importación.

La importancia de hacer énfasis en las actividades de eficiencia energética no se ha quedado atrás, pues dentro de las políticas energéticas juega un papel importante ya que su integración reducirá emisiones relacionadas con energía, tendrá

beneficios económicos, mejorará la seguridad energética y reducirá la pobreza en los combustibles. Según la bibliografía revisada, menciona que en las últimas décadas la intensidad de energía mundial ha decrecido en algunos sectores como el transporte y la industria, además señala que en el sector de construcción los revestimientos de los edificios se están construyendo con materiales cada vez mas eficientes lo que se traduce en mejor rendimiento energético, estos avances reflejan el incremento de las inversiones. Cada vez es mayor el número de países que establecen objetivos de eficiencia energética y adoptan por nuevas políticas y legislaciones.

Por la falta de medios para el suministro de electricidad es que tantas personas no tienen acceso a este servicio, (Lopes, 2017) en su estudio titulado electrificación rural en África Subsahariana, plantea cuatro métodos para permitir el acceso de electricidad a zonas rurales, el primero es la expansión de la red eléctrica nacional, segundo la linternas portátiles y sistemas pico-solar, luego los sistemas solares domésticos y por ultimo las mini-redes. El expandir la red eléctrica no es una buena opción en lugares donde los sistemas eléctricos de potencia no cuentan con la capacidad instalada necesaria para satisfacer la demanda, ya que al extender las redes simplemente se empeoraría la situación, pues se debería aumentar la producción de electricidad. Considerando las condiciones del terreno la expansión de las redes eléctricas solo amerita siempre y cuando la demanda sea elevada, lo que no sucede comúnmente en las zonas rurales, por ello este método no es la mejor solución. El segundo método son las linternas solares portátiles y los sistemas pico solar, las linternas son utilizadas para iluminación y cuentan con tres componentes: modulo FV, batería y una lampara LED, estos sistemas varían de 2 a 10 W, los sistemas pico-solares son idénticos a las lamparas solares excepto por el modulo FV que esta separado de los otros componentes restantes, su vida útil es de 2 a 5 años y su potencia nominal varía de 10 a 20 W, lo que permite que se pueda utilizar para iluminación y para cargar los celulares, estos sistemas son considerados el primer paso a la electrificación rural, sin embargo no son considerados como solución para la electrificación rural por ser dispositivos limitados de energía y su tiempo de vida útil es reducido.

El autor (Lopes, 2017) señala que los sistemas solares domésticos son la elección electa por los habitantes, quizás por contener dimensiones superiores y una potencia nominal mayor a la de los sistemas ya mencionados, pues varía de 20 a 100 W, básicamente un sistema solar domestico de 100 W es capaz de abastecer de energía a 6 lamparas, un televisor LED y un DVD. Sin embargo, tampoco son la mejor solución, pues requieren mayor inversión, requieren de infraestructura para su fijación, de mano de obra para la instalación y mantenimiento, además todos los electrodomésticos conectados al sistema deben ser de corriente continua, lo que encarece la situación ya que estos aparatos tienen costos mas elevados que los de corriente alterna. Por ultimo se analizarán las mini-redes, éstas son caracterizadas por uno o varios sistemas de generación de electricidad interconectados a una red de distribución que suministran electricidad a un conjunto de edificios, pueden contar con un sistema de almacenamiento de EE, sus potencias nominales varían de 10 kW A 10 MW, en comparación con la expansión

de las redes eléctricas, éstas permiten aumentar la producción más rápidamente y con menor costo, además encuadran perfectamente en las zonas rurales, las mini-redes son mucho más eficientes que los sistemas analizados anteriormente. El correcto dimensionamiento de las mini-redes permite resolver los desafíos más críticos, proporcionar un sistema con alto coeficiente de ER y una elevada calidad en el servicio. Según la bibliografía revisada para el 2040 las mini-redes serán la solución para brindar EE a más de 140 mil millones de habitantes de comunidades rurales en África.

Para caracterizar el sistema energético existente en la UTM como antecedente para poder realizar su racionalización y tener un sistema energético eficiente se procedió a realizar las mediciones correspondientes en cuanto al consumo y demanda máxima, lo que puede observarse en el diagrama de la figura 1 que se muestra a continuación.

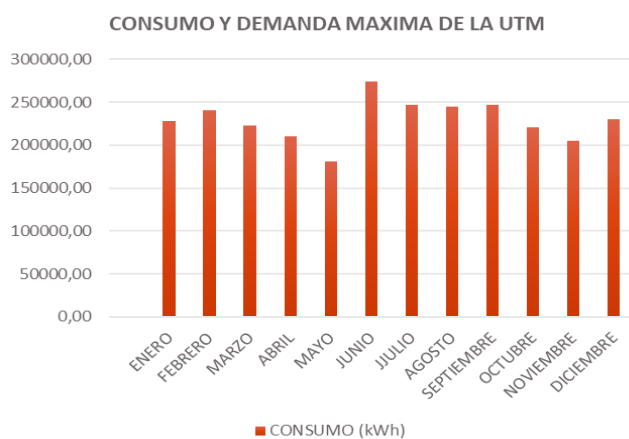


Figura 1. Consumo y demanda máxima de la UTM

Tabla 1. Características de la región

Mes	Temperatura	Humedad Relativa (%)	Radiación Solar Diaria Horizontal (kW)	Presión Atm. (kPa)	Vel. Viento (m/s)
ENERO	24,90	71,30	5,47	97,80	2,10
FEBRERO	25,20	75,50	5,30	97,80	1,90
MARZO	25,10	75,90	5,81	97,70	1,70
ABRIL	25,30	71,80	5,74	97,70	1,70
MAYO	25,40	66,90	5,21	97,80	1,90
JUNIO	25,10	61,80	4,09	97,80	2,40
JULIO	25,00	57,20	3,66	97,90	2,50
AGOSTO	25,00	55,40	4,00	97,90	2,60
SEPTIEMBRE	24,90	57,80	4,37	97,90	2,40
OCTUBRE	24,80	61,10	4,40	97,90	2,40
NOVIEMBRE	24,20	64,10	4,59	97,80	2,40
DICIEMBRE	24,40	67,40	5,22	97,80	2,30
PROMEDIO	24,94	65,52	4,82	97,82	2,19

En la tabla 1 que aparece se aprecian los principales parámetros meteorológicos que caracterizan la región, según los diferentes meses del año.

El sistema energético de la Universidad Técnica de Manabí depende del servicio contratado de media tensión. Tiene una potencia instalada es de 3192,5 Kva

En este sentido el costo tarifario de energía eléctrica es de \$0,07 centavos, ya que es una entidad subsidiada al ser un centro universitario.

El consumo anual registrado desde el 01 de enero al 31 de diciembre del 2017 fue de 2752473 kWh, y se corresponde en consumo anual en toneladas equivalentes de petróleo es 591,78 tep

Las emisiones de CO2 para la atmósfera en este consumo se corresponden a 1059702,11 Kg de CO2 eq

Y el sistema de iluminación con que se cuenta en la Universidad se basa en el uso de lámparas de vapor de sodio con varios años de funcionamiento y más recientemente se han instalado algunas luminarias LED, lo cual hace también que el sistema de iluminación no garantice la eficiencia energética de dicho proceso, por lo cual sería un nicho de trabajo para fortalecer la eficiencia del sistema.

III. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se realiza caracterización e identificación de oportunidades de racionalización del consumo de energía eléctrica con la finalidad de proponer soluciones energéticas que garanticen la eficiencia al interior del sistema instalado en la Universidad Técnica de Manabí.

Se abordará además un estudio técnico-económico de dimensionando de un sistema de energía conectado a red como solución de autoconsumo y eficiencia energética, que conduzca a la reducción no solo del costo de la factura energética, sino también a la reducción de emisiones de gases de efecto estufa (CO2).

IV. RECOMENDACIONES

Se recomienda el estudio de las instalaciones de la Universidad Técnica de Manabí, y el conocimiento del consumo en cada sección al interior de las instalaciones con vistas a garantizar el trabajo adecuado de eficiencia energética.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Antonio, V. P. (2012). Las Energías Renovables desde una visión normativa jurídica. Tesis de grado para la obtención del Título de Licenciado en Derecho.
 [2] Asamblea Nacional. (2010). Ley Orgánica del Servicio Público del Ecuador. Secretaría General Jurídica de la Presidencia de la República, Quito. Recuperado el 23 de agosto 2016, de <http://www.significados.com/ley/>
 [3] Cedeño, M. D. (2016). Marco Regulatorio de las Energías Renovables en el Ecuador. Portoviejo.

- [4] Goldemberg, J. (2007). Energias Renováveis: Um futuro sustentável. São Paulo. Obtenido de file:///C:/Users/mayia/Downloads/13564-16539-1-PB.pdf
- [5] González J, M. P. (2008). Nuevas Tecnologías basadas en Energías Renovables Barreras a su insercion y políticas de promocion. Situación Eólica en algunos países de Lationamerica. Guatemala.
- [6] Intriago, G. &. (2016). Implementación de tecnología fotovoltaica conectada a la red para suministrar energía eléctrica al segundo y tercer piso del edificio N 3 de docentes de tiempo completo de la Universidad Técnica de Manabí, el ahorro y eficiencia energética. Portoviejo.
- [7] Jorge Gonzalez, M. M. (2008). Nuevas Tecnologías basadas en Energías Renovables Barreras a su insercion y políticas de promocion. Situación Eólica en algunos países de Lationamerica. Guatemala.
- [8] NASA. (22 de Junio de 2017). Atmospheric Science Data Center. Obtenido de <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi?&email=rets@nrcan.gc.ca&step=1&p=&lat=-1&submit=Submit&lon=-80>
- [9] RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK. (2016). Informe de Energía Renovable. Obtenido de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf