

Ventajas de la generación unificada diesel-hídrica en el sistema de distribución del municipio Moa*

David San Miguel Hidalgo

Carrera: Ingeniería Eléctrica.

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: El presente trabajo refiere los principales componentes de generación de la pequeña central hidroeléctrica ubicada en la presa Nuevo Mundo y el suministro de electricidad a través de la misma al sistema de distribución municipal.

Palabras clave: Central hidroeléctrica; sistema de distribución eléctrico; presa Nuevo Mundo; Grupos Electrógenos Diesel.

Advantages of the combined diesel/hydro power generation for the local distribution system in Moa

Abstract: This work presents the basic components of a small hydroelectric power station located in the Nuevo Mundo dam and the plant power supply to the municipal distribution system.

Key words: Hydroelectric power plant; power distribution system; Nuevo Mundo dam; diesel generators.

Introducción

En la actualidad los costos de la producción de la energía eléctrica se incrementan continuamente pues el recurso energético más usado, los hidrocarburos, presenta una situación de agotamiento gradual que lo hace día a día más costoso. El empleo de las energías renovables es una solución segura a la obtención de energía limpia, sin el uso de combustible fósil. Esto no sólo beneficia a la economía sino también al medio ambiente. Considerando que la factura mensual de petróleo en Cuba es de 293,6 millones CUC; 9,8 millones diarios, es indudable que el hecho de la presencia de las pequeñas hidroeléctricas es un elemento que se torna a favor desde el punto de vista económico y también ambiental, al no contaminar la atmósfera con la emisión de gases de efecto invernadero.

Moa tiene la ventaja de contar con la Pequeña Central Hidroeléctrica (PCHE) ubicada en la presa Nuevo Mundo, diseñada para generar una potencia de 2 MW, los cuales se suman al Sistema Electro-energético Nacional (SEN) durante la operación en paralelo, y en isla lo harán al microsistema Batería-PCHE (Ramdas, 2009).

Bajo condiciones normales de operación el SEN asume parte de la demanda residencial y la batería apoya con las máquinas disponibles incrementando los niveles de calidad de energía por su proximidad a la carga y la consecuente disminución de pérdidas por transmisión, pero su capacidad nominal para la operación aislada (15,104 MW) está por debajo de la demanda promedio de los circuitos residenciales (18,185 MW). Con el objetivo de mostrar los beneficios de la operación unificada de esta Batería con la PCHE, es que se realiza este trabajo, donde además se materializa la simulación del microsistema y la digitalización de los circuitos de distribución. Si durante la operación aislada a la capacidad de la batería se suma la instalada en la PCHE se puede garantizar el suministro eléctrico al 94,05 % de los clientes.

Batería de Grupos Electrónicos Diesel

La Batería de Grupos Electrónicos Diesel (GED) del municipio Moa se pone en funcionamiento en el año 2006, constituida por motores MTU y generadores Marelli, con una capacidad instalada de 15 104 kW. La misma fue creada en el marco de la Revolución Energética con el fin de producir energía eléctrica para el sector residencial del municipio Moa.

Esta instalación ocupa un área de 9 450 m², en la carretera Moa–Sagua de Tánamo, a 1,5 km del poblado Los Pinos de Centeno, adyacente a la Subestación Moa 110 kV.

Para las condiciones actuales de la demanda residencial, con un promedio histórico de 18,125 MW, ante una desconexión del SEN, se dejarían de suplir 6, 79 MW si la Batería opera al 75 %. Si la operación de la instalación se eleva al 85 % (12,84 MW) entonces se dejan de alimentar 5,28 MW. Si bajo estas condiciones se sincroniza la PCHE Nuevo Mundo con sus 2 MW en la barra de 13,8 kV de la subestación Rusky, es posible distribuir la potencia entregada por la Batería, quedando solo por suplir 3,28 MW, tal como se muestra en la figura 1. En dependencia de la magnitud de la situación excepcional que se presente se puede prescindir de esta demanda, seleccionando adecuadamente los clientes que serán desconectados.

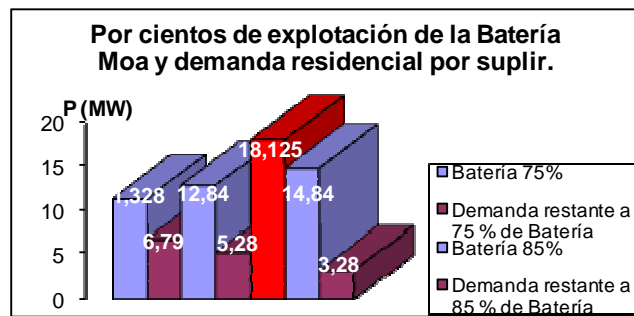


Figura 1. Correspondencia entre demanda por suplir y por cientos de explotación de la Batería Moa y la PCHE.

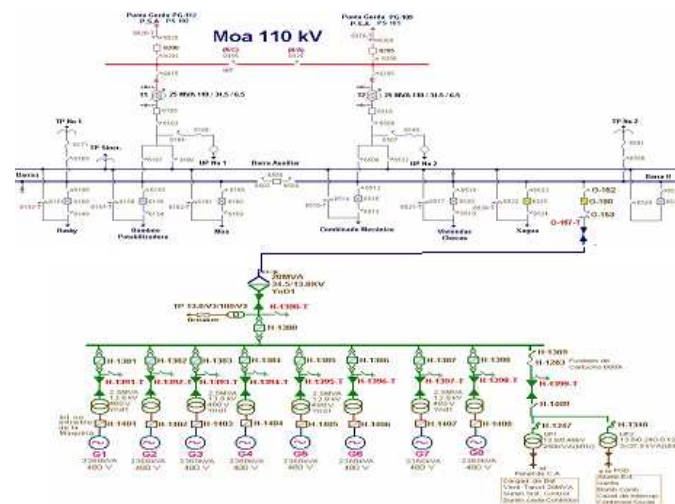


Figura 2. Subestación Moa 110 kV. Batería Moa.

En la figura anterior se puede apreciar la distribución de los grupos electrógenos y su interconexión a la barra de 34,5 kV por medio del interruptor O-190, distribuyéndose a las 16 subestaciones de distribución del territorio.

Pequeña Central Hidroeléctrica Nuevo Mundo

Los tipos de centrales hidráulicas son variadísimos ya que, en todos los casos, la construcción de una central hidráulica, debe subordinarse a la especial situación del río, embalse, etc. cuya energía se pretende aprovechar (Zubicaray, 1994).

Las centrales hidroeléctricas, y dentro de ellas, las pequeñas centrales hidroeléctricas, están muy condicionadas por las peculiaridades y características que presente el lugar donde vayan a ser ubicadas.

Las centrales se clasifican según el tipo de utilización del agua, la altura del salto de agua o desnivel y la potencia generada. Las mediciones de los caudales del río se realizan en las estaciones de aforo donde se registran los caudales instantáneos que circulan por el tramo del río donde está ubicada la estación y a partir de estos se determinan los caudales máximos, medios y mínimos diarios, correspondientes a un gran número de años (Ramdas, 2009).

La Central Hidroeléctrica Nuevo Mundo, generadora de electricidad, se encuentra a 44 m en la base del dique de salida de la presa Nuevo Mundo, situada entre montañas a más de 500 metros sobre el nivel del mar y en su proyecto inicial se concibió como un aseguramiento energético de la industria del níquel.

La presa Nuevo Mundo tiene una capacidad nominal de 141 millones de metros cúbicos de agua embalsada que se mantiene relativamente constante a través del año, lo que asegura el recurso hídrico para que las turbinas trabajen de forma continua. Esto es debido al magnífico régimen de lluvias que prevalece en la región montañosa donde se encuentra.

Atendiendo a la altura de diseño, se considera una capacidad total de generación de 2000 kW. En ella están instaladas dos turbinas con un caudal de $2,8\text{m}^3/\text{s}$ cada una, para un chorro total de $5,6\text{m}^3/\text{s}$.

La Pequeña Central Hidroeléctrica de Moa tiene una tensión de salida de 6,3 kV, que es elevada a 13,2 kV en una diminuta subestación dentro de los límites de la instalación y se conecta a través de 18 kilómetros de líneas con la barra de baja de la subestación Rusky, que vinculará sus 2 MW de capacidad con los circuitos residenciales 3 y 6 y con las facilidades temporales de Ferroníquel (Figura 3).

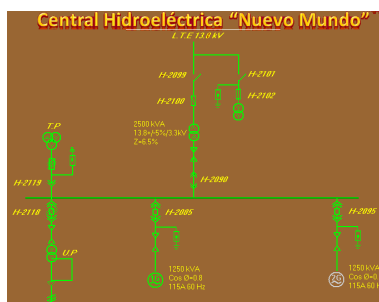


Figura 3. Monolineal de la PCHE Nuevo Mundo.

La turbina hidráulica es una turbo máquina que consta fundamentalmente de rueda con alabes, rodete y que gira libremente alrededor de un eje cuando pasa una luido por su interior. Las formas de los alabes obliga al flujo a variar su cantidad de movimiento, lo que provoca una fuerza, esta fuerza al desplazarse el alabe provoca un trabajo. Es una máquina destinada a transformar la energía hidráulica de una corriente o salto de agua en energía mecánica (Mataix, 1995). Las principales características de los generadores y turbinas hidráulicas se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Datos técnicos de la turbina y generadores de la PCHE

Turbina	Generador
Tipo HLA244-WJ-60	Tipo: SFW100-8/1430.
Altura de diseño o carga nominal: 44,2 m	Corriente nominal: 114,55 A.
Carga máxima: 57 m.	Tensión nominal: 6.3 kV.
Carga mínima: 25 m.	Potencia activa nominal: 1 MW.
Gasto: 2.8 m ³ /s.	Potencia aparente nominal: 1.25 MVA.
Potencia: 1.0515 MW.	Factor de potencia: 0.8.
Velocidad: 900 rpm.	Corriente de excitación: 171 A.
Salida: 64 kW.	Tensión de excitación: 67 V.
Altura de succión: 1.8 m.	Tipo de conexión: Y.
Velocidad de envalamiento: 1940 rpm.	Número de fases: 3.
Presión mínima del carcol: 1.24 MPa.	Eficiencia: 95 %.
Peso: 12.93 t.	Clase de aislamiento del rotor: F.
	Clase de aislamiento del estator: B.
	Peso: 11.8 t.

Sistema de distribución municipal

El sistema de distribución municipal está gobernado por 16 subestaciones que alimentan a 10 circuitos residenciales y 6 pequeñas empresas estatales. La configuración inicial de este sistema consistía en una red radial sin muchas posibilidades de interconexión entre subestaciones; actualmente se ha trabajado logrando crear las condiciones para enlazar a la mayor parte de los circuitos residenciales, y con ellos a las subestaciones. Se cuenta además, con 764 transformadores y 88 km de líneas de subtransmisión y 159,21 km de distribución. Posee 36 GEE instalados en objetivos importantes del territorio, los cuales solo entran en funcionamiento cuando el sistema es incapaz de satisfacer la demanda y se procede a la desconexión de los circuitos donde se encuentren estos grupos de emergencia. Según el análisis de los históricos de demanda descargados de los Nulec instalados en estas subestaciones, los valores promedios son del orden de los 18 MW, llegando en el horario pico a valores por encima de los 20 MW.

De las subestaciones de distribución se alimentan los 10 circuitos residenciales y los pequeños clientes estatales. El suministro a las grandes industrias del níquel es garantizado a través de líneas independientes desde la subestación Punta Gorda 220 kV y de su propia capacidad de generación.



Figura 4. Demanda del territorio sin las industrias.

En la figura anterior se muestra el comportamiento de la demanda promedio para el período de diciembre 2009 hasta abril 2010.

Condiciones de interconexión del sistema híbrido

En condiciones normales de operación, es decir, en paralelo con el SEN, el exceso de demanda con respecto a la capacidad instalada en la Batería no causa problema alguno, pues este asume todo el déficit de generación. Ahora, si ocurre una catástrofe o avería que desconecte al sistema de distribución del municipio y lo aisle del SEN, en dependencia de la magnitud de la misma, es necesario disponer de toda la generación posible.

La entrada de los 2 MW de la PCHE al micro sistema ante una situación excepcional, se realiza en las condiciones actuales a 13,8 kV, por lo que debe ser conectada a la barra de baja en la subestación Rusky, asumiendo solamente las cargas correspondientes a dicha barra, es decir, los circuitos 3,6 y facilidades temporales de Ferróniquel, tal como se muestra en la figura siguiente.

La demanda de la subestación Rusky supera en ocasiones los 2 MW, sobre todo en los meses de invierno, cuando esto sucede la energía aportada por la PCHE ayuda a la Batería asimilando la potencia instalada hasta 2 MW. Cuando la demanda en la subestación sea menor a los 2 MW, se puede transferir carga del circuito 1 a esta subestación y ser asimilado por la hidroeléctrica.

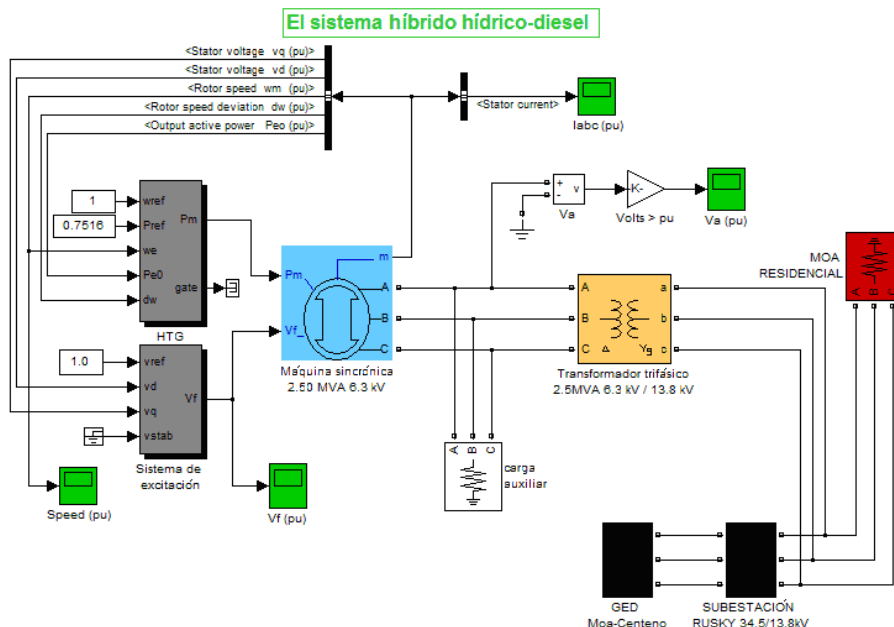


Figura 5. Monolineal del sistema híbrido diesel-hídrico.

Conclusiones

El análisis estadístico de las datas muestra que la potencia instalada en el municipio es mayor que la capacidad de la Batería de Grupos Electrónicos Diesel.

La explotación exclusiva de la Batería al 75 % solo logra suplir 11,35 MW.

Al conectar la PCHE Nuevo Mundo y aumentar el porcentaje de trabajo al 85 en la Batería, el sistema híbrido solo dejaría de asumir 3,28 MW.

En isla se sincroniza la PCHE a la batería.

Es necesario el uso de otra fuente de generación de electricidad para suplir toda la demanda residencial y pequeña estatal.

Con el uso de la PCHE se ahorran 2 242 560 USD al año.

El microsistema Batería-PCHE, en forma híbrida, garantiza autonomía de generación para los clientes de primera categoría exclusivamente si fuera necesario.

Referencias bibliográficas

MATAIX, C. 1995: Mecánica de flujos y Turbomáquinas Hidráulicas. Segunda Edición.

RAMDAS, D. 2009: Selección de los principales componentes de generación de una pequeña central hidroeléctrica. Tesis de grado. ISMM. Moa.

ZUBICARAY, A. 1994: Energía Hidroeléctrica. Editorial LIMUSA.

*Trabajo tutorado por el ingeniero Yordan Guerrero Rojas.