

# Ensayos en artefactos de consumo para sistemas de generación fotovoltaica autónomos. Caso heladera Peltier.

Rafael R. Herrera<sup>1</sup>, Luis M. Schneider<sup>2</sup>, Pedro D. Foresi<sup>3</sup>

(1) *Cátedra de Física, Fac. de Cs. de la Salud – Universidad Nacional de Catamarca (UNCa).*  
*rrhfsica@hotmail.com*

(2) *Subsecretaría de Ciencia y Tecnología – Gob. Prov. Catamarca.*  
*schlab@tutopia.com.ar*

(3) *Departamento Electrónica, Fac. de Tecnología y Cs. Aplicadas- UNCa.*  
*pdforesi7@yahoo.com.ar*

## RESUMEN

En el presente trabajo se comenta la problemática asociada al abastecimiento energético en viviendas y edificios públicos situados en zonas remotas del interior de la Provincia de Catamarca que no tienen el servicio de energía del sistema interconectado, motivo por el cual se resolvieron con el aprovisionamiento mediante generación fotovoltaica.

Se entiende que los artefactos que se utilizan como consumos son un importante factor a tener en cuenta en la inversión inicial - operación y que se debe buscar de utilizar los de mejor rendimiento para un determinado requerimiento. En este sentido se inicia una serie de determinaciones sobre productos que se comercializan en el mercado local y de los cuales no se tiene suficiente claridad en las características técnicas y nivel de prestación.

En este ensayo se trabaja con una heladera que hace uso del sistema Peltier que se presenta como interesante debido al costo de inversión inicial y su expectativa de aplicación para abastecer el enfriamiento de alimentos necesarios a la dieta de los usuarios del área de impacto.

## 1. ANTECEDENTES

En Catamarca existen antecedentes de sistemas fotovoltaicos instalados en localidades aisladas y que datan del año 1987 como lo detallan Herrera et al (1994 y 2000). En estos sistemas originalmente se tuvo como criterio de diseño la generación fotovoltaica y el suministro en 12 voltios de corriente continua, con potencia instalada de paneles entre 35 y 105 Vatios pico (Wp), que abastecían establecimientos educativos o viviendas unifamiliares de pequeñas poblaciones de no más de 100 habitantes y dispersas en el territorio de la Provincia. Posteriormente, y en el caso de edificios públicos destinados a escuelas rurales se optó por el suministro en 220 Voltios de corriente alterna, en principio porque la potencia de diseño fue significativamente mayor pero también por problemas detectados en las instalaciones de 12 voltios, con los artefactos de iluminación, de difícil reposición por falta de disponibilidad en el mercado local, y también por las significativas caídas de tensión en los

interruptores de encendido apagado que pueden condicionar el funcionamiento de los artefactos de consumo ya que las caídas hacen significativa merma de los 12 voltios nominales. En instalaciones realizadas en el programa Nacional PERMER (Programa de Energía Renovable para el Mercado Energético Rural) se realizaron obras de provisión de energía eléctrica en 40 establecimientos escolares ubicados en distintos departamentos de la Provincia de Catamarca como se puede ver en Gildeza y otros (2006), todos ellos con sistemas fotovoltaicos con potencia instalada entre 800 y 2200 Wp.

## 2. JUSTIFICACIÓN

En los casos descritos se tiene siempre la necesidad de un consumo apropiado en lo que hace a las costumbres de uso como al tipo de instalación y artefactos de consumo asociados. Si tenemos en cuenta una demanda importante como es la refrigeración de alimentos, se ofertan en el mercado local heladeras de distintas capacidades y consumos. Uno de los artefactos

que surge interesante estudiar para aplicaciones en los sistemas que estamos tratando son las heladeras basadas en el principio termoeléctrico denominado efecto Peltier, las cuales no tienen suficientes datos técnicos en la ficha de datos suministrado por el fabricante – comercio local. La heladera tipo Peltier se basa en el principio en que dos materiales distintos por los que circula corriente eléctrica en una determinada dirección, genera un incremento de temperatura en una de las uniones del par y una merma de la misma en la otra unión.

Este principio se viene explotando comercialmente en los últimos años en heladeras de reducido tamaño, no más de 100 litros y constituye una interesante aplicación que puede pensarse como equipo para ser utilizado en instalaciones fotovoltaicas autónomas; especialmente en las de potencia instalada pequeña, con distribución en 12 VCC. En el principio Peltier la diferencia de temperatura es generada por la circulación de una corriente determinada, por lo que podría pensarse que incrementando el valor de la corriente se tendría una mayor diferencia de temperatura entre las uniones de los materiales distintos utilizados en el par. Esto no es tan directo ya que se debe considerar el efecto Joule y que un mayor salto de temperatura incrementa el efecto de conducción del calor que como se sabe va del punto de mayor temperatura al de menor. Los efectos mencionados actúan simultáneamente por lo que no es factible, en el estado actual de la técnica, obtener saltos térmicos por este sistema mayor al orden de los 65 °C.

### 3. METODOLOGÍA

En el presente trabajo se hacen determinaciones en una heladera Peltier de 70 litros de la marca VONDOM, una de las dos marcas que se comercializan en la plaza local. Es un producto importado de China cuyo precio es de aproximadamente 1500 pesos (unos 300 dólares) y de los ensayos realizados sobre el mismo se toman aspectos interesantes destacar.

#### 3.1. Equipamiento utilizado

Para las determinaciones se utiliza un sistema de adquisición de datos programable en intervalos de medición variable marca SCHLAB con sensores de temperatura y humedad. Este equipo se complementa con un multímetro BM857 BRYMEN que permite un registro en PC de los valores instantáneos de corriente.

#### 3.2. Ensayos y resultados

En los ensayos realizados se mide la temperatura interna en el ambiente de la heladera en distintos niveles en función del tiempo. Se mide también la humedad interna y el consumo en C.A.

Se toma la temperatura en el exterior de la heladera como referencia.

Se midió las temperaturas: T1 en la base, T2 al centro y T3 a 15 cm del techo, junto a la temperatura exterior T4. Esto se hizo en condición sin carga en el interior de la heladera obteniéndose la gráfica de la Figura 1 de temperatura en °C en función del tiempo en minutos.

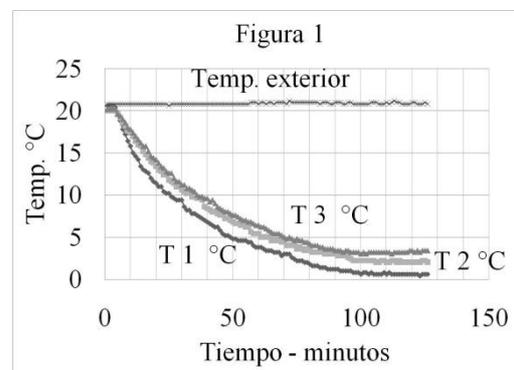


Fig. 1 – Temperaturas en interior y exterior de la heladera versus el tiempo

Como se puede observar la temperatura es menor en la base de la heladera y va ascendiendo hasta la parte superior. Se obtienen temperaturas inferiores a los 5 °C en todo el ambiente de la heladera luego de aproximadamente 70 minutos de funcionamiento partiendo de la temperatura exterior, siendo que esta última se mantuvo en el orden de los 21 °C.

Para establecer el consumo de la heladera se mide la corriente alterna y la tensión (se alimenta desde un estabilizador de tensión). En la Figura 2 se muestra la curva de corriente de consumo en corriente alterna correspondiente a condición de sin carga en la heladera.

Como se puede observar hasta aproximadamente 70 minutos la corriente consumida es del orden de los 0,5 Amper y relativamente constante. Empieza a descender y luego de un intervalo de 25 minutos baja a menos de la mitad. Este consumo disminuido se mantiene a continuación en la medida que no se produzca apertura de la puerta.

Como factor de estudio se toma distintas condiciones de carga de la heladera y se obtiene el tiempo que emplea en obtener una temperatura inferior a los 5 °C en las distintas masas, en principio se trabaja con distintos volúmenes de agua. En todos los casos se mide el tiempo arrancando de una temperatura en el ambiente de la heladera y en el volumen de agua idéntica a la temperatura ambiente exterior que se mantuvo entre los 20 y 22 °C en todas las determinaciones.

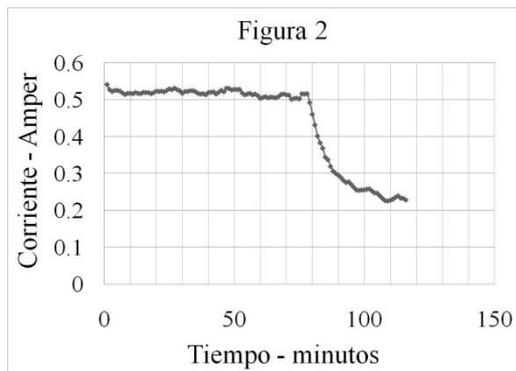


Fig. 2 – Consumo de corriente en condición sin carga.

Se tomaron volúmenes de agua de uno, dos, cuatro y ocho litros midiendo también el consumo en corriente alterna correspondiente. En todos los casos se tienen curvas de temperaturas y de corriente similares a la de condición de vacío ya mostradas. En la curva de la figura 3 se muestra la relación de tiempos para obtener una temperatura en la muestra de agua menor a los 5 °C.

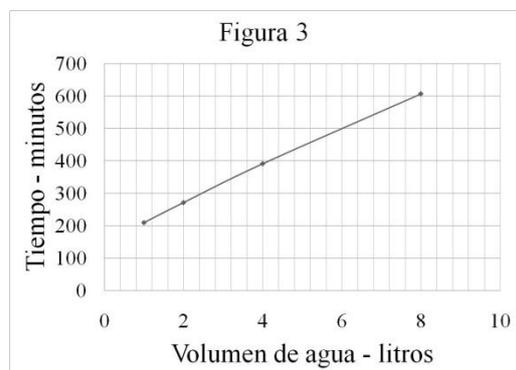


Fig. 3 – Tiempos de enfriamiento a 5 °C en distintos volúmenes de agua.

Se tiene una relación lineal lo que se corresponde al requerimiento energético para la

refrigeración proporcional a la carga colocada en la heladera, como era de esperar.

Con respecto a los valores de corriente alterna consumida y su equivalente en potencia alterna (ya que los valores de tensión son uniformes en los 220 voltios); se tiene que los tiempos necesarios para que la heladera establezca un consumo mitad del que tiene en la condición inicial (al arrancar con una corriente de aproximadamente 0,5 Amper), se muestran en la curva de la Figura 4 y para las mismas condiciones de carga referidas.

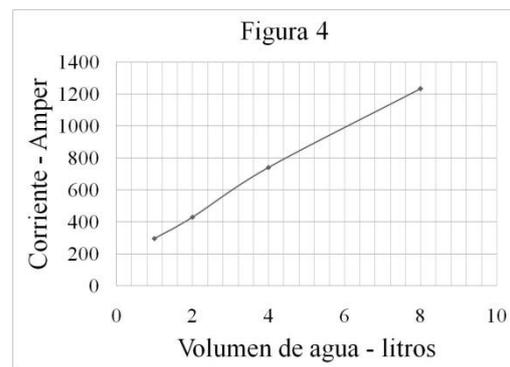


Fig. 4 – Corriente reducida a mitad vs. volumen de agua.

En este caso también se tiene una relación lineal, pero los valores de tiempo son significativamente mayores. De todas formas, siempre que no se produzcan aperturas de la puerta de la heladera se tendría un consumo mitad durante el tiempo de solo acumulación y proporcional a la carga que se tiene en la heladera.

La humedad relativa se mantuvo en todas las determinaciones entre el 55% y 60% por lo que sería adecuado para la acumulación de alimentos del tipo de verduras, frutas y carne.

En la gráfica de la Figura 5 se puede observar un proceso de enfriamiento de un litro de agua y posterior calentamiento al desconectar.

Como se evidencia el calentamiento, consecuencia del tipo de aislación, hace que se pierda la condición de refrigerado en cuatro veces el tiempo necesario para enfriar.

La influencia de la apertura de la puerta se hace menor debido a que al abrir se detiene el ventilador de recirculación interna de aire, sin embargo esto es significativo en el valor de corriente que vuelve al valor máximo y por un tiempo variable según el tiempo de apertura. La influencia en la temperatura de las masas de acumulación no es tan notable en la medida que

las aperturas no superen los 15 segundos, lo cual es una apertura normal.

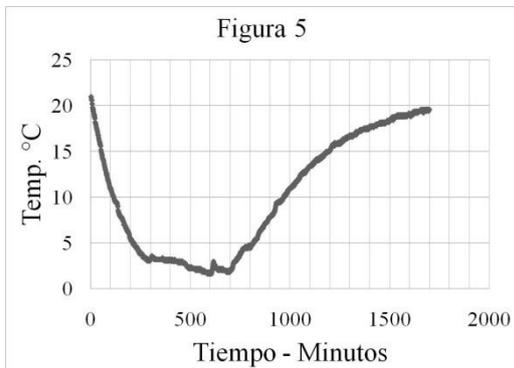


Fig. 5 – Temperatura de un litro de agua en refrigeración y luego calentamiento por pérdidas.

### CONCLUSIONES

Las heladeras del principio de funcionamiento Peltier tienen posibilidades de usarse en instalaciones fotovoltaicas e incluso pueden modificarse de modo de alimentarse directamente en C.C. evitando de este modo la conversión a 220 VCA. También pueden realizarse diseños de heladeras ajustadas a requerimientos específicos.

Los valores en el caso de la heladera ensayada hacen plantearse la necesidad de mencionar especificaciones técnicas para los productos que se comercializan donde no es suficiente con el consumo y las dimensiones de la heladera como elementos de selección para una determinada demanda.

La relación costo beneficio frente a otras posibilidades de refrigeración debe analizarse

teniendo en cuenta las distintas prestaciones de una u otra opción. Otras heladeras que se comercializan y con principios de funcionamiento distintos pueden no solo refrigerar sino que se ofrecen como congeladores.

Sin embargo, teniendo en cuenta aspectos tales como el costo y la versatilidad de aplicación surge como conveniente un mayor desarrollo local sobre este tipo de artefacto que en principio se considera como una solución adecuada al consumo y apropiado para el uso en instalaciones autónomas y que requieren perfeccionamiento en los equipos a conectar.

### REFERENCIAS

- Gildeza, R., P. Foresi, C. Rodríguez, D. Gómez, R. Herrera, Electrificación Fotovoltaica de Escuelas Rurales Catamarqueñas, *Libro de resúmenes del III Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida – 4º Congreso de Ambiente y Calidad de Vida*, pp. 140, Catamarca, 2006.
- Herrera, R., C. Rodríguez, A. Iriarte, A. Fabris, Envejecimiento de módulos fotovoltaicos en sistemas de bombeo de agua en la Provincia de Catamarca, *Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente*, Vol. IV N° 1, pp. 04.01-04.05, 2000.
- Herrera, R., C. Rodríguez, Programa de Iluminación de Escuelas Rurales con energía fotovoltaica - Prov. de Catamarca - Rep. Argentina, *Libro del I Congreso Latinoamericano sobre energías alternativas*, pp. 75 - 86, Córdoba 1994.