

## SISTEMAS DE CONTROL EN GENERADORES NO CONVENCIONALES DE ENERGIA

Alejandro ROBERTI - Abel GONZALEZ  
COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
ESPACIALES - C.E.S.M. - Dto. Energía  
Solar-Av.Mitre 3100, 1663 San Miguel  
BUENOS AIRES - ARGENTINA

### RESUMEN

La Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales cuenta con dos instalaciones demostrativas de generación no convencional de energía, como resultado de un convenio con el DVFL R de Alemania Federal. Una de ellas es un aerogenerador que entrega 20kW en tensión trifásica alternada y está ubicado en Comodoro Rivadavia, Chubut.

La otra, instalada en San Miguel, Bs.As., es un generador fotovoltaico de 1 kW a 30 V en tensión continua.

Se trabajó evaluando los controladores electrónicos de cada uno de los dos generadores y modificándolos para los requerimientos de las instalaciones.

#### 1 - DESCRIPCION DE AMBOS GENERADORES Y SUS CONTROLADORES.

##### 1.1 - Generador Eólico.

Se trata de un aerogenerador de eje vertical, tipo Darrius, acoplado a un alternador de 400 Hz.

La puesta en marcha del sistema se realiza, en su versión original, con una acción manual y se cuenta con un ulterior control automático.

La acción manual referida es el destrabe (armado) del freno hidráulico y la puesta en servicio de la electrónica de control.

El freno actúa cuando hay baja presión en el circuito hidráulico o falta tensión de alimentación en la electrónica de control. Por otro lado, la actuación del freno desactiva la electrónica, dejando así fuera de servicio al sistema, hasta nueva puesta en marcha manual.

El molino comenzará a girar si hay viento con velocidad suficiente para otorgar el par de arranque necesario (4 m/s) y acoplará electromagnéticamente el alternador al superar las 45 rpm el eje del molino. Se desacopla al bajar a 13 rpm. Así comienza la carga de baterías en 110 V de corriente continua.

Mediante una operación manual pueden activarse los inversores que entregan tensión alterada trifásica. Esta operación puede efectuarse si hay una previa habilitación del control electrónico.

Dicha habilitación se realiza dando prioridad a la carga de baterías, para lo cual se sensa su tensión y temperatura. De esta forma, por ejemplo, una tensión inferior a 100 V por 30s produce la desconexión de los inversores. Una sobretensión de 140 V también produce la desconexión de los inversores y se anula inmediatamente la carga de baterías.

Cualquier desactivación de los inversores que se haya verificado por condiciones anormales, (por ejemplo, cese momentáneo del viento, que es una anomalía, no una alarma) impide que, al retornar a la normalidad, éstos vuelvan a funcionar, a menos que se los habilite manualmente.

Finalmente, el control se complementa con un detector de velocidad de viento, capaz de accionar al freno ante ráfagas de más de 22m/s. Un control digital acciona el freno si la velocidad del eje supera las 150 rpm.

Como se ve esta operación requiere la presencia de una persona que pueda garantizar el funcionamiento continuo necesario para llevar adelante una rutina de medición.

##### 1.2 - Fotogenerador.

El panel fotovoltaico está conectado a una bomba de agua, un grupo de baterías de 24 V y consumos diversos.

Tiene un controlador electrónico que protege las baterías con prioridad de carga y detección de descarga profunda.

Si la tensión de baterías es menor a 21,6 V se abre el interruptor 4 (Fig. 2) impidiendo el consumo y consecuente descarga.

Si después de la descarga, la tensión llega a 24 V el interruptor 4 se cierra. Por otro lado, si la tensión llega a 27 V se permite el

uso de la bomba (deja de ser prioritario el cargado de baterías). Esta condición se mantiene hasta que la tensión cae a 23,5 V.

Cuando la tensión de baterías llega a 28,8 V y se mantiene 30 segundos, se abre la llave 2per

## 2 - NECESIDADES DE ADECUACION DE CADA CONTROLADOR.

En el aerogenerador se planteó la necesidad de implementar una rutina de medición para la cual hacía falta un escalonador de cargas en

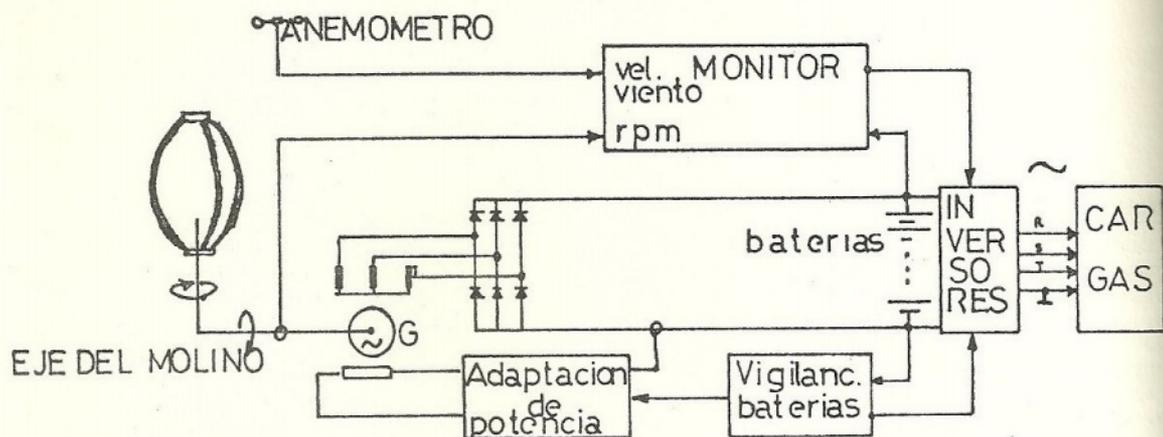


Fig. 1 - Diagrama del aerogenerador de 20 kW.

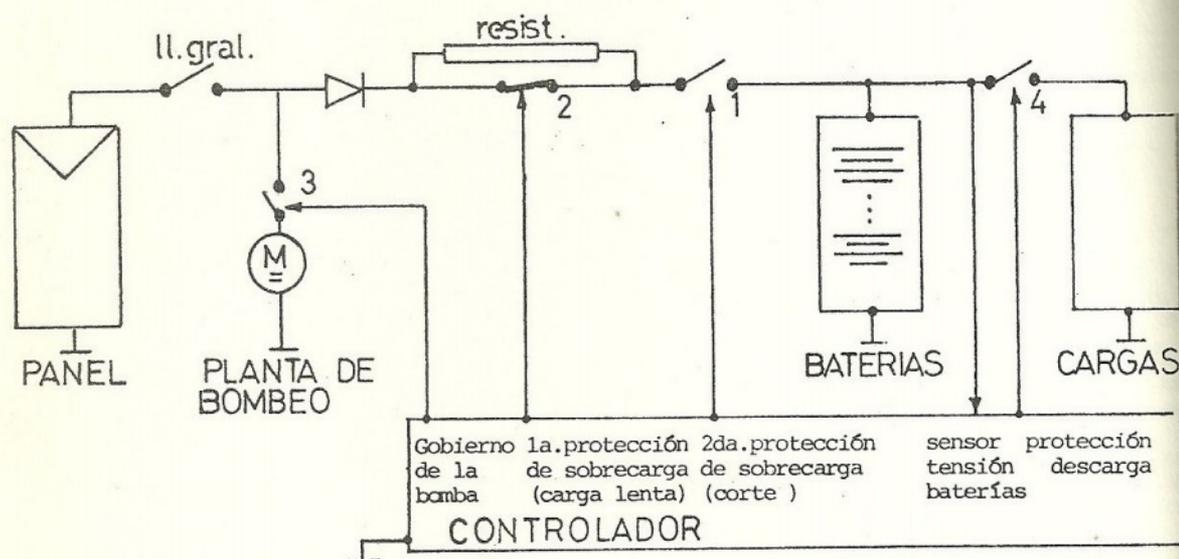


Fig. 2 - Diagrama del controlador del panel fotovoltaico.

mitiendo carga lenta. Si esta condición perdura otros 90 segundos se abre la llave 1 liberando las baterías. Persiste en este estado hasta el momento en que la tensión baje a 25 V. En ese valor, luego de 30 segundos, se cierra la llave 2, que aún estaba abierta.

función de la energía eólica disponible como velocidad en el eje. La capacidad del molino, en cuanto a ser cargado en función de las vueltas del eje, está indicada en la Tabla I.

Así se mejora un aspecto del control y se requiere la puesta en marcha de los inversores,

tomados como una carga más.

TABLA I - CAPACIDAD DE CARGA EN FUNCION DE RPM.

CARGA N°	RPM	kW
1	50	3
2	55	6
3	60	9
4	70	12
5	80	18

Otro aspecto es el de la medición, que se puede realizar con un sistema de adquisición de datos, ya que las condiciones de operación (clima muy variable, funcionamiento día y noche) así lo aconsejan.

Se trabajó con ésta hipótesis, llegándose a la conclusión que era factible realizar una operación totalmente automática del molino usando el mismo equipo destinado a la medición más el agregado de actuadores de forma tal que la inversión monetaria sea altamente eficiente. La única operación manual a realizar se limita al primer encendido y chequeo periódico del sistema, más el agregado de una bomba eléctrica para el freno.

Los parámetros a medir y registrar son:

- \*rpm
- \*tensión de baterías
- \*velocidad del viento
- \*tensión de cada fase
- \*corriente de cada fase
- \*frecuencia de línea
- \*presión de freno (éste parámetro no se registra).

Los actuadores son:

- \*acción de bomba de freno
- \*encendido y apagado de inversores
- \*escalonado de cargas

Este proyecto fue desechado por razones económico-administrativas del momento y entonces se optó por diseñar y construir un control digital de cargas e inversores. Su funcionamiento se basa en la comparación de la magnitud de la palabra de rpm ya existente en el controlador original del molino con dos palabras de consigna, programables, para cada carga (Fig. 3). Una de ellas es el valor de "encendido" de la carga y la otra es el de "apagado". La diferencia entre ambas es la histéresis.

Si la habilitación de los inversores se toma globalmente como una carga más, se tiene un sistema relativamente completo al que sólo falta, para medir, agregar registradores.

En el caso del panel fotovoltaico se debió hacer un replanteo general del controlador al necesitarse una operación más flexible y confiable para medición.

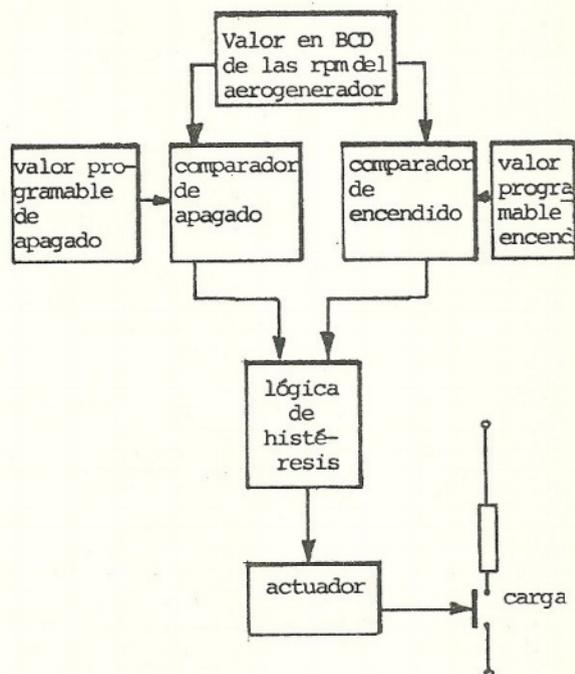


Fig. 3. - Habilitador digital de cargas.

Los defectos encontrados se deben a ciertos componentes electrónicos que operan muy cerca de los límites permitidos.

La variación de radiación hace que la tensión de batería normalmente fluctúe habilitando o no al sistema de bombeo o a los consumos, haciendo dificultosa la medición en esos puntos.

La falta de flexibilidad se manifiesta en que, si se quieren fijar condiciones (por ejemplo, la bomba funcionando continuamente), éstas se logran únicamente desarmando partes y desactivando el controlador, lo que pone en peligro a las baterías, o por lo menos acorta su vida útil.

En este caso se repasó totalmente la electrónica de control, detectándose los componentes que fallan y se implementaron medidas de protección. Además se diseñó un panel de fijado de condiciones de medición que permite el control de baterías aunque el regulador no esté operando y señale alarmas en el momento adecuado, quedando así a criterio del operador el continuar o no con las mediciones.

Como objetivo final se está proyectando un equipo de control totalmente desarrollado en el Departamento con componentes de bajo costo, aplicado a paneles de más potencia e, inclusive, con sus propios inversores.

### 3 - ENSAYOS Y RESULTADOS

#### 3.1 - Ensayo del control del aerogenerador.

El controlador de cargas fue construido con un criterio modular, de tal manera que la plaqueta de circuito impreso utilizada fue diseñada para ser empleada en cualquier canal y/o control de inversores. Lleva 2 plaquetas por canal, una de las cuales, además, soporta la lógica de histéresis.

Se emplearon circuitos integrados tipo c-MOS, de bajo consumo y el conjunto fue montado en un gabinete apto para intemperie.

Se experimentó durante una semana inmediatamente después de la instalación, donde surgieron las necesidades de ajuste, en general detalles de soldaduras, luego de lo cual se reinstaló, definitivamente, cumpliendo su objetivo satisfactoriamente.

Durante el primer período de prueba, el funcionamiento fue evaluado por técnicos de la constructora del aerogenerador, los que aprobaron el desarrollo y verificaron el funcionamiento.

#### 3.2 - Ensayo del control del panel fotovoltaico.

El nuevo monitor es un elemento esencialmente mecánico, cuyo funcionamiento no ofrece dificultades. En cuanto al controlador su implementación no ofreció dificultades. Este mantiene en plena carga al conjunto de baterías de 24 V y en pruebas de medición no se observaron deterioros en las mismas.

### 4 - CONCLUSIONES

Con la experiencia acumulada en ambos equipos pueden extraerse conclusiones sobre cual debe ser la filosofía de planteo de un controlador. Esta experiencia, sumada a intentos propios (1,3) de control en secaderos solares con aire caliente y a la de otros controles ya construidos (2), permite establecer que es necesario definir el modo de operación antes que al controlador en sí.

Si la operación se destina a medir, se requiere flexibilidad de tal manera que puedan desconectarse partes durante el tiempo de medición pero, sin embargo, no quede el equipo totalmente desprotegido. Lo ideal es que el control tenga un monitor del que puedan liberarse las funciones que no afecten la seguridad del sistema, visualizándose los valores medidos de los parámetros.

Las funciones de un controlador pueden dividirse en dos grupos:

- a) de protección de acumuladores o componentes
- b) de seguridad de equipos, estructuras, personas.

Al punto a) es al que debe tender la flexibili

dad cuando se encara una medición más o menos rutinaria, e impedirla cuando el equipo se va a utilizar exclusivamente para operar. En el caso del punto b) deben poseerse elementos redundantes y la operación del sistema sin su conexión debe resultar imposible.

Como en los controladores comerciales no existen requerimientos de medición, todo el peso del diseño se vuelca al control seguro, y es en la adaptación de éstos equipos para actividades donde se requieren mediciones (aunque sean esporádicas) donde se encontrarán dificultades.

Si en cambio el diseño es original y aplicado a un equipo en particular, deberán considerarse estas cuestiones ya que un controlador estándar no se adaptará fácilmente a la forma de operación, ubicación, equipos de medición a utilizar, etc. de un generador prototipo.

### 5 - BIBLIOGRAFIA

- 1 - Fabris A., García M., Roberti A., Chiabrera S. - "Ensayo de un secadero solar para frutas y hortalizas". ACTAS de la 7ma. Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar. 1981.
- 2 - Saravía L., Frigerio E., De Paul I., Echazú R. - "Programa de secado solar de tabaco: 2da. Fase". Idem.
- 3 - González A., Roberti A., Rondelli E. - "Dispositivos electrónicos para equipos solares. Control de Temperatura y Relevador solar". ACTAS de la 6ta. Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar. 1980.