

## Telemando y Controlador Manual de la Tensión Generada para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

V.H. Kurtz<sup>a,\*</sup>, J.A. Olsson<sup>b</sup>, A.R. Marchegiani<sup>c</sup>

<sup>a,b</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

<sup>c</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNCo), Neuquén, Argentina.

e-mails: kurtzv@fio.unam.edu.ar, jorgealbertoolsson@fio.unam.edu.ar, ariel.marchegiani@fain.uncoma.edu.ar

---

### Resumen

En este trabajo se presenta el sistema de accionamiento a distancia (telemando), para la microturbina (PCH – Pequeñas Centrales Hidroeléctrica), instalada en el predio Las Camelias Golf, Campos de Té, sito en la Ruta Nacional 14, km 886.5, N3360XAX Oberá, Misiones.

Este telemando permite poner en marcha, controlar la tensión generada y detener la microturbina hidráulica ubicada aguas abajo de un lago artificial existente en el lugar.

**Palabras Clave** – Control de Tensión, Mando a distancia, Microturbina, Telemando.

### 1. Introducción

En las PCH (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas) de Misiones (con alturas de saltos entre 1 y 70 m), se utilizan microturbinas del tipo Michell-Banki, Cross-Flow o de Doble Acción, debido a su sencilla construcción, bajo costo y rendimientos aceptable [1] [4]. Estas turbinas poseen un álabe regulador que controla el funcionamiento de la máquina hidráulica, por medio de la acción de un servomotor alimentado generalmente con tensión continua de 12V.

Por la característica hidrológica de Misiones, que no presenta períodos de abundante caudal a turbinar, hace inconveniente el uso de sistemas de regulación de tensión del tipo, *a carga constante* o *regulación con carga balasto*, ya que es más productivo almacenar agua en la presa, que disipar esa energía en calor.

### 2. Telemando

#### 2.1. La Necesidad del Telemando

En los distintos micro aprovechamientos hidráulicos en Misiones, la sala de máquina se encuentra distante del núcleo de pobladores beneficiado con la energía eléctrica generada por la central.

En las PCH de Misiones, es común la desconexión de la turbina durante el día con el fin de almacenar agua, y poder turbinarla por la noche. Resulta entonces tedioso, tener que apersonarse a

\*Autor en correspondencia.

la casa de máquinas cada vez que pretende conectar o desconectar la generación eléctrica. Especialmente si es de noche, con terreno accidentado y en plena selva misionera.

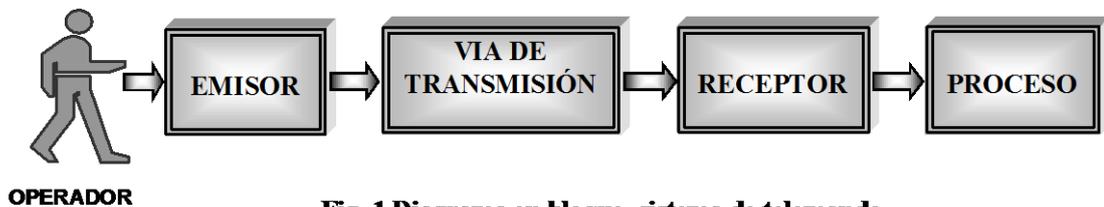
Una posible solución al problema anterior se puede encontrar en los sistemas de telemando [2].

## 2.2. Telemando

Telemando o telecomando, se puede definir como la técnica de gobernar el funcionamiento de un proceso a distancia. Esta definición incluye dos argumentos perfectamente diferenciados, por un lado, el tema del *control de procesos* y por otro la intervención del parámetro *distancia* en el sistema a desarrollar [3].

En una PCH, los procesos a distancia suelen ser: La apertura y cierre del alabe regulador de la turbina; ya sea en forma manual - desde la casa del usuario - que llamaremos "**Telemando**" o automático desde un sistema automático de regulación.

Existen varias configuraciones de sistemas de control a distancia. El telemando más utilizado para la microgeneración eléctrica en Misiones es del tipo unidireccional (solo es posible enviar la señal en una dirección) controlado por el ser humano (*operador*) [4].

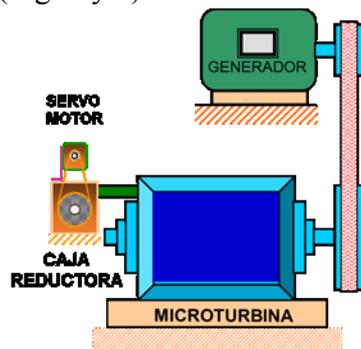


**Fig. 1 Diagrama en bloque, sistema de telemando**

Como se aprecia en la fig.1; un sistema de accionamiento a distancia del tipo telemando, está formado por los siguientes bloques: *Operador*, *Circuito emisor* o simplemente *Emisor*, *Receptor*, *Nexo conector* entre ambos denominado *Vía de Transmisión* y *Proceso*.

En las PCH, el *operador* del telemando es generalmente el propietario del sistema. En tanto que, en aprovechamientos comunitarios, es el vecino más próximo a la turbina.

El *proceso* es el sistema compuesto por servomotor, la caja de reducción y el alabe regulador de la turbina (Fig. 2 y 3).



**Fig. 2: Croquis del grupo turbogenerador y el motor de accionamiento del alabe regulador.**

Fuente: elaboración propia



**Fig. 3: A la derecha de la imagen, se puede observar el servomotor acoplado a la turbina.**

Fuente: elaboración propia

Las vías de transmisión y los circuitos emisores y receptores son propios de cada tipo de telemando implementado.

### 2.3. Telemandos Electromecánicos

Los telemandos que utilizan como *vía de transmisión* conductores eléctricos, por medio de los cuales se envían señales eléctricas, se pueden agrupar en los que denominaremos telemandos electromecánicos.

Dentro del conjunto de telemandos electromecánicos (siempre hablando de los implementados en Misiones), se pueden dividir a su vez en dos. Los que tienen:

- *La fuente de energía (batería) en la casa del usuario.*
- *Batería en la casa del usuario y en la sala de máquinas.*

Estos sistemas pueden o no contar con reguladores de frecuencia y tensión, para el control automático de la generación.

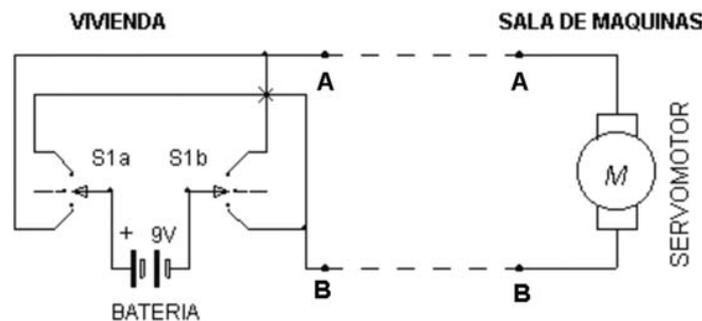


Fig. 4: Circuito básico de telemando electromecánico con batería en la casa del usuario.

### 2.4. Telemandos con Batería en la Casa del Usuario y Sala de Maquinas

Cuando la distancia es mayor a 500 m, no es aplicable el sistema de telemando con acumulador en la casa del usuario (Fig. 4), porque la caída de tensión en la línea de telemando hace inadmisibles el control del servomotor desde la vivienda.

En este caso se utiliza un par de relevadores en la sala de máquina, alimentado por un acumulador también ubicado en la sala de máquinas. Solamente el control de los relés se realiza desde la casa del usuario con la ayuda de otra fuente de alimentación.

Como el consumo de la bobina del relé es mucho menor que el del servomotor, es posible comandar desde distancias importantes.

Si la distancia es considerable o el conductor eléctrico del telemando es de pequeña sección y el acumulador auxiliar con su correspondiente cargador, representan un costo importante, es preferible utilizar el circuito de la Fig. 5, donde en lugar de usar un acumulador de 12V del tipo automotriz, se utiliza una batería no recargable de 9V, del tipo "cuadrada", con un costo mucho menor.

Por otro lado, la llave inversora utilizada en este caso es más pequeña, ya que la corriente también lo es, lo que reduce aun más el costo de implementación del sistema.

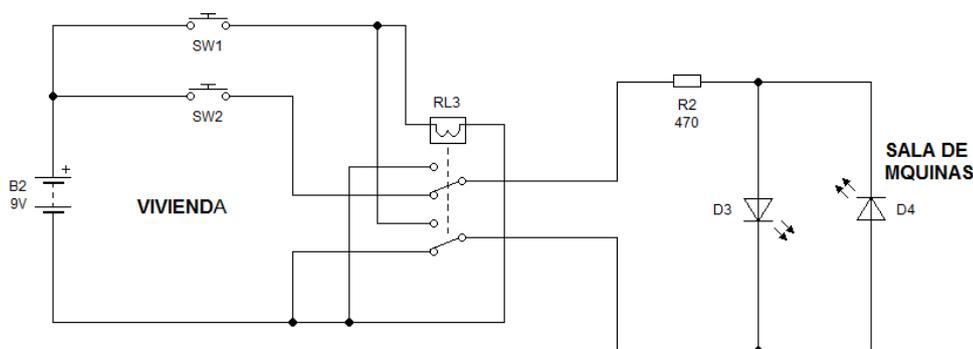


Fig. 5 - Transmisor y parte del receptor. Fuente: elaboración propia

En este caso en lugar de usar una llave selectora se prefirió, por una cuestión de costo y confiabilidad, utilizar un pequeño relevador RL3, accionado por dos pulsadores SW1 y 2 (Fig. 5).

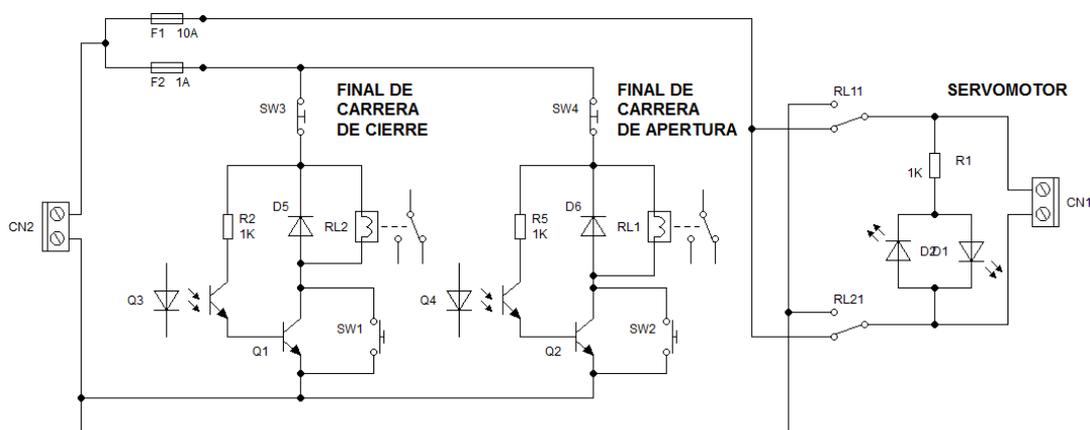


Fig. 6 - Receptor en la Casa de Maquinas. Fuente: elaboración propia

### 2.5. Funcionamiento

Cuando desde la vivienda del usuario acciona el pulsador SW1 (ver fig. 5), se acciona el relé RL3 que polariza en directa el LED (Diodo Emisor de Luz) D4, del optoacoplador Q4 (Fig. 6), excitando el transistor Q2 que energiza el relé RL1. Accionando vía el contacto RL11, el servomotor regulador de la turbina, en el sentido que produzca la apertura del alabe regulador.

Si el órgano regulador de la turbina llega al final de su recorrido, el contacto de final de carrera de apertura (SW4) desconecta el circuito, permitiendo solo la maniobra de cierre.

Del mismo modo para la operación de cierre, se pulsa el interruptor SW2, que alimenta el LED D3 polarizando en directa solamente Q3, que acciona por medio de Q1 el relé RL2, cuyos contactos RL21, accionan el servomotor en sentido inverso.

Los pulsadores SW1 y SW2 (del circuito de la Fig. 6), permiten activar manualmente el servomotor de control de caudal, desde la sala de máquina, esto es; operación en forma local.

Para este tipo de telemando basta usar como vía de conducción, un par telefónico aislado del tipo exterior con alambre tensor de acero o nylon, sin la necesidad de utilizar aisladores adicionales, tal como se implementó en este caso.

### 3. Configuración Final



Fig. 7 - Transmisor desde la vivienda.  
Fuente: elaboración propia



Fig. 8 - Ensayo en laboratorio del sistema antes de su instalación.  
Fuente: elaboración propia

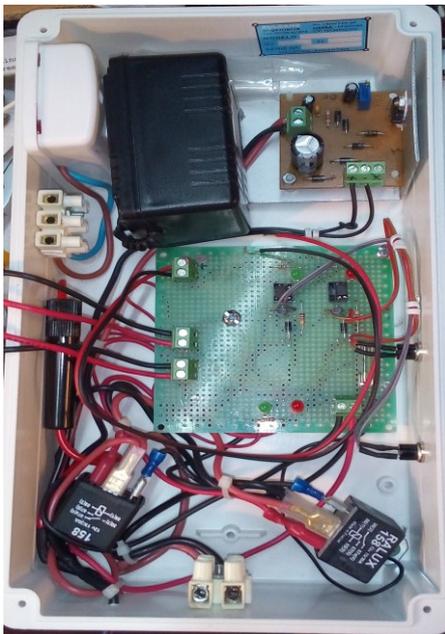


Fig. 9 - Receptor en la Casa de Máquinas.  
Fuente: elaboración propia



Fig. 10 - Vista de la turbina generando.  
Fuente: elaboración propia

### 3.1. Consideraciones sobre La Configuración Final del Sistema.

En la unidad transmisora (emisor) del telemando (Fig. 7), se instaló un voltímetro; de manera que el usuario pueda controlar la tensión generada a distancia, dependiendo del consumo. Ya que este sistema no posee regulador automático de tensión y frecuencia generada.

En la unidad receptora se encuentra implementado el sistema de recepción del telemando y un cargador a flote para el acumulador que acciona el servomotor de comando.

Se utilizó como servomotor un motor de imanes permanentes del tipo limpiaparabrisas de auto para 12 Vdc.

Para el comando del servomotor se empleó relevadores del tipo automotriz por su robustez.

## 4. Conclusiones

La implementación de un sistema de telemando electromecánico es útil para mediana distancia, tanto para aprovechamiento unipersonales como comunitarios.

La distancia de transmisión se puede optimizar ajustando el valor del resistor R2(ver fig. 5), la tensión de mando y el tipo de acoplador óptico u optoacoplador utilizado.

Con este sistema es posible automatizar la generación utilizando, por ej. una celda fotoeléctrica (interruptor crepuscular) o una unidad temporizadora o reloj programable, para activar la iluminación en determinadas horas del día.

Este sistema presenta una solución económica para la microgeneración hidráulica sin la utilización de regulador automático de tensión y frecuencia generada, como este caso.

## Referencias

- [1] Barney, Erik – “Aprovechamiento Hidroenergéticos Con Microturbina” - Fac. de Ing. - Universidad Nacional de Misiones - UNaM. 1984.-
- [2] Kurtz, Victor Hugo – “Automatismos Para Pequeñas Centrales Hidroelectricas” - Comp. De la línea de Telemando del Proyecto Pereyra - Fac. de Ing. - Universidad Nacional de Misiones - UNaM. Marzo. 1986.-
- [3] Galván Ruiz, J. - “Telemando y Telemetría. Aplicaciones Industriales - Electrónica y Automática Industriales IP”. Edit Marcombo - Barcelona - 1981.
- [4] Kurtz, Victor H. “Telemando para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas”, Anais do X Encontro Latino-Americano e do Caribe em Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos, X ELPAH, mayo 2003.
- [5] Ariel R. Marchegiani, Orlando A. Audisio, “Diseño, Construcción y Ensayo de Una Turbina de Flujo Transversal Para Generación Eléctrica En Sitios Aislados” X Encontro Latino Americano e do Caribe Sobre Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos, 4 a 8 de Mayo, 2003, Poços De Caldas, Minas Gerais, Brasil.

**Nota: Los planos, placas montadas y/o el sistema listo para funcionar; del telemando presentado en este trabajo, se encuentran disponible para el publico en general. Consultar a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Facultad de Ingeniería de la UNaM. [sec.cyt@fio.unam.edu.ar](mailto:sec.cyt@fio.unam.edu.ar) , por más detalles.**