

SISTEMA DE PROTECCION CATODICA BASADO EN EL EMPLEO DE UN

GENERADOR ELECTRICO FOTOVOLTAICO

José Emilio Salgado *

Resumen

El trabajo describe el proyecto y los resultados obtenidos en los primeros meses de funcionamiento de un sistema de protección catódica por corriente impresa que emplea generadores fotovoltaicos como fuente de energía.

El equipo fué instalado para Gas del Estado en las proximidades de Las Flores, Pcia. de Buenos Aires, sobre el gasoducto que une Comodoro Rivadavia y la Capital Federal y entró en funcionamiento en Enero de 1984.

La potencia instalada es de 2,3 Kw pico, la que es generada por 64 paneles fotovoltaicos de 36 Wp cada uno. Los paneles forman cuatro conjuntos y están conectados en 24 V nominales. El sistema se completa con banco de baterías y un sistema electrónico de regulación y control.

La potencia neta entregada como promedio anual es de 240 Watt. Los resultados operativos obtenidos demuestran que la eficiencia global de la conversión de la radiación solar en energía eléctrica en los paneles fotovoltaicos es del 7,1 % y la eficiencia de todo el sistema, que incluye las pérdidas en la acumulación de energía en las baterías y el rendimiento del convertidor de salida del equipo, es del 5,7 %.

- - - -

En el Esquema I se indican los elementos principales que integran el sistema de protección catódica.

La unidad fue proyectada para una capacidad máxima inicial (neta después del regulador automático de la corriente entregada)

de 240 Watts (12 Volts y 20 Amperes). Esta capacidad es un valor nominal y fue calculada sobre la base del promedio anual de la radiación solar global en la zona donde se instaló el equipo. Es decir, la unidad tendrá una capacidad mayor en verano y menor en invierno.

Para esa ubicación (mojón 138 del Gasoducto Comodoro Rivadavia-Buenos Aires sobre la Ruta Provincial N° 30 entre Gorchs y Las Flores, Pcia. de Buenos Aires, Latitud 35°50'S) se adoptaron los siguientes valores estadísticos de radiación global sobre superficie horizontal.

T A B L A I

Enero	7,12	Kw - h / m ² día
Febrero	6,29	" "
Marzo	5,10	" "
Abril	3,36	" "
Mayo	2,42	" "
Junio	1,96	" "
Julio	2,34	" "
Agosto	3,15	" "
Setiembre	4,36	" "
Octubre	5,46	" "
Diciembre	7,22	" "
Promedio	4,57	Kw - h / m ² día

Un programa de cálculo que tiene en cuenta estos datos de radiación promedio mensual, la relación entre las componentes directa y difusa de esa radiación y las trayectorias solares para esta ubicación geográfica fué procesado por computadora. Los resultados obtenidos demuestran que evitando un número excesi

vo de ajustes de inclinación- hasta con modificar la inclinación de los paneles entre 35° y 55 sobre la horizontal, para optimizar la captación de energía y en particular para mejorar la capacidad de producción durante los meses críticos de invierno. Los resultados obtenidos fueron los siguientes para la radiación global sobre la superficie inclinada :

T A B L A II

M E S	INCLINACION	Kw-h/m ² día
Enero	35°	6.46
Febrero	35°	6.08
Marzo	35°	5.58
Abril	55°	4.17
Mayo	55°	3.71
Junio	55°	3.23
Julio	55°	3.60
Agosto	55°	4.03
Setiembre	35°	4.79
Octubre	35°	5.34
Noviembre	35°	5.55
Diciembre	35°	6.47

Se utilizaron paneles fotovoltaicos Solarex, modelo Sx-110 constituidos cada uno por 40 celdas cuadradas de 10 x 10 cm. de silicio policristalino. Las características eléctricas de estos paneles fueron verificadas en laboratorio. Se tuvieron en cuenta asimismo las variaciones de temperatura ambiente. Como valores promedios, para las distintas condiciones operativas, se adoptaron para el diseño del equipo los siguientes datos de la curva I-V características de cada panel.

12 V	2.27 A
13 V	2.24 A
14 V	2.21 A
15 V	2.16 A

Se emplearon baterías plomo-ácido de mantenimiento reducido, FADEPLAC 1018. Se estudiaron experimentalmente las curvas de tensión de estas baterías en función del estado de carga de las mismas y de la intensidad de la corriente tanto en el proceso de carga como de descarga y asimismo el efecto de la temperatura ambiente. Igualmente se

tuvieron en cuenta las pérdidas de energía propias del proceso de carga y descarga y la capacidad neta utilizable como un porcentaje de la capacidad nominal indicada por los fabricantes. Se estudió asimismo que porcentaje de la energía generada por los paneles fotovoltaicos va directamente al consumo y que porcentaje es previamente almacenado en las baterías con las correspondiente pérdidas de rendimiento.

Toda esta información fue alimentada a un programa de cálculo, que procesado por computadora determinó la cantidad de paneles fotovoltaicos y de baterías a instalar.

En resumen fueron instalados 64 paneles fotovoltaicos de 36 Wp de potencia unitaria y 16 baterías del 92 A-h de capacidad nominal cada una.

Los 64 paneles se agruparon en 16 módulos de cuatro paneles cada uno. Dentro de cada módulo los paneles fueron conectados en paralelo. Los 16 módulos se dividieron en cuatro conjuntos.

En la caja de conexiones de cada conjunto se vincularon los módulos en series de dos de modo tal de enviar la energía al conjunto baterías-reguladores en 24 V nominales. El objeto de esto es reducir las pérdidas resistivas y aumentar el rendimiento del convertidor de salida.

El sistema electrónico esta formado por un regulador de carga de las baterías y por un convertidor CC/CC de alimentación a la cañería a proteger.

La función del regulador de carga de las baterías es la de asegurar un correcto proceso de recarga a fondo y un adecuado mantenimiento a flote de la batería.

En el Esquema II se muestra un diagrama en bloque del circuito identificándose los distintos elementos.

El convertidor CC/CC de la corriente de salida tienen como función controlar la corriente suministrada desde el conjunto generadores fotovoltaicos-batería a la cañería de proteger.

La configuración utilizada para la conversión de tensión de entrada a tensión de salida constante es la de un regulador de conmutación de estado sólido conocido como "Convertidor directo". Esta configuración permite obtener un rendimiento de conversión no inferior al 85 % para la máxima potencia de salida.

El equipo actúa como fuente de corriente constante con tensiones de salida variables en función de la carga (Resistencia del terreno, inodos, etc) pudiendo llegar como máximo al valor de tensión de salida de 12 V. Para valores de resistencia mayores el equipo actúa como fuente de tensión constante.

En el Esquema III adjunto se muestra un diagrama en bloques del circuito identificándose los distintos elementos.

Resultados obtenidos :

Se han efectuado verificaciones del comportamiento de las distintas partes del sistema a lo largo de los primeros ocho meses de funcionamiento.

Las principales observaciones son las siguientes :

* paneles fotovoltaicos - En general han mostrado uniformidad en sus características. Al cabo de este lapso se notan ligeras manchas amarillentas en algunos de ellos posiblemente debidas a alteraciones en el plástico que encapsula las celdas, pero esto no ha alterado su rendimiento. Uno solo de los paneles estaba en cortocircuito y fue reemplazado durante la puesta en marcha.

Entre los valores obtenidos, los siguientes son demostrativos de su comportamiento :

. Insolación sobre el panel 95 m W/cm². Temperatura ambiente ; 28°C (T.panel: 50°C).

. Cada conjunto esta formado por 16 paneles (8paralelos x 2 series).

	I _{cc}	V _{CA}	I _{MP}	V _{MP}	P _{Max}
Conjunto 1	22.0A	38.0V	19 A	26.5V	503.50W
Conjunto 2	21.9A	37.5V	18.5A	26.5V	490.25W
Conjunto 3	22.0A	38.0V	17.9A	26.5V	474.35W
Conjunto 4	22.0A	38.5V	19 A	26.5V	503.50W

* baterías ; no han mostrado alteraciones importantes.

* sistema electrónico ; ha funcionado correctamente. La eficiencia del convertidor de salida es del 88 % para una potencia de salida de 240 Watt.

* estructuras metálicas, interconexiones eléctricas ; Las estructuras metálicas de soporte de los paneles han sido construidas con perfiles de aluminio anodizado con bulonería de acero inoxidable y están calculadas para soportar vientos de cualquier cuadrante de 200km-h. No muestran a la fecha problemas estructurales ni de corrosión.

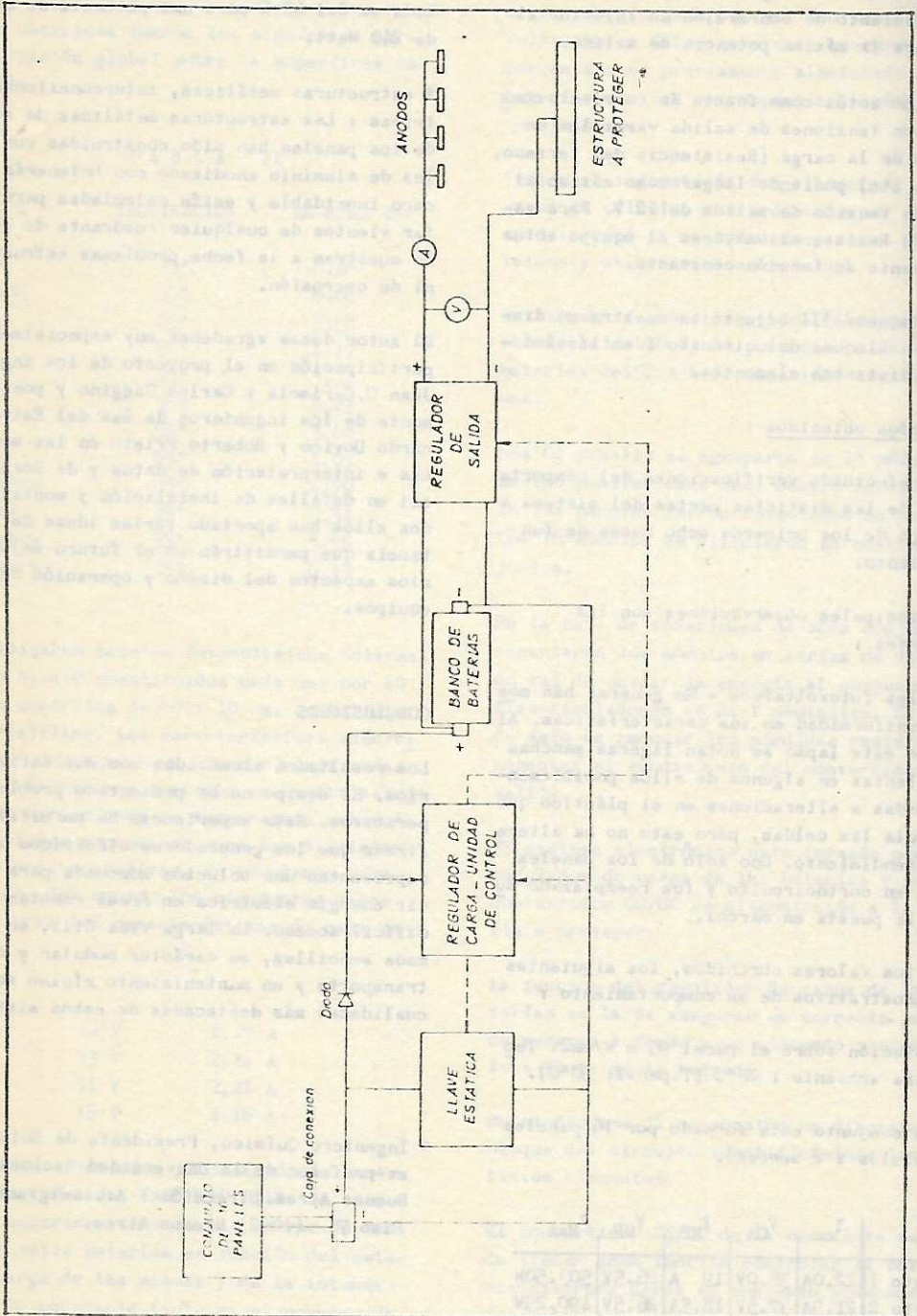
El autor desea agradecer muy especialmente la participación en el proyecto de los ingenieros Juan C.Cerisola y Carlos Gaggino y posteriormente de los ingenieros de Gas del Estado, Ricardo Dovico y Roberto Prieto en las mediciones e interpretación de datos y de Horacio Muzzi en detalles de instalación y montaje. Todos ellos han aportado varias ideas de importancia que permitirán en el futuro mejorar varios aspectos del diseño y operación de estos equipos.

CONCLUSIONES

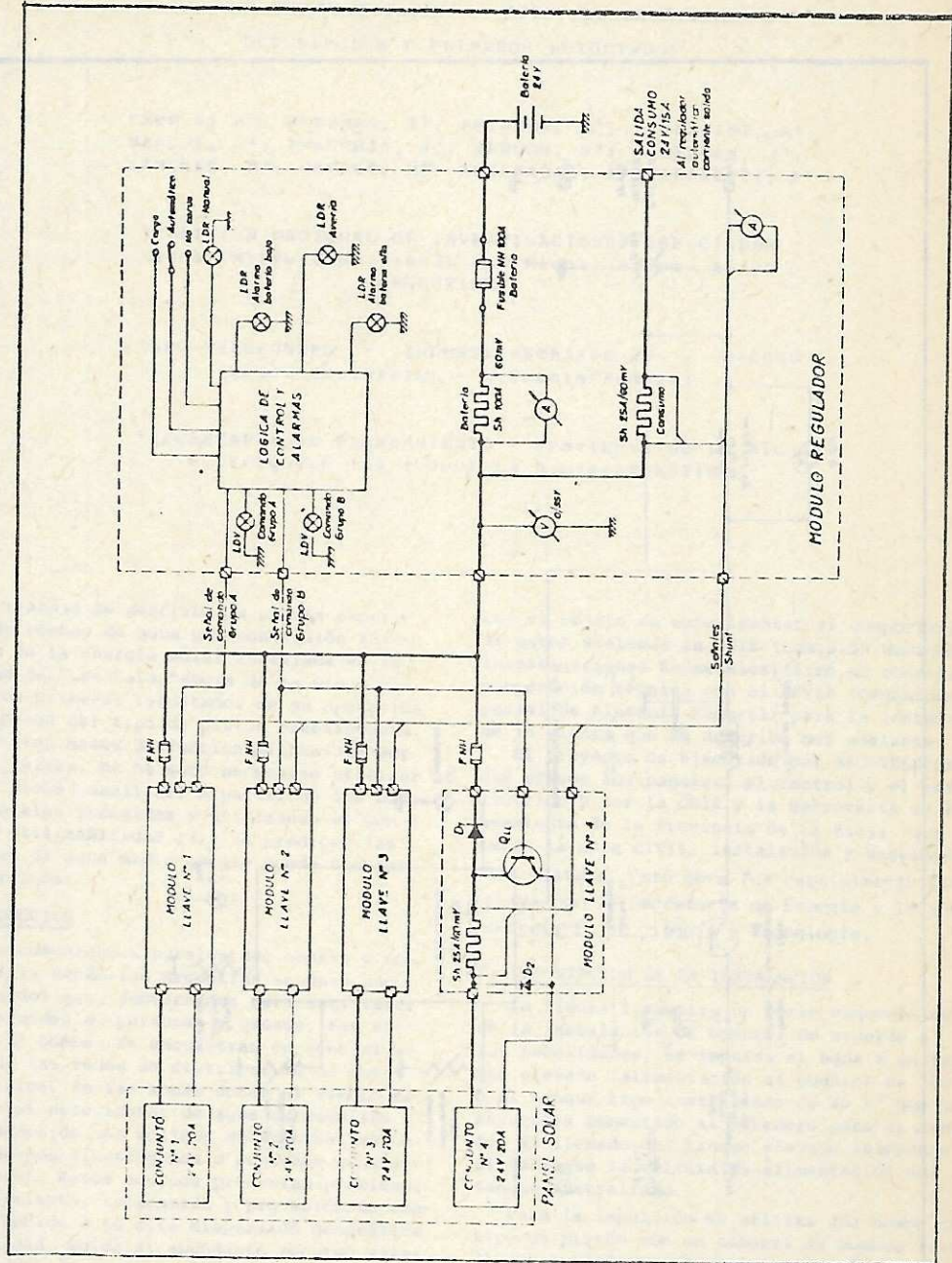
Los resultados alcanzados son muy satisfactorios. El equipo no ha presentado problemas operativos. Esta experiencia ha permitido confirmar que los generadores eléctricos solares representan una solución adecuada para producir energía eléctrica en áreas remotas o de difícil acceso. La larga vida útil, su extrema sencillez, su carácter modular y de fácil transporte y un mantenimiento mínimo son las cualidades más destacadas de estos sistemas.

* Ingeniero Químico, Presidente de Solartec SA ex-profesor de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Dirección : Av. Belgrano 485 - Piso 7 - (1092) Buenos Aires.

ESQUEMA I



ESQUEMA III



ESQUEMA III

