



Prototipo de regadera automatizada con control de temperatura

Prototype of automated shower with temperature control

Diego Camacho-Martínez¹, Mariela-Lizeth Martínez-Hernández¹, Gaudencio Antonio-Benito¹

¹ Tecnológico Nacional de México – ITS Tamazunchale, San Luis Potosí, México.

Recibido: 30-09-2021
Aceptado: 06-12-2021

Autor correspondal: mariela.mh@tamazunchale.tecnm.mx

Resumen

El trabajo realizado consistió en una investigación aplicada y bajo un diseño de investigación de tipo experimental con el objetivo de diseñar un prototipo de regadera automatizada con control de temperatura, para ello se realizaron diferentes pruebas que permitieron observar el rendimiento de una regadera común y la diferencia al utilizar el prototipo en una prueba piloto. En este proyecto debido a la situación de la pandemia por el COVID19, se trabajó únicamente con la población de la comunidad de Pared Gruesa de Chapulhuacán, Hidalgo con la intención de recabar algunos datos importantes para el desarrollo de la presente investigación, entre los instrumentos que se aplicaron está una encuesta, la cual fue aplicada a un representante por familia de la comunidad antes mencionada, para obtener datos referentes al consumo de agua. Posteriormente se complementó la información mediante la aplicación de la técnica de observación, con la finalidad de registrar datos sobre el funcionamiento de los boilers, una vez registrados y analizados, esto sirvió sirvieron de base para la construcción de un prototipo de regadera automática que permite regular la temperatura del agua al abrir y cerrar las llaves de paso de manera automática, esto se logró mediante la instalación de un sensor para la temperatura del agua. Por último, se realizó una prueba piloto en una regadera construida específicamente para el prototipo y se observó su funcionamiento. Cabe mencionar que los resultados mostrados se limitan únicamente a la fase de diseño del prototipo.

Palabras clave: sensor, temperatura, regadera, ahorro, agua.

Abstract

The work carried out consisted of applied research and under an experimental research design with the aim of designing a prototype of an automated shower with temperature control, for this different test were carried out that allowed to observe the performance of a common shower and the difference when using the prototype in a pilot test. In this project due to the situation of the COVID19 pandemic, we worked only with the population of the community of Pared Gruesa de Chapulhuacán, Hidalgo with the intention of collecting some important data for the development of this research, among the instruments that were applied is a survey, which was applied to a representative per family of the aforementioned community, to obtain data on water consumption. Subsequently, the information was complemented through the application of the observation technique, in order

to record data on the operation of the boilers, once registered and analyzed, this served as the basis for the construction of a prototype of an automatic shower that allows to regulate the temperature of the water when opening and closing the faucets automatically, this was achieved by installing a water temperature sensor. Finally, a pilot test was carried out on a shower built specifically for the prototype and observed its operation. It is worth mentioning that the results shown are limited only to the design phase of the prototype.

Keywords: sensor, temperature, shower, saving, water.

Introducción

De acuerdo con las Organización de las Naciones Unidas (2019) hay alrededor de siete mil setecientos millones de habitantes en todo el mundo aumentando 2.000 millones cada 30 años. Esta cifra de habitantes requerirá la misma cantidad de agua que ocupamos hoy en día o incluso más, por ello se han creado diversas tecnologías que ayudan transportar, purificar y extraer el agua por todo el mundo.

Pero la mayoría de la población no es consciente de cuánta agua utilizan y cuánta es desperdiciada. En la actualidad el ahorro de agua es un tema de suma importancia, crucial para toda economía, y también para el medio ambiente.

Usar tecnologías que recolectan el agua que se desperdicia en distintas actividades del hogar puede ser aprovechada para otras funciones. Tal como los autores Hernandez y Pinzon (2017) expone que con el uso de recolectores de agua se podrían ahorrar una cantidad considerable de litros de agua al año por familia. El agua recolectada podrá hacer útil para otros usos como: lavar el jardín, vaciar el inodoro, en definitiva, para aquellos usos no potables; en la actualidad se busca tratar de evitar el desperdicio del agua, no sólo en el uso para satisfacer necesidades personales, sino también en cultivos de acuerdo con Pérez (2015), se ha descubierto en un estudio reciente que la reutilización de aguas grises purificadas tiene beneficios económicos ya que el agua potable se destina sólo al ser humano. Además, genera nuevas formas que el sector agrícola pueda regar los cultivos sin tener que usar agua potable o esperar las lluvias.

Ahora bien, existen accesorios que permiten ahorrar agua, un ejemplo de estos son los termómetros de temperatura y los medidores que cuenta cuantos litros de agua se están

utilizando y la temperatura que tiene el agua. Pero estos no son del todo precisos y tienden a fallar. En la última década ha salido a la venta un nuevo tipo de regadera eléctrica, sacada al mercado por diferentes empresas, pero con la misma función. Uno de los modelos más conocidos es el de la empresa Rotoplas (2018), siendo un dispositivo que permite tener agua caliente sin contar con un boiler y poder regular la temperatura en tres niveles apagado, templado y caliente.

Estos diseños de regaderas han sido de las opciones más viables para el control de la temperatura, pero su instalación y el uso que se le da debe ser el adecuado para un buen funcionamiento. Tal como Debate (2017) expone: es necesario para su instalación la ayuda de una profesional ya que una instalación incompleta puede provocar la muerte. Grupo Comercial GCS México (2017) ha descubierto en un estudio reciente que si la regadera no es conectada a tierra física puede generar una descarga eléctrica a los usuarios resultando ésta mortal. Además, la garantía que tienen estos aparatos en promedio es de un año de funcionalidad eficaz. Las regaderas automatizadas o modernas son otra de las opciones de ahorro y poder llevar un avance hacia las casas inteligentes del futuro. La finalidad de éstas es poder regular la temperatura del agua de manera automática antes de que esta salga para bañarse y así omitir la acción de regulación automática, la cual es la principal causante del desperdicio de agua en la ducha. La tecnología que ocupa esta regadera es mediante Arduino, sensor LM35 (Sensor de temperatura), válvulas con servomotores y LED o pantallas LCD. Los usos de estos componentes se han utilizado para controlar el flujo de agua en sistemas de riego, tal como Guijarro y Zambrano (2018) presentaron el uso de Arduino y control móvil en un prototipo mostrado que con el uso de estos dispositivos se puede tener un buen control del agua.

En México, el consumo promedio de agua por persona es de 380 litros de agua al día de acuerdo con los datos obtenidos del portal Agua.org. Una de las muchas utilidades que se tiene del agua en los hogares es para bañarse, el principal dispositivo empleado para esta tarea es la regadera de cabezal fijo. Una ducha de 10 minutos consume 200 litros de agua, según datos de la OMS, organización que, a su vez, recomienda gastar un 150% menos.

En opinión de Buecher (2015) las personas tienden a usar la ducha por lo menos 15 minutos a pesar de contar su calentador de agua eficiente y bajo demanda y un cabezal de ducha extra conservador. Por ello creo “Spiky” un sistema que alertara a las personas que se bañan por más de 4 minutos obligándolos a dejar de bañarse. El sistema funciona inflando

unas púas que pueden ser incómodas en la ducha. Los visitantes pueden establecer una hora y experimentar la sorpresa de una ducha con la conciencia mientras se llena de aire (Beitiks, 2015). Siendo clave tomar en cuenta es para el diseño de nuevos prototipos.

El intenso proceso de la urbanización de las ciudades y pueblos en el aumento de viviendas ha requerido la demanda de determinados recursos como el agua. Explica cómo el desarrollo y el crecimiento de la población en las grandes ciudades son las principales causantes de la escasez de agua ya que realmente no es desperdiciada, sino que ésta no llega a todas las viviendas de una ciudad. Además, los desperdicios que existen debido al mal estado en que se encuentra los sistemas de tuberías de agua potable por la ciudad. En su opinión, otro factor influyente es que normalmente el desarrollo de algunos lugares urbano no llega a estar establecido cerca de fuentes potables de agua que podrán abastecer la demanda urbana y turística. Lo cual provocará que la oferta de agua descenderá debido a una mayor escasez e irregularidad de las precipitaciones.

En el estudio Llatas y Sánchez (2019) expresan que la principal causa del consumo excesivo de agua en las viviendas es debido al mal funcionamiento de la red de tuberías que la mayoría de las veces conectan con los baños de la vivienda. Actualmente las instalaciones de tuberías ya no pueden funcionar adecuadamente para los estándares moderno, lo cual surge en la necesidad de implementar nuevos sistemas y métodos para el control del agua, ya que comúnmente la red de tuberías y grifos tienen fugas.

En opinión de Ghazarian, Ruggieri y Balaster (2009) se puede implementar en los hogares el uso de tecnologías capaces de detectar fugas en una tubería, al emitir una alarma cuando la presión de agua baje muy rápido. Esta es una de las formas en que puede llegar a usarse la tecnología como un medio para cuidar un recurso tan importante como el agua. El autor Monge (2017) menciona como algo que se debe de tomar en cuenta en un sistema control de agua, es el aire que llena totalmente los conductos cuando se ponen en servicio por vez primera, o cuando han sido vaciados por cualquier causa. Una vez que la instalación está en funcionamiento las bolsas de aire se desplazan por la tubería y se acumulan en las zonas más elevadas y a lo largo de accesorios y derivaciones. El autor López (2014) explica que se han sido diseñados y configurados para mantener algunas variables importantes del proceso tales como la presión y el nivel la temperatura, dentro de un rango operativo. Cada uno de estos bucles recibe y crea internamente perturbaciones que afectan negativamente a

la variable de proceso, y la interacción de otros bucles en la red proporciona perturbaciones que influyen en la variable de cada proceso.

Por ello la empresa Suhissa (2019) recomienda para reducir el efecto de estas perturbaciones de carga, los sensores y transmisores tienen que recopilar toda la información sobre la variable de proceso y su relación con un punto de referencia deseado.

Al ducharse una persona debe de regular la temperatura del agua, para ello se tienen que girar manual mediante las llaves. El sistema actual que tienen las regaderas requiere que este abierto por cierto tiempo lo cual origina que se desperdicie una gran cantidad de agua. Además, la mayoría de la población tiende a dejar la llave abierta mientras realiza otra actividad que no implica necesariamente tener la necesidad de mantener la regadera abierta, y lo hacen con la finalidad de que no tengan que regular nuevamente el agua. Pero esta actividad provoca que se desperdicie la cantidad de 200 litros de agua generando un mayor gasto de los recursos tanto de agua como de la electricidad. Asimismo, en ocasiones el sistema de plomería con el que se cuenta no está instalado correctamente, ocasionando que la presión de agua sea muy diferente en las dos temperaturas, lo que origina que se mantengan las llaves abiertas para comprobar que el agua si está caliente. Toda el agua que se utiliza en este proceso de regulación de temperatura, es desperdiciada en la mayoría de los casos, ya que es agua limpia que no se le da uso y termina mezclándose con los desechos del drenaje o aguas negras.

Por lo cual una regadera ahorradora o automatizada ayudara reducir el consumo de agua y a la vez reducir gasto económico del hogar, además una gran manera de poder tener una casa ecológica al disminuir el desperdicio de agua y la energía que se requiere para que esta pueda llegar a los hogares. Al implementar esta regadera valor del hogar aumentara ya que es un paso más para tener una casa inteligente para que un futuro pueda ser vendido con más beneficios, además de dar un buen confort al momento de ducharse y no sufrir los cambios de temperatura en agua.

Materiales y métodos

El diseño que se empleó es de investigación experimental debido a las diferentes pruebas que se realizaron para ver el rendimiento de una regadera común y la diferencia al utilizar el prototipo. El alcance de la investigación de campo fue de tipo descriptivo y transeccional. Los materiales utilizados para recopilar la información fueron: la encuesta y observación. En el caso de la encuesta se aplicó a los habitantes de la comunidad de Pared Gruesa y la observación se realizó posteriormente de aplicar las encuestas para verificar la función de los tipos de boiler que son utilizados en la comunidad de Pared Gruesa. Se observaron detalles el tiempo que les toman calentar agua, la capacidad de agua que

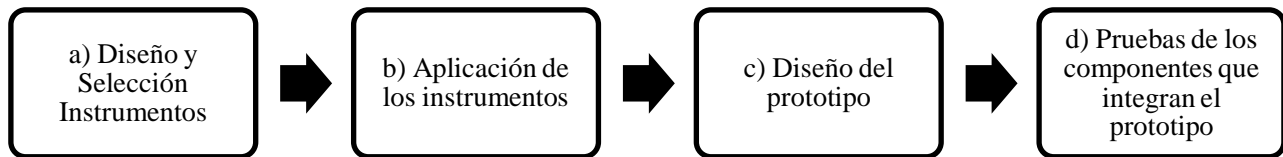


Figura 1: Procedimiento
Fuente: Elaboración propia, (2020)

pueden calentar, la temperatura del agua al salir por la regadera y qué tipo de combustible usan para su funcionamiento, estos datos fueron muy importantes y se consideraron en la fase de desarrollo del prototipo. El procedimiento que se siguió para realizar la investigación y lograr el objetivo fue el siguiente:

a) Diseño y Selección de instrumentos: Se determinó que adicional a la investigación documental era necesario obtener información de primera mano, por ello fue necesario diseñar una encuesta a los habitantes de la población seleccionada (derivado de la contingencia sanitaria).

b) Aplicación de instrumentos: para aplicar los instrumentos se acudió de forma presencial a 54 hogares de un total de 61 en debido a que en los hogares faltantes no se encontraba nadie en casa mientras se realizó la encuesta, dando un resultado final de 54 encuestas contestadas las cuales se tabularon en una hoja de cálculo Excel y posteriormente se realizaron gráficas para una mejor presentación e interpretación.

c) Diseño del prototipo: se comenzó la elaboración de un boceto de cómo sería el prototipo cuando fuera instalado en una regadera sin afectar la instalación de tuberías que ya tiene. Para su elaboración se consideró que el diseño e instalación no interfiera demasiado con la instalación normal de plomería de una regadera, antes de llegar a la salida hay dos tuberías que se conectan: la tubería del agua caliente y fría las cuales normalmente antes de

la unión, cuentan con llaves de paso para abrir y cerrar el flujo de agua tanto fría como caliente.

Una vez que se adquirieron los materiales se comenzó con la lógica sobre cómo funcionaría el código de programación que controlaría las funciones de dispositivo con arduino para el funcionamiento del control de temperatura. Las llaves que se utilizaron para pruebas del prototipo se abren al girarlas a 90 grados, por lo cual los servomotores tienen que girar en posiciones de 0 a 90 grados, por ello el código se tiene que colocar en ese rango de posiciones dependiendo de la temperatura del agua.

En la siguiente tabla 1 se muestran las opciones en que estarán los servomotores por lo cual también las llaves de paso dependiendo de la temperatura del agua. Las posiciones de abierto y cerrado se cambiarán hasta que el agua se pueda mantener en un rango de temperatura de 30 a 40 °C la cual es una temperatura estándar para tomar una ducha. En el caso de que la temperatura sea menor a 20 °C se cerrara el agua fría ya que probablemente hay un fallo con el calentador y es mejor cerrar el flujo de agua. En el caso de que el agua sea muy caliente se abrirá toda el agua fría y muy poca el agua caliente para que se tenga una temperatura agradable.

Tabla 1: Posición de los servomotores en función de la temperatura del agua.

Temperatura	Servomotor 1(Caliente) posición en grados	Servomotor 2 (Fría) posición en grados
Menor a 15 °C	0°	0°
15 a 20 °C	90°	0°
20 a 30 °C	60°	30°
30 a 40 °C	45°	45°
40 a 50 °C	30°	60°
50 a 60 °C	20°	90°
Mayor a 60 °C	0°	90°

d) Pruebas con el prototipo: Una vez que la primera etapa del diseño del prototipo fue terminada se sometió a diferentes pruebas, esto con el fin de ver si todas sus piezas funcionan correctamente, por ejemplo, comprobar si la temperatura que mostraba el transistor LM35 (Sensor de temperatura) en la pantalla LCD (Pantalla de cristal líquido), para ello se hizo uso de una secadora de cabello para arrojarle aire a diferente temperatura; y

para corroborar que la temperatura era correcta se utilizó un termómetro análogo. Otra prueba fue comprobar que el giro de los servomotores era indicado en el código y similar al descrito en la tabla 1, para verificar qué los giros eran correctos se pulsaba el interruptor de cerrado y se colocaba el servomotor en cero grados, después de volver a presionar el interruptor y medir si el giro, con un transportador para comprobar que el giro es correcto en función a la temperatura mostrada en la pantalla LCD (Pantalla de cristal Líquido). En las pruebas que mostraron fallas se retornó a la etapa 3 para modificar el diseño del prototipo. Una vez que todas piezas fueran verificadas se montó el prototipo en una regadera instalada para ver el funcionamiento del prototipo.

Resultados y discusión

Resultado de la aplicación de la encuesta

En 25 hogares de la comunidad toman duchas de 16 a 20 minutos y 15 hogares de 11 a 15 minutos, y sólo un hogar toma duchas de 5 minutos lo cual es lo recomendado por la

organización mundial de la salud (OMS) para evitar un consumo excesivo del agua, pero también hay 13 hogares que toman duchas de 5 a 10 minutos que también puede ser un tiempo considerable para tomar una ducha

En la gráfica se muestra el número de hogares que tienen boiler y así como el tipo de boiler que utilizan. Hay alrededor de 30 hogares que no utilizan boiler y 24 que si tienen de los cuales 5 tienen un boiler eléctrico, 10 un boiler de gas y 9 hogares cuentan con boiler solar.

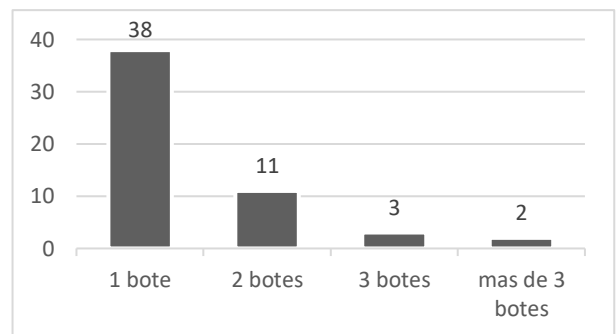


Figura 2: Consumo de agua en la ducha en los hogares de Pared Gruesa, Chapulhuacán, Hgo. Fuente: Elaboración propia (2020)

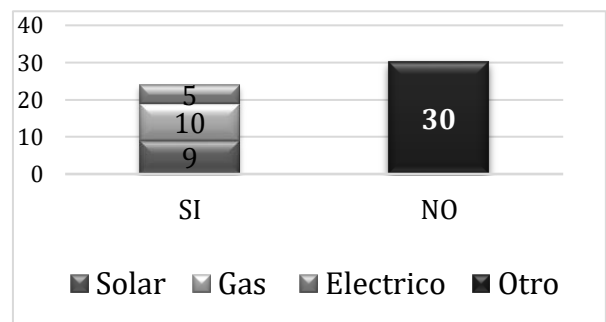
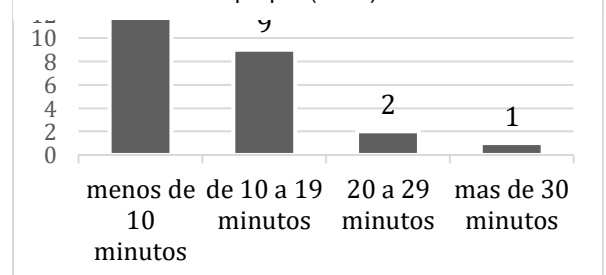


Figura 3: número de hogares que tienen boiler y tipo de boiler que utilizan.

Fuente: Elaboración propia (2020)



Un boiler puede tomar mayor mente menos de 10 minutos para calentar el agua esto siendo más comúnmente en los boiler solares y eléctricos. Los boilers de gas pueden llevar más de 10 minutos en calentar el agua o incluso más tipo dependiendo del tipo que es ya sea de almacenamiento o paso de rápida recuperación.

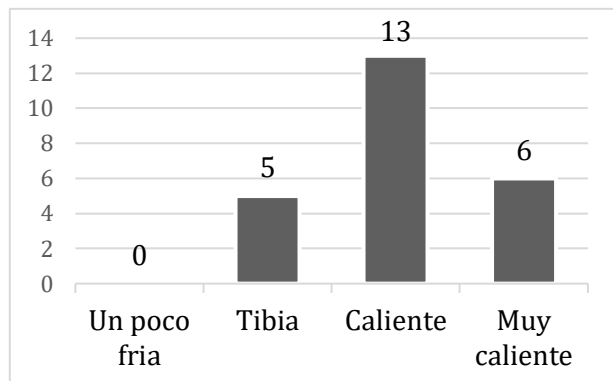


Figura 4: Tiempo de calentamiento del agua en los boilers
Fuente: Elaboración propia (2020)

Figura 5: Nivel de temperatura del agua al salir del boiler hacia la regadera
Fuente: Elaboración propia (2020)

En la gráfica 5 se observa que 13 de los boilers de los hogares tienen una temperatura considerada caliente esto indica que funcionan correctamente y hay 5 boiler que su temperatura es tibia que indica que no funcionan muy bien. Los boiler que producen agua muy caliente son boiler solares los cuales es común que alcancen grandes temperaturas en días soleados y calurosos.

Resultados de la observación:

Como resultado de esta actividad se hizo un análisis comparativo de los distintos tipos de boiler, su funcionamiento y características de los tres tipos que hay en la comunidad de Pared Gruesa: los de tipo de paso de instantáneo y de recuperación rápida se ven como una mejor opción para un ahorro agua son menos comunes ya que su instalación es más difícil y su consumo energético es mayor, por ello en la comunidad hay más boiler de depósito. El boiler de depósito es más común de instalar en el caso de los de gas y es muy fácil de instalar a uno eléctrico, pero la continuidad con la que pueden calentar agua es larga ya que toma mucho tiempo calentarla si ya se usó toda el agua almacenada. En caso de los boilers solares, el agua siempre está caliente si al menos estuvo soleado una vez a la semana, pero el agua saldrá muy caliente por lo cual es muy difícil de regular la temperatura una de las desventajas es que puede causar quemaduras. En algunos de los casos observados donde tenían boiler solar los usuarios describieron que utilizaban botes de agua para captar el agua caliente para después agregarle el agua fría y así poder bañarse.

Tabla 2: Tabla comparativa de los distintos tipos de boiler

	Depósito	De paso de rápida recuperación	Paso instantáneo
Funcionamiento	Su funcionamiento se basa en un tanque interno que almacena el agua caliente y la surte a una buena temperatura con un flujo estable.	Estos calentadores funcionan a través de un sensor de flujo, es por esto que sólo se activan cuando detectan la circulación del agua.	Cuentan con un depósito interno de almacenamiento (depende la capacidad es el volumen que almacena) que se calienta rápidamente con un quemador encendido.
Combustible o recurso para su funcionamiento.	Los diseños pueden ser diferentes debido a que puede utilizar gas, electricidad y pueden ser solares	Funciona a base de gas o electricidad.	Funciona a base de gas o electricidad.
Tamaño	En caso de los de gas y eléctricos llegan a ser de medio metro de alto En caso de ser solares llegan a hacer de 2 metros de largo por un metro de alto.	Son muy similares en tamaño a un boiler de depósito de gas.	Es pequeño midiendo alrededor de medio metro de alto y alrededor de 30 cm de largo
Capacidad de agua que almacena para calentar	En caso de los eléctricos y de gas almacenan alrededor de 25 litros. En el caso de los solares almacenan 180 litros	Su capacidad puede ser de 20 a 25 litros	Pueden llegar almacenar entre 6 a 10 litros por minuto
Cuenta con sistema para controlar la temperatura	En caso de los de gas se puede controlar el tamaño de la flama lo cual influye en la temperatura. Los solares y eléctricos no cuenta con sistema para controlar la temperatura.	No cuenta con al sistema para controlar la temperatura	Cuenta control manual el cual permite elegir entre agua tibia, caliente y muy caliente
Tiempo para calentar el agua	En caso de los solares siempre que frecuente los días soleados el agua siempre estará caliente. En el caso de los eléctricos y gas toma alrededor de 10 minutos	Le toma 5 minutos si es de gas, pero si es de eléctrico solo tarda 1 minuto	Al momento en que se enciende comienza a calentar por lo cual el agua siempre está caliente.
Tiempo para regular la temperatura	En los tres tipos combustible puede llegar tomar más de un minuto ya que los solares el agua es muy caliente y en el	Puede tomar más de un minuto debido a las variaciones de la temperatura	Debido a que ya cuenta con un control de temperatura la regulación de temperatura se realiza en menos de un minuto,

caso de los eléctricos y de gas no es muy caliente.

pero mayor a 30 segundos

Cambios en la temperatura al usarse por un largo periodo de tiempo

Solo en los casos del boiler de gas y eléctrico la cantidad de agua caliente es limitada ya que depende de su capacidad de almacenamiento.

En caso de que el depósito se pequeño después un largo tiempo o un flujo de agua continuo larga puede tardar en calentar el agua

El agua caliente es ilimitada por lo cual no habrá cambios en la temperatura del agua caliente

Fugas o fallas que presenta

En caso de los boiler solares tiene un sistema de purga automático que libera agua si la temperatura es muy alta y en caso del boiler solar quema los fusibles del hogar si se queda sin agua.

No presenta fallas

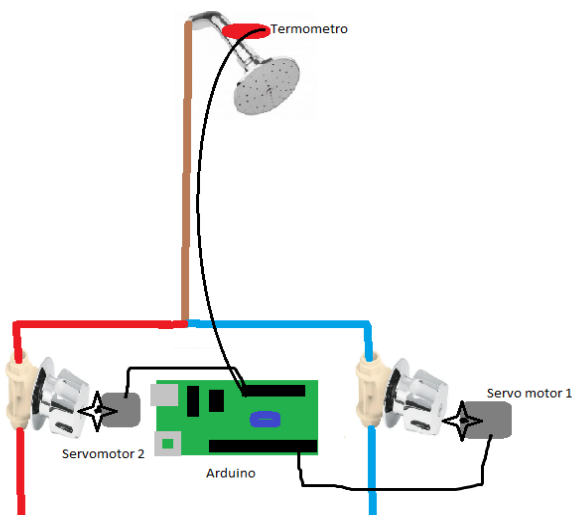
No presenta fallas

Bosquejo del prototipo

Para el diseño del prototipo se siguió el siguiente bosquejo con la finalidad de no modificar la instalación de una regadera común ya que están fijas en una pared.

Al ver esta función se decidió crear un diseño en el cual se colocaría un servo motor en cada una de las llaves que serán controlados por un dispositivo arduino el cual conecta con un termómetro que está cerca de cabeza de la regadera (Figura 6).

El código fue creado utilizando los principios vistos en la tabla 3, sobre las posiciones



en que estarán los servomotores dependiendo de la temperatura y al tener todos los componentes electrónicos conectados al dispositivo Arduino. La función de código es guardar el valor arrojado por el sensor de temperatura para después realizar la siguiente operación **Temperatura = Valor * 5 * 100 / 1024** con el fin de tener un valor de la temperatura en centígrados, una vez obtenido el valor de la temperatura con el uso de unas expresiones condicionales, las

Figura 6: Bosquejo del Diseño de la regadera. Fuente: Elaboración propia (2020).

cuales si está dentro de uno de los rangos de temperatura los servomotores giran y se enciende un led que indica si el agua está caliente o fría. El valor de la temperatura se muestra usando la función de imprimir en la pantalla LCD. Finalmente se incorporó una función para un interruptor que cerrara las llaves al ser activado, el cual coloca ambos servomotores en la posición de 0°. Una vez que se obtuvo el bosquejo del prototipo, así como las piezas necesarias para su construcción se elaboró el código de programación que fue cargado en el dispositivo arduino.



piezas que se ocuparon.

Figura 7: Tarjeta de expansión de arduino para motores.
Fuente: Elaboración propia (2020).

Armado del prototipo

Para la primera parte para la construcción del prototipo fue agregarle una tarjeta de Arduino para control de motores de corriente continua CC (L293D) para un mejor control de los servomotores y además de agrega más conexiones para las



piezas fundamentales para el temperatura en la ducha.

Con la instalación de la tarjeta para el control de motores se obtuvieron más conexiones de GND (conexión a tierra) y de corriente de 5 V las cuales son necesarias para varios compones utilizados en el prototipo.

En este resultado se muestra como quedo el armado de los componentes electrónicos del prototipo que son las

funcionamiento del control de

Figura 8: Conexión de los componentes
Fuente: Elaboración propia (2020).



Figura 9: Pruebas de temperatura
Fuente: Elaboración propia (2020)

Pruebas: realizar diferentes pruebas a los componentes utilizados para el funcionamiento del prototipo esto con el fin de mostrar que el sistema de control de temperatura en la ducha funciona

adecuadamente para controlar con los servomotores las llaves de paso de la regadera.

Funcionamiento del sensor de temperatura y Pantalla LCD:

La primera prueba realizada mostro como la temperatura en la pantalla LCD era similar a la que muestra el termómetro analógico al encender una secadora de cabello que arrojar aire caliente y frio sobre el sensor de temperatura LM35 y termómetro analógico.

Cuando se comprobó que todas las piezas funcionaban correctamente se construyó una regadera conectada un boiler eléctrico para que suministrara agua de igual manera a una regadera común como se ve en la siguiente figura. El sensor de temperatura se introdujo dentro de un tubo de cobre de ½ pulgada y fue sellado para que no entrara el agua y se colocó en unas piezas de PVC antes de llegar al cabezal de la regadera para la medición de la temperatura del agua. Como se puede ver en la figura



Figura 10: Sensor de temperatura instalado en la regadera
Fuente: Elaboración propia (2020)



Figura 11: Montaje del prototipo en las llaves
Fuente: Elaboración propia (2020)

Como se había mostrado en el bosquejo del prototipo los servomotores y el dispositivo arduino fueron colocados en las llaves de paso en de la regadera esto dentro de una caja de cartón construida para tener fijos los servomotores. La pantalla LCD y el interruptor de cerrado fueron colocados en la parte de arriba de la caja para que estén a la vista como se muestra en la figura

se muestra en la figura

La prueba final de prototipo fue abrir el flujo de agua para que llegara a la regadera instalada con el prototipo y después se encendió el prototipo para observar su funcionamiento. Cuando se encendió el prototipo al momento en que llego al agua fría a salir por la regadera se cerró debido a que la temperatura muy baja debido al que el clima local era de 16°C y la temperatura



Figura 12: Prototipo instalado en la regadera
Fuente: Elaboración propia (2020)

registrada en el agua por el prototipo era de 12°C por lo cual el agua caliente se abrió completamente de manera automática y comenzó a regular la temperatura, el tiempo que le tomo para regular la temperatura fue de 4 .84 segundos.

El agua resultante fue captada en una cubeta y después fue comprobada su temperatura con el termómetro analógico el cual mostro una temperatura de 32°C esta temperatura esa dentro de los rangos aceptables para tomar una ducha, pero el agua que es captada tiene una temperatura menor a como cuando sale de la regadera la cual se estima que tiene dos grados más. Después se activó el interruptor de cerrado el cual se cerró ambas llaves en menos de 3 segundos el agua dejo de salir así impidiendo que agua siguiera saliendo. De esta manera se comprobó el prototipo funciona correctamente ya que al dejar las llaves abiertas la temperatura se mantuvo agradable. El agua que se consumen en el tiempo que se abren y cierran las llaves es de apenas dos vasos de agua siendo una cantidad menor a que se consume en una regadera común al regular la temperatura.

Conclusiones

Se logró diseñar el prototipo que auto regula la temperatura del agua en la regadera sin modificar demasiado la instalación de tuberías y llaves con la que cuenta. El prototipo cuenta con una pantalla LCD donde se mostró la temperatura del agua y permite verificar si las llaves están abiertas o cerradas, solo cuenta con dos interruptores uno de encendido y otro para cerrar y abrir las llaves. Con esto se ha demostrado que el uso del prototipo es simple y no cambia mucho la actividad de bañarse, pero reduce más el consumo de agua debido a que el prototipo regula el agua entre 4 y 10 segundos, mientras que comúnmente la regulación de agua toma más de 30 segundos en una regadera promedio la cual desperdiciaba varios litros de agua, mientras con el prototipo sólo se desperdician dos vasos de agua.

Con lo anteriormente mencionado se puede concluir que los objetivos fueron cumplidos ya que el objetivo general de diseñar el prototipo que permita disminuir el desperdicio de agua en las regaderas se cumplió, y se comprobó en la prueba piloto con la regadera construida. Además, se identificaron las tecnologías utilizadas para el control de

temperatura en los boilers observados. Con las entrevistas a la población de Pared Gruesa de Chapulhuacán, se pudo complementar la información para el diseño del prototipo.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mis grandes amigas Karla Rubí y Mariana, por darme el apoyo y los ánimos cuando más los necesité para completar cada una de las etapas para realización y conclusión del proyecto. Una mención muy especial para mis padres, que me ayudaron y fueron un gran apoyo, especialmente a mi padre, involucrarse y ayudarme en la fase de construcción del prototipo.

A toda la comunidad de Pared Gruesa del municipio de Chapulhuacán, Hgo., por su participación durante la fase de aplicación de instrumentos.

A las personas que de manera directa e indirecta participaron en el desarrollo del proyecto, así como a quienes estuvieron apoyando el desarrollo del prototipo desde la asignatura de Taller de Investigación I y Taller de Investigación II, de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, perteneciente al Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale. Y pese a las condiciones de pandemia que se han presentado desde marzo 2020, los trabajos se concluyeron de forma satisfactoria.

Referencias bibliográficas

Buecher, E. (2015, 20 julio). Professional Home Staging Services. Recuperado de <https://www.elisabethbuecher.com/>

Beitiks, M. O. E. (2015, 21 julio). The Spiky shower curtain will kick you out of the shower after 4 minutes... [Publicación en un blog]. Recuperado de <https://inhabitat.com/my-shower-curtain-is-a-green-warrior/>

Debate. (2017, 7 abril). El correcto funcionamiento de la regadera eléctrica para evitar accidentes. Recuperado de <https://www.debate.com.mx/prevenir/Conoce-la-forma-correcta-de-usar-la-regadera-electrica-20170407-0108.html>

J. Ghazarian, T. Ruggieri y A. Balaster (2009). Secure Wireless Leak Detection System. World Intellectual Property Organization (WIPO). WO/2009/017512.

Grupo Comercial GCS México. (2017, 17 diciembre). Las ventajas de las regaderas duchas y calentadores eléctricos para agua. Recuperado de <https://www.cchmexico.com.mx/regaderas-duchas-calentadores-electricas-para-agua/>

Hernandez, A. N., & Pinzon, D. F. (2017). DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PROVENIENTE DE LA DUCHA (Tesis de posgrado). UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.

Pérez S., I. (2015, 30 enero). Las “aguas negras” y sus beneficios. Recuperado de http://ciencia.unam.mx/leer/425/Las_%E2%80%9Caguas_negras%E2%80%9D_y_sus_beneficios

Rotoplas. (2018, 20 noviembre). Conoce los beneficios de la Regadera Eléctrica - Rotoplas Centroamérica. Recuperado de <https://rotoplascentroamerica.com/conoce-los-beneficios-de-la-regadera-electrica/>

GUIJARRO-Rodríguez, A. A., CEVALLOS Torres, L. J., PRECIADO-Maila, D., & ZAMBRANO Manzur, B. R. (2018, 15 septiembre). Sistema de riego automatizado con arduino. Espacios, 39(37), 27. Recuperado de <http://www.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p27.pdf>

Naciones Unidas. (2019, 16 septiembre). Población. Recuperado de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>

Llatas Cubas y Sánchez Gonzales (2019). Factores que generan desperdicio de agua potable—ámbitos urbanos de los distritos de Uticyacu, Ninabamba y Yauyucán.

Monge Redondo, M. A. (2017, 14 febrero). El aire en las tuberías: Un problema que a veces es parte de la solución (I). iAqua. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/aire-tuberias-problema-que-veces-es-parte-solucion-i>

López, A. C. (2014). Válvulas de control: selección y cálculo. Díaz de Santos.

Suhissa. (2019, 6 septiembre). Válvulas de control. <https://suhissa.com.mx/valvulas-de-control/>