

## Diseño de un dispositivo de transferencia de calor a un sistema hidráulico doméstico

Arellano Collí Antonio Isaac, Osorio Jorge, Salas Erik,  
Méndez García José Claudio Cenobio , Plascencia Gabriel, Jaramillo Viguera David

Centro de Investigación e Innovación Tecnológica  
Cerrada de Cecati S/N Colonia Santa Catarina, Azcapotzalco México, D.F. CP 02250.

iarellanoc0900@alumno.ipn.mx

Fecha de aceptación: 4 de Septiembre de 2015

Fecha de publicación: 23 de Septiembre de 2015

### RESUMEN

El mayor costo asociado al calentamiento de agua es el uso ineficiente del combustible. Es necesario diseñar y crear nuevas tecnologías que permitan abatir los costos del uso de combustibles fósiles ya que este tipo de dispositivo calentador de agua y su instalación requieren de una sola instalación y mantenimiento menor durante un lapso de tiempo mayor, mientras que con el combustible requiere de un gasto mensual y costo de mantenimiento más frecuente. Por tanto es de suma importancia el poder ahorrar energía y agua, que son de suma importancia para la calidad de vida deseada. Como principal objetivo se tiene el promover el uso eficiente de estos recursos a través de la creación de un dispositivo ahorrador, aumentando la eficiencia en un porcentaje mayor al 80% de manera general. El diseño principal que tratará este trabajo es el de un calentador de agua, este dispositivo requiere de energía para elevar la temperatura del agua hasta donde el agua siga siendo utilizable comúnmente. Entre los usos domésticos y comerciales del agua caliente están la limpieza, las duchas, para cocinar o la calefacción.

**Palabras clave:** agua, calentador, ahorro, energía.

### ABSTRACT

The biggest cost associated with heating of water is the inefficient use of fuel. It is necessary to design and create new technologies to reduce the costs of fossil fuels such as water heater device and its installation require one installation and less maintenance for a period of time longer, while the fuel required a monthly expense and cost of more frequent maintenance. It is therefore of utmost importance to save energy and water, which are critical to the quality of life desired. As the main objective is to promote the efficient use of these resources through the creation of a saving device, increasing efficiency in a percentage higher than 80% in general. The main design try this work is that of a water heater, this device requires energy to raise the temperature of the water to where the water remains usable commonly. Among domestic and commercial uses of hot water they are clean, showers, cooking or heating.

**Key words:** water, water heater, water saving.

## INTRODUCCIÓN

El desperdicio excesivo de agua y energía en la vida cotidiana, además de ser un recurso parcialmente renovable, más el aumento de la población hacen necesario la creación de dispositivos que contribuyan en el ahorro del agua así como de la energía necesaria para calentarla. Las problemáticas antes planteadas pueden llevar a un uso más eficiente de un recurso primera necesidad como lo es el agua y el ahorro de energía a través de la creación de dispositivos ahorradores de energía e innovadores.

El uso del agua se destina para diferentes actividades dentro de la casa dentro de los cuales hay unos de uso diario y constante que se describen a continuación.

**Tabla 1.** Consumo de agua por persona en una casa habitación

Consumo aproximado de agua por persona/día	
Lavar la ropa	60-100 litros
Limpiaar la casa	15-40 litros
Limpiaar la vajilla a mano	100 litros
Cocinar	6-8 litros
Bañarse	200 litros
Lavarse los dientes	20 litros
Lavarse los dientes (cerrando el grifo)	1,5 litros
Lavarse las manos	1,5 litros

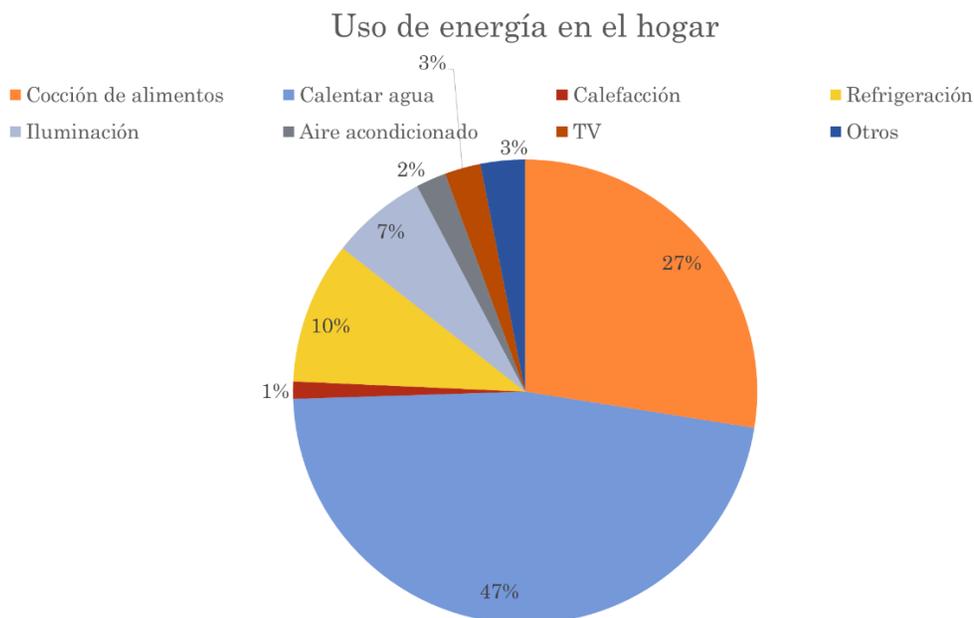
En la Tabla 1 se muestra como se distribuye el consumo de agua en las actividades domésticas, se observa que existe un problema respecto uso excesivo en el consumo al momento de bañarse, esta es una actividad que se ha hecho necesaria y diaria para la vida en algunas sociedades. un objetivo de este trabajo es disminuir el consumo de agua que se utiliza para realizar esta actividad y disminuir el consumo de energía utilizada para calentar el agua, principalmente porque lo muestra la Figura 1, el principal uso de la energía en las casas es la cocción de alimentos y la mencionada anteriormente.

### Calentador de agua

Es un dispositivo que utiliza energía para calentar el agua a cierta temperatura, dependiendo de la actividad doméstica para la que será usada esa cantidad de agua caliente. Para calentar agua por acumulación se pueden utilizar prácticamente todos los tipos de energía: electricidad, gas natural, gas LP entre otros. Para calentar agua de forma "instantánea" se utilizan preferentemente los gases.

El problema real durante la ducha es que la tubería se encuentra llena de agua fría y no es hasta que se acciona la llave del agua caliente que se desplaza fuera de la regadera el agua fría y es sustituida por agua caliente dentro del tubo de suministro. Esta agua es prácticamente desechada por la coladera de la regadera sin que tenga un uso. Otro problema es la cantidad de agua necesaria para bañarse, es decir la duración de la ducha, ahí coexisten dos problemas, la cantidad de agua desperdiciada por el tipo de regadera y la energía que se ocupa para mantener caliente el agua desde el calentador, pasando por la tubería y finalmente en el cuarto de baño.

A través de la creación de dispositivos ahorradores, se puede disminuir el consumo de agua, aumentando la eficiencia en un porcentaje mayor al 85%. Con este trabajo se puede contribuir a generar un elemento térmico y un depósito semicontínuo para contribuir al uso eficiente de agua y al ahorro de energía a través de la creación de dispositivos ahorradores.



**Figura 1.** Grafica de uso de la energía en el hogar

## METODOLOGÍA

La metodología para este trabajo se enfoca en el diseño del calentador de agua con diferentes tipos y formas de elementos térmicos que van a ser sujetos a un flujo de agua dentro de un depósito con poca acumulación de fluido caliente.

Para las pruebas es necesario determinar la energía necesaria para elevar la temperatura del agua. Por lo tanto el cálculo de energía necesaria para elevar la temperatura del agua es:

$$Q = m\Delta TC_p$$

$$Q = (500g)(10^{\circ}C) \left( 4.182 \frac{J}{g^{\circ}C} \right)$$

$$Q = 20910$$

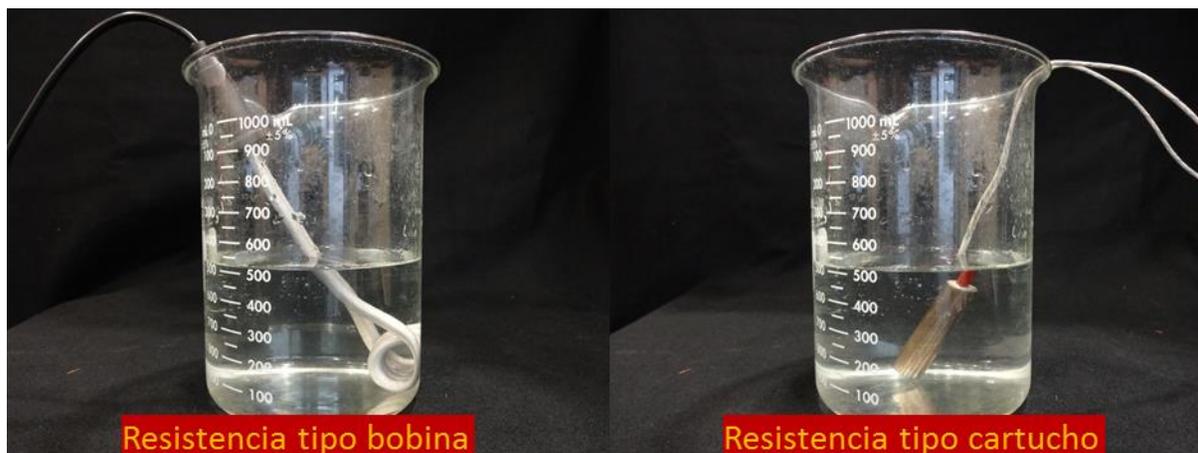
Para este proyecto se diseñaron dos pruebas con diferentes condiciones, la primera prueba denominada estática, fue hecha con un volumen fijo de agua controlando el voltaje y temperatura de inicio y final de prueba.

La prueba consistió en poner un volumen fijo de agua de 500ml en un recipiente e introducir una por una las resistencias para observar el tiempo que tarda cada resistencia en calentar el volumen fijo de agua.

Una vez puesta la resistencia en el agua se registra la temperatura del agua, con termopares tipo K y se conecta la resistencia a la corriente y el sistema de adquisición de datos registra el voltaje, la temperatura del agua y el tiempo transcurrido.



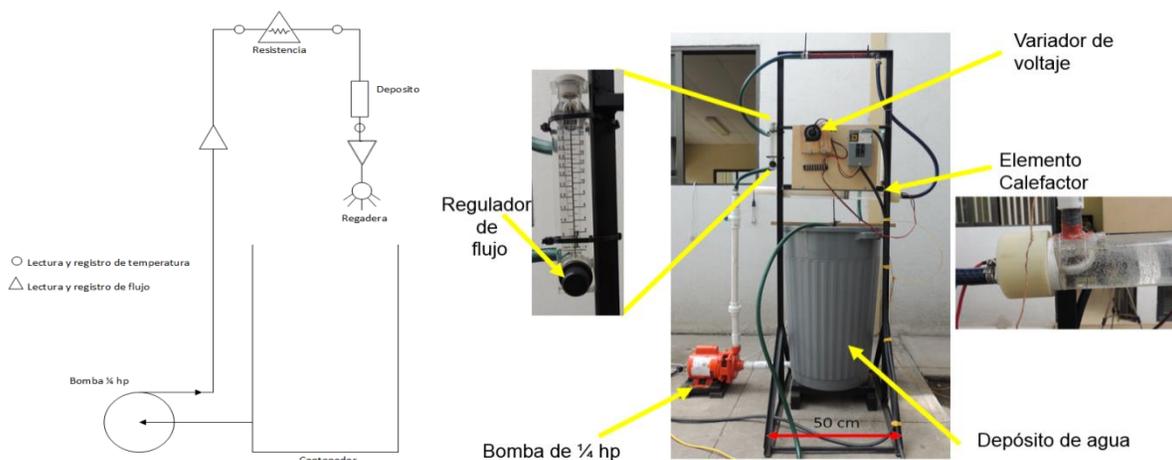
**Figura 2.** Imagen de prueba en estado estático



**Figura 3.** Diferentes resistencias en prueba a) Aluminio b) Acero

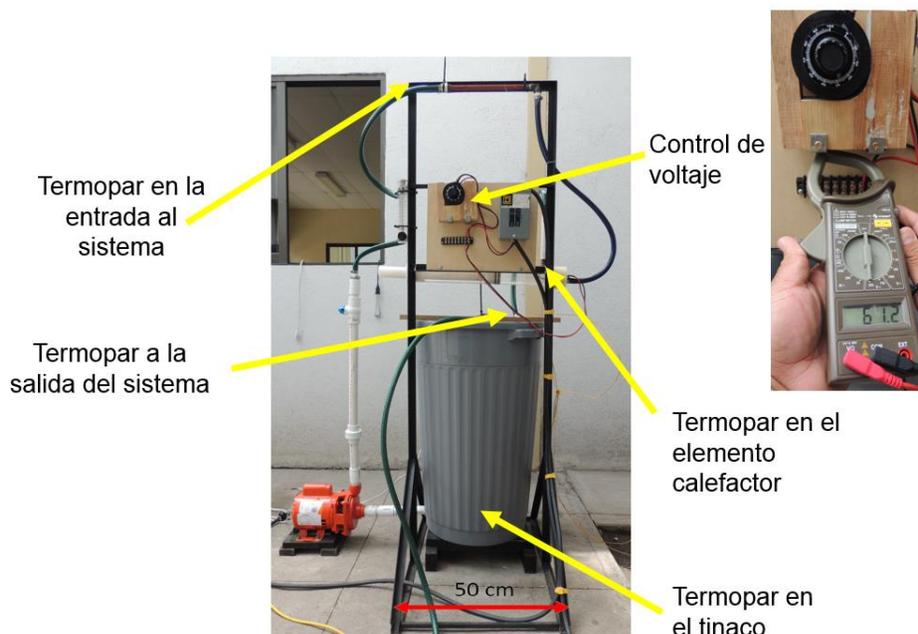
La segunda prueba fue en un ambiente simulado de condición de uso normal con un flujo de agua constante y tiempo de residencia en un depósito. En ambas pruebas se registró la temperatura, voltaje y tiempo que tarda el sistema en calentar agua.

En la Figura 2 se muestra el diagrama de la instalación que se realizó para cumplir la segunda prueba con un flujo de agua constante de 2 litros por minuto, esto es porque el flujo de agua es el consumido por la regadera que se utiliza y regulado por un flujómetro a la salida de la bomba, las pruebas nuevamente se llevaron a cabo con el mismo sistema de adquisición de datos con termopares tipo K ubicados en el contenedor, antes y después de la resistencia y a la salida de la regadera. El depósito de agua es de medio litro de agua donde tiene un tiempo de residencia el agua para ser calentado por la resistencia antes de salir a la regadera.



**Figura 4.** a) Diagrama de instalación para prueba en ambiente simulado, b) Instalación para prueba en ambiente simulado

En la Figura 4 se detallan las partes del dispositivo para la realización de las pruebas, como el regulador de flujo que controla la cantidad de agua que entra al sistema, un variador que controla el voltaje que es suministrado al elemento calefactor (resistencia), el depósito de agua que se llena a la mitad de su capacidad (50 litros). Así mismo se marca la ubicación de todos los termopares utilizados.



**Figura 5.** Instalación para prueba en ambiente simulado con termopares

La finalidad de estas pruebas consiste en evaluar el dispositivo térmico que mejor transfiera su energía hacia el volumen de agua, estática y dinámicamente, porque cada resistencia presenta diferentes rendimientos de transferencia de temperatura.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestra una gráfica del calentamiento de agua comparando las diferentes resistencias eléctricas que se utilizaron en las pruebas de calentamiento estático, la que mejor resultados presento al momento de transferir temperatura al agua fue la resistencia de aluminio, seguida de la resistencia de NiCr. En la Figura 6 se ve la comparación de la rampa de calentamiento de las diferentes resistencias comparando la temperatura del agua contra el tiempo transcurrido.

**Tabla 2.** Comportamiento del cambio de temperatura en pruebas contra el tiempo de calentamiento

Resistencia	T inicial (°C)	T final (°C)	$\Delta T$ (°C)	Tiempo (s)
Cerámica	24	38	14	1294
Aluminio	24	38	14	68
NiCr	24	38	14	72
Acero	24	38	14	175

En la tabla 2 se muestra el tiempo que se requiere para alcanzar una temperatura ideal para tomar una ducha, la cual consiste en 38 °C, los resultados favorecen a la resistencia de aluminio y de NiCr, lo que hace una buena idea el considerarlas para su uso en el dispositivo.



**Figura 6.** Gráfica de comparación de calentamiento de diferentes resistencias

## CONCLUSIONES

Al finalizar el trabajo se logró poder contar con un dispositivo capaz de calentar el agua de forma más sencilla a medida que pasa por un depósito semicontinuo con un ahorro de energía comparado con otros sistemas de características similares que hacen uso de mayor cantidad de electricidad o el uso de combustibles fósiles y por ende contribuir al desarrollo de sistemas ahorradores de energía y recursos en casas habitación. Las resistencias de Ni-Cr tienen resultados aceptables y aptos para utilizarse como elemento térmico para calentar agua.

---

## REFERENCIAS

Bosch Manual de instalación y uso Calentador de baja tensión, 2013  
<http://www.calentadoresdemexico.com.mx/5494/index.html>

Callen, H. Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics, Wiley, 1985

García D. U., Gorostiola E. A., Hernández C. F., (2007) Diseño de encendido Programable para calentador automático de agua.

INEGI, (2010). Estadísticas uso de agua.

IUSA, Catalogo y manual de calentadores de agua. 2013 <http://www.iusa.com.mx/cat.asp?lc=20>

J. P. Holman, (1999). Transferencia de calor CECSA,

Levin M. A., Gealt M. A. (1997). Biotratamiento de residuos tóxicos y peligrosos. 1ª Ed. McGraw-Hill, p.102–103

SEMARNAT, CONAGUA, Regaderas Grado Ecológico, compendio de regaderas que cumplen con el grado ecológico 2014