



# Digitalización de la energía

**Entrega final Proyecto “Monitorización de una carga doméstica”**

**Profesores:** Cristian Chillón A. y Marc Jené V.

**Alumno:** Max Missene M.

**Fecha:** 24 / 06 / 2022.



# Índice

Índice de tablas .....	3
Índice de figuras.....	3
Introducción.....	4
Objetivos .....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos particulares .....	4
Descripción de la carga seleccionada .....	4
Descripción del montaje .....	5
Análisis preliminar del consumo de la carga.....	9
Captura de corriente instantánea.....	9
Grabar datos RMS de corriente y potencia.....	10
Gráficos RMS (corriente y potencia) .....	11
Metodología desarrollada.....	13
Consideraciones .....	14
Resultados obtenidos.....	14
Propuesta para DSM .....	18
Análisis termodinámico .....	23
Conclusiones .....	25
ANEXOS .....	27
Anexo 1: Resultados obtenidos .....	27
Anexo 2: Código en Arduino utilizado .....	33
Anexo 3: Código en Python utilizado .....	35
Anexo 4: SV obtenido preliminarmente .....	36



## Índice de tablas

Tabla 1: Datos de estadística descriptiva preliminares.....	12
Tabla 2: Datos de estadística descriptiva Caso 1 (20 horas; 400 ml; 33°C) .....	15
Tabla 3: Tabla resumen costo de la energía para cargas a las 20 horas del 07/06/2022 .....	17
Tabla 4: Tabla resumen costo de la energía para cargas a las 02 horas del 08/06/2022 .....	18
Tabla 5: Tabla resumen costo de la energía para cargas sin DSM .....	19
Tabla 6: Tabla resumen costo de la energía para cargas con DSM.....	20
Tabla 7: Tabla resumen con análisis termodinámico.....	25

## Índice de figuras

Figura 1: Extractos del manual de la carga seleccionada.....	5
Figura 2: Fotografías dispositivo de potencia .....	6
Figura 3: Fotografías dispositivo de control.....	7
Figura 4: Gráfico corriente instantánea .....	10
Figura 5: Captura de pantalla Spyder.....	11
Figura 6: Gráfico corriente RMS vs estampa horaria, datos preliminares .....	11
Figura 7: Gráfico potencia RMS vs estampa horaria, datos preliminares.....	12
Figura 8: Fotografía de dispositivos tomando datos de la carga .....	13
Figura 9: Gráfico potencia RMS vs hora; Caso 1 (20 horas; 400 ml; 33°C) .....	15
Figura 10: Gráfico precios de energía vs hora (20 horas; 07/06/2022) .....	16
Figura 11: Gráfico precios de energía vs hora (02 horas; 08/06/2022) .....	17
Figura 12: Gráfico precio de la energía vs hora; con precios para cada hora de consumo bajo supuesto	19
Figura 13: Gráfico precio de la energía vs hora; con precios para cada hora de consumo aplicando DSM .....	20
Figura 14: Cotización 1 propuesta de DSM A) .....	21
Figura 15: Cotización 2 propuesta de DSM A) .....	21
Figura 16: Cotización 3 propuesta de DSM A) .....	22
Figura 17: Cotización 1 (única) propuesta de DSM B).....	22



## Introducción

El presente trabajo se enmarca en el desarrollo de un proyecto de monitorización de cargas doméstica, el cual se basa en un hervidor de agua y su tipo de consumo resistivo. Así, a lo largo del documento es posible notar como bajo variados escenarios de estudio se analiza el comportamiento de la carga y se calculan los costos del consumo, basándose en los precios PVPC diarios publicados por Redes Eléctricas de España.

Por otro lado, se realizan supuestos y cálculos de ahorros posibles al gestionar activamente la demanda, obteniéndose resultados que podrían resultar atractivos para el consumidor.

Finalmente, en el informe se realiza un análisis termodinámico teórico y se comparan los tiempos de duración del ciclo de calentamiento teórico con los resultados obtenidos en el proyecto.

## Objetivos

### Objetivo general

Digitalizar la energía, mediante la monitorización de una carga doméstica aplicando conocimientos de gestión activa de la demanda, electrónica y programación.

### Objetivos particulares

- Llevar a cabo un proyecto aplicando el concepto de gestión de cargas domésticas.
- Entender el rol de la gestión de la demanda activa y su impacto (económico, social y ambiental).
- Almacenar, tratar y visualizar datos captados en el monitoreo de una carga doméstica.
- Adquirir datos y utilizar herramientas para acceder a estos.

## Descripción de la carga seleccionada

Para el presente trabajo, se escogió como carga un Hervidor Eléctrico de agua doméstico de 1,8 litros de capacidad. A continuación, se detallan más sus características:

**Carga:** Hervidor Eléctrico de agua



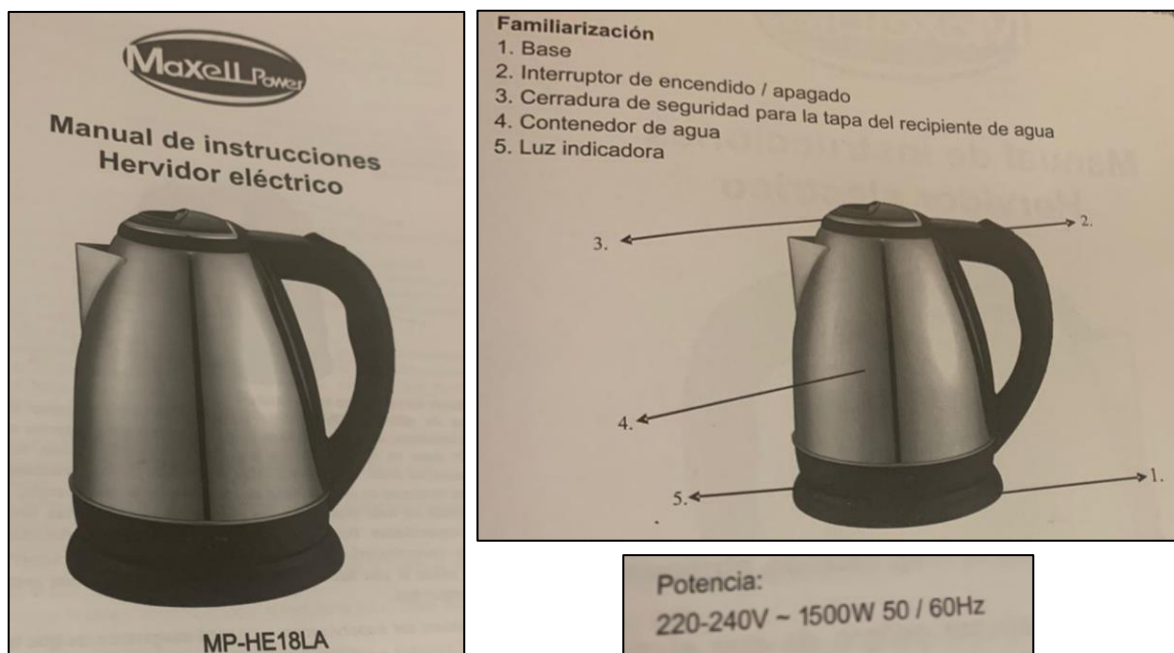
**Marca / Modelo:** Maxellpower / MP-HE18LA

**Potencia nominal:** 1500 W

**Capacidad máxima:** 1,8 litros

**Uso habitual:** Muchas veces al día se utiliza el hervidor de agua, dado que se consumen mucha variedad de bebidas calientes durante todo el día (té, mate, café instantáneo, etc.).

Dada su característica de carga monótona, en el presente trabajo se complementará el presente informe con un análisis termodinámico, en el cual se busca estimar el tiempo de duración del proceso de calentamiento de agua del hervidor considerando diferentes condiciones iniciales en las variables volumen de agua y temperatura inicial del agua.



*Figura 1: Extractos del manual de la carga seleccionada*

## Descripción del montaje

Para describir el montaje se separará este mismo en dos dispositivos, uno que se llamará el dispositivo de potencia y el otro que se nominará dispositivo de control.



**Dispositivo de potencia:** Se da este nombre a la parte del dispositivo que estará conectado y sometido directamente al voltaje más alto del montaje (230 V), en este caso este dispositivo será constituido por:

- Un enchufe de 230 V (receptor) con caja.
- Un block de conexión.
- Un fusible.
- Un cable con enchufe de 230 V (conector).
- Un transformador de corriente (1000/1) y (30 A / 1V).

El enchufe conector irá alimentado desde la red eléctrica y la carga se conectará en el enchufe receptor, así al interior de la caja, con las fases desacopladas al cable se podrá medir mediante el transformador de corriente la corriente que circula de la red a la carga, lo anterior además se protege con el fusible y se incorpora un block de conexión para no exponer los terminales de la fase al incorporar el fusible (por medidas de seguridad).

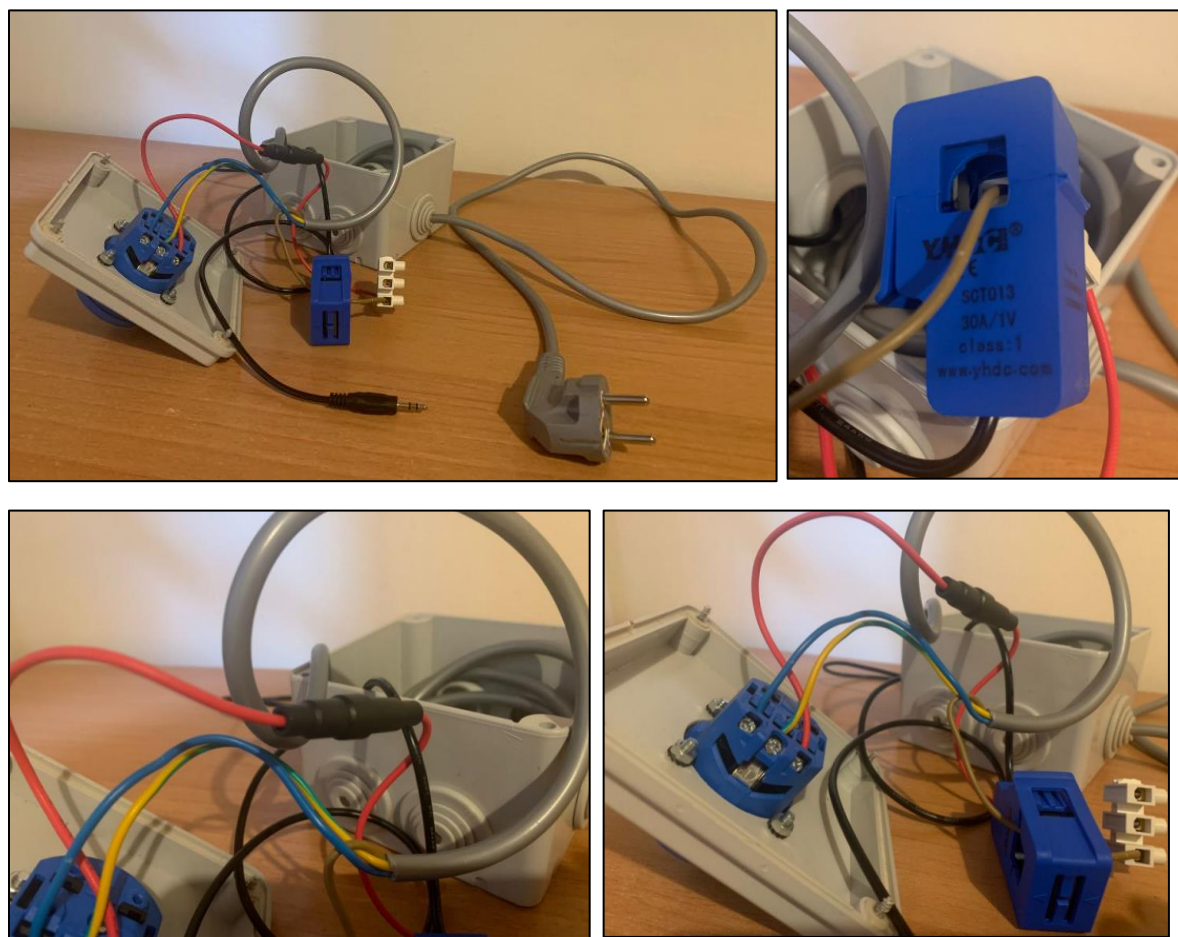


Figura 2: Fotografías dispositivo de potencia

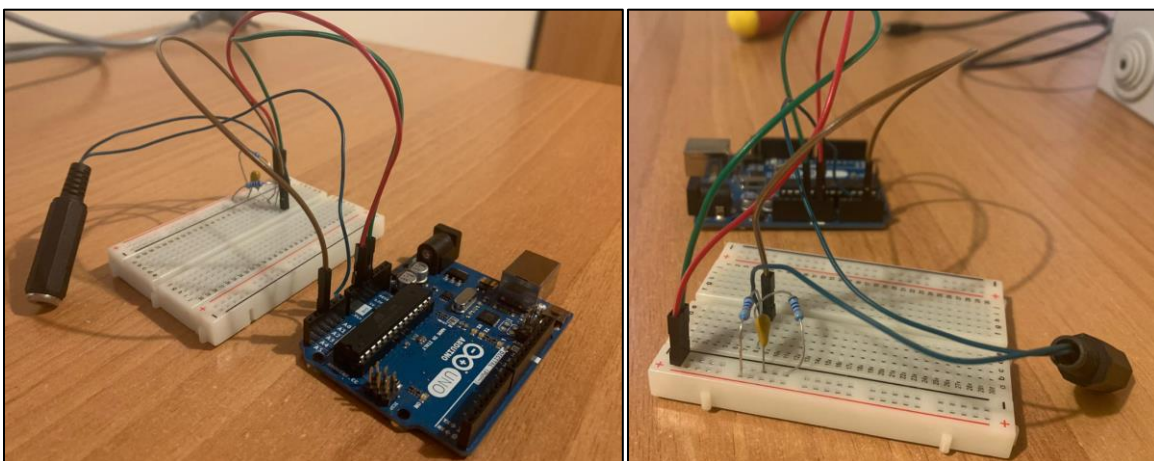




**Dispositivo de control:** Se da este nombre a la parte del dispositivo que estará conectado y sometido a voltajes normalizados de (1 V y 5 V, por parte del transformador de potencia y del Arduino, respectivamente), en este caso este dispositivo será constituido por:

- Un conector receptor para conectar el transformador de corriente.
- Un microcontrolador Arduino Uno.
- Una protoboard.
- Dos resistencias del mismo valor.
- Un condensador.
- Cables conectores de circuitos electrónicos.
- Cable conector UBS – Arduino.

Mediante el conector receptor se conecta el transformador de corriente (con conector) al microcontrolador Arduino, sin embargo, esta conexión se realiza mediante una protoboard, que permite (mediante un par de resistencias y un condensador), establecer sólo tensiones positivas para ser procesadas por el microcontrolador.



*Figura 3: Fotografías dispositivo de control*

Por otra parte, se establecieron códigos en el lenguaje de programación de Arduino, para procesar y dar formato a la información captada por el Arduino del transformador de corriente, e imprimir en pantalla la corriente RMS y la potencia de la carga. Así, posteriormente con el lenguaje Python se recompilan los datos desde el puerto USB y se le agrega la estampa horaria para almacenarlos en un archivo de formato CSV.



## Códigos:

En los anexos se presentan los códigos utilizados y comentados, no obstante, se realizará una descripción general de los códigos:

### Código en lenguaje Arduino:

En el código en primera instancia se definen y establecen variables y constantes que se utilizarán en el programa, así se debe tener como información básica de entrada, los pines utilizados en el microcontrolador, datos del transformador de corriente para poder determinar la resistencia interna y su razón de transformación. Después de definidos los valores iniciales y el tipo de las variables y constantes, se establece la función SETUP dónde se inicializa el puerto serial a utilizar, estableciendo su velocidad de impresión de datos mediante la función Serial.begin().

Así, a continuación, se establece un bucle cíclico infinito “loop()” en el cual se leerá el tiempo en microsegundos, y se calculará la diferencia de tiempo entre las lecturas de la corriente instantánea. Por otro lado, dentro del bucle se realizará una condición para que ciertos cálculos se realicen cada 1 milisegundo, como es la lectura de las entradas analógicas del Arduino (mediante las funciones analogRead(), asociadas a los pines antes configurados), haciendo una traducción de los valores leídos a valores de tensión (regla de 3). Con lo anterior, y los datos del transformador de corriente se establece la corriente instantánea (y se acumula en una variable junto al número de muestras, para poder determinar el valor RMS).

Después, se realiza una nueva condición IF que permite ejecutar los siguientes cálculos cada 20 muestras acumuladas, generando el dato de corriente RMS cada dicho número de muestras. Finalmente, mediante un último IF se acota la impresión de los valores a cada 50 muestras (1 segundos).

### Código en lenguaje Python:

- Obtención de datos arduino:

Realiza una comunicación con el puerto serial donde se conecta el microcontrolador Arduino y la velocidad que le fue seteada. Después genera un loop de lectura y almacenamiento de los datos leídos, estructurando y creando un archivo en formato CSV, y agregando la estampa horaria de la lectura (en formato utf-8). Finalmente, se establece un mecanismo de interrupción de la lectura mediante un cierre de las comunicaciones con el puerto serial (CTRL+C).

- Obtención datos precio de energía mediante API:

Este código se comunica con la API de la empresa REE, y les realiza una consulta la cual provee de datos suministrados por la empresa de transporte. En particular, para este proyecto se consultaron por los valores del precio de la energía para un día en particular.





Es posible acceder al código nombrado “REE\_API\_Data\_Collection\_MaxMisseneM..ipynb” comentado anteriormente, mediante el siguiente link:

[https://github.com/MMMUUPC/DigitalEnergy\\_ProyectoMMM.git](https://github.com/MMMUUPC/DigitalEnergy_ProyectoMMM.git)

- Procesamiento de datos:

Mediante la aplicación Jupyter Notebook se procesan los datos obtenidos, obteniendo la visualización de datos y el análisis de estadística descriptiva.

Es posible acceder a los códigos comentados mediante el siguiente link:

[https://github.com/MMMUUPC/DigitalEnergy\\_ProyectoMMM.git](https://github.com/MMMUUPC/DigitalEnergy_ProyectoMMM.git)

Cabe destacar, que se realizó un archivo Jupyter notebook para procesar los datos de cada caso en estudio (detallados en el ítem titulado “Consideraciones” del presente documento, los nombres son los siguientes:

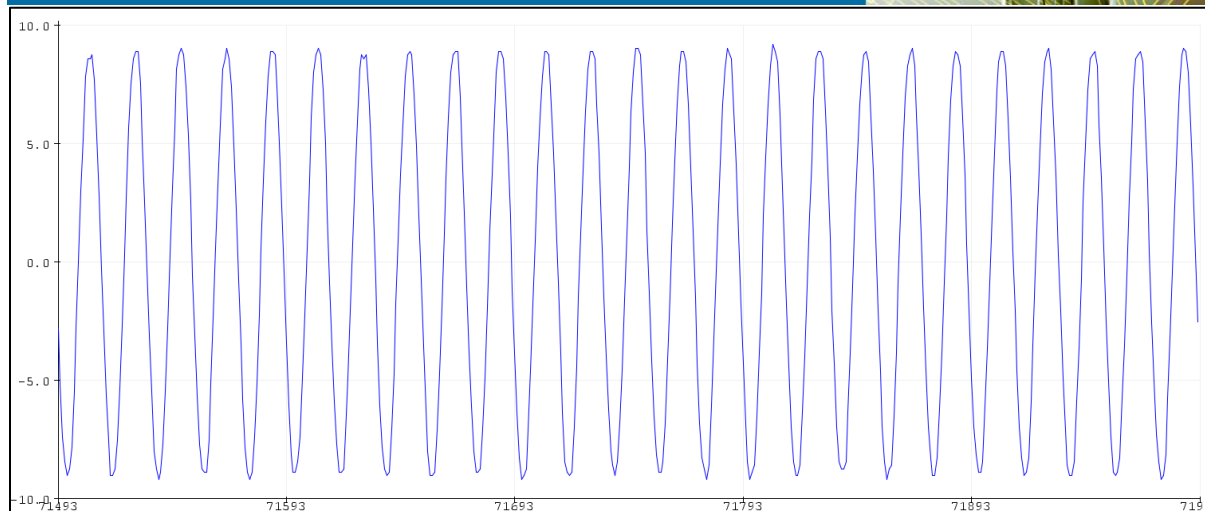
- “TrabajoMMM-C\_400\_20h.ipynb”: Caso 1, 20 horas, 400 ml, 33°C.
- “TrabajoMMM-C\_700\_20h.ipynb”: Caso 2, 20 horas, 700 ml, 33°C.
- “TrabajoMMM-C\_1000\_20h.ipynb”: Caso 3, 20 horas, 1000 ml, 33°C.
- “TrabajoMMM-F\_400\_20h.ipynb”: Caso 4, 20 horas, 400 ml, 5°C.
- “TrabajoMMM-F\_700\_20h.ipynb”: Caso 5, 20 horas, 700 ml, 33°C.
- “TrabajoMMM-F\_1000\_20h.ipynb”: Caso 6, 20 horas, 1000 ml, 33°C.

## Análisis preliminar del consumo de la carga

Mediante este análisis preliminar se busca verificar que la implementación de los circuitos y códigos implementados se encuentren funcionando de manera correcta. Así, a continuación, se muestran gráficos y valores obtenidos de manera preliminar:

### Captura de corriente instantánea

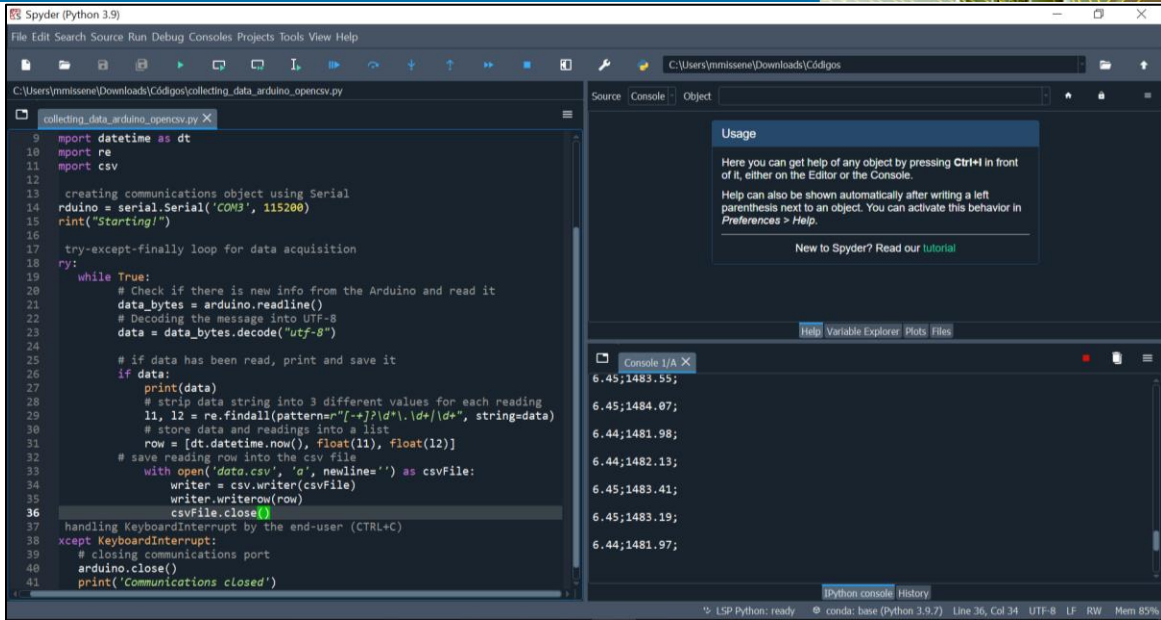
Mediante el Serial Plotter de Arduino, es posible capturar la siguiente corriente instantánea circulando por la carga:



*Figura 4: Gráfico corriente instantánea*

## Grabar datos RMS de corriente y potencia

Mediante el código de Arduino y Python implementados es posible grabar los datos de la corriente RMS y la potencia en un Archivo CSV (datos plasmado en el Anexo 4). Por otro lado, el panel de Spyder muestra los datos que se van guardando en el archivo, como se puede apreciar en la captura de pantalla a continuación:

```

9 import datetime as dt
10 import re
11 import csv
12
13 creating communications object using Serial
14 rduino = serial.Serial('COM3', 115200)
15 print("Starting!")
16
17 try-except-finally loop for data acquisition
18 ry:
19     while True:
20         # Check if there is new info from the Arduino and read it
21         data_bytes = rduino.readline()
22         # Decoding the message into UTF-8
23         data = data_bytes.decode("utf-8")
24
25         # if data has been read, print and save it
26         if data:
27             print(data)
28             # strip data string into 3 different values for each reading
29             ll, l2 = re.findall(pattern="[0-9]*[.]d+", string=data)
30             # store data and readings into a list
31             row = [dt.datetime.now(), float(ll), float(l2)]
32             # save reading row into the csv file
33             with open('data.csv', 'a', newline='') as csvFile:
34                 writer = csv.writer(csvFile)
35                 writer.writerow(row)
36             csvFile.close()
37             handling KeyboardInterrupt by the end-user (CTRL+C)
38 except KeyboardInterrupt:
39     # closing communications port
40     rduino.close()
41     print('Communications closed')

```

Console 1/A X

```

6.45;1483.55;
6.45;1484.07;
6.44;1481.98;
6.44;1482.13;
6.45;1483.41;
6.45;1483.19;
6.44;1481.97;

```

Python console History

LSP Python: ready conda: base (Python 3.9.7) Line 36, Col 34 UTF-8 LF RW Mem 85%

Figura 5: Captura de pantalla Spyder

## Gráficos RMS (corriente y potencia)

A continuación, se presentan los gráficos RMS obtenidos:

### Corriente RMS vs estampa horaria:

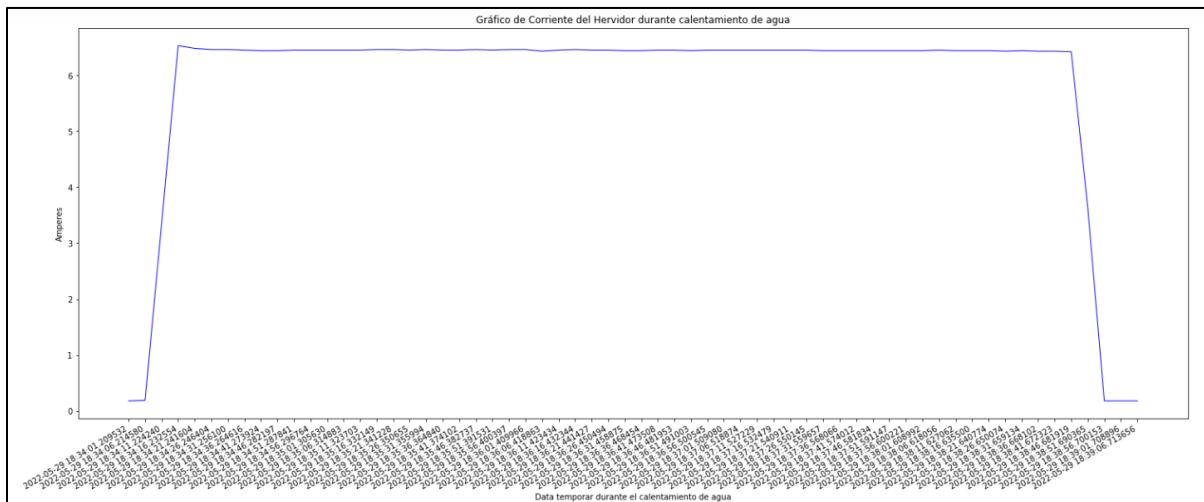
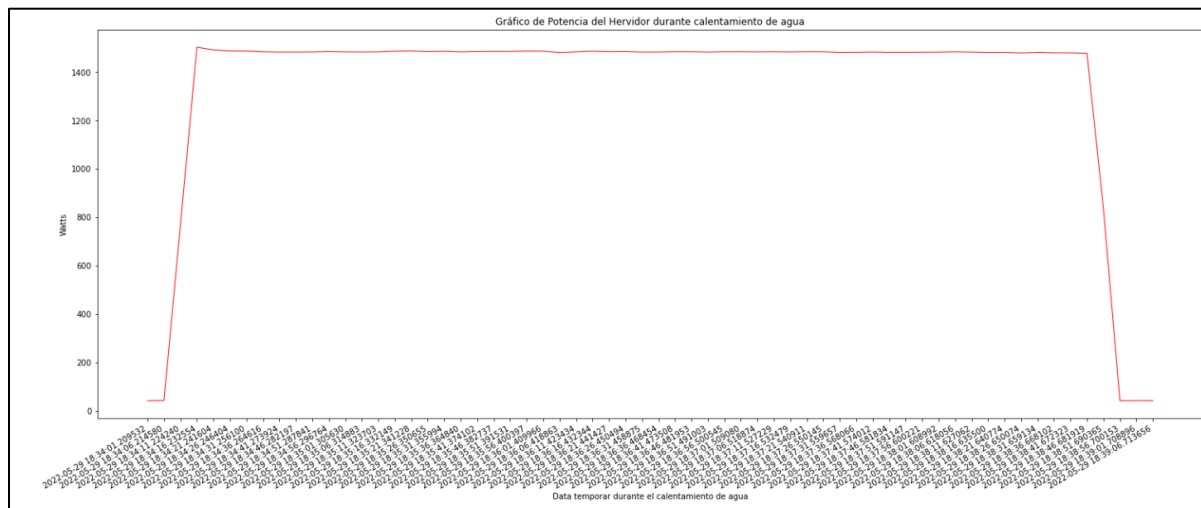


Figura 6: Gráfico corriente RMS vs estampa horaria, datos preliminares



### Potencia vs estampa horaria:



*Figura 7: Gráfico potencia RMS vs estampa horaria, datos preliminares*

Por otro lado, mediante Python se obtuvieron algunos datos estadísticos que son de utilidad:

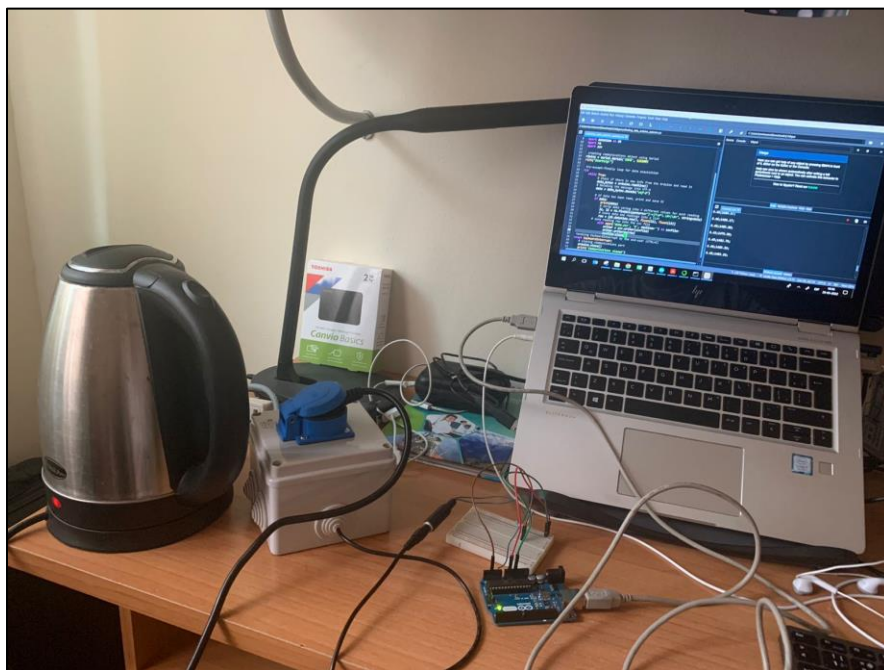
	Corriente	Potencia
<b>count</b>	62.000000	62.000000
<b>mean</b>	5.847903	1345.000000
<b>std</b>	1.771994	407.49249
<b>min</b>	0.180000	41.65000
<b>25%</b>	6.440000	1480.67750
<b>50%</b>	6.450000	1482.61500
<b>75%</b>	6.450000	1483.81250
<b>max</b>	6.530000	1502.03000

*Tabla 1: Datos de estadística descriptiva preliminares*

Es posible apreciar que la carga presenta una curva de carga plana durante el proceso de calentamiento de agua, por otro lado, es posible notar que su potencia máxima es a los 1502,03 W, lo cual se condice con su potencia nominal según el manual (1500 W). También, es necesario destacar que la corriente y



potencia promedio establecidas son 5,84 A y 1345 W, respectivamente, no obstante lo anterior, existen datos previo a la carga y posterior a la carga que bajan el promedio, así, y al observar los valores de los cuartiles se aprecia que su promedio real durante la carga debería estar más cercano a los 1480 W (como se aprecia en los cuartiles calculados).



*Figura 8: Fotografía de dispositivos tomando datos de la carga*

## Metodología desarrollada

A continuación, se enlistan los puntos principales de la metodología establecida para el desarrollo del presente proyecto:

- Captar datos de potencia consumida por la carga, en diferentes condiciones.
- Visualizar las curvas de consumo en las distintas condiciones.
- Adquirir datos del precio PVPC de la energía desde la API de Redes Eléctricas de España (REE) en los horarios de consumo de la carga (durante la captación de datos).
- Visualizar curvas de precio PVPC diarias.
- Establecer el costo de la energía consumida durante la captación de datos.
- Estimar anualmente el impacto energético y económico de la carga según su uso y horario.



- Proponer conceptualmente DSM para controlar la carga.
- Establecer un modelo teórico para el cálculo del tiempo teórico de duración que debería tener el proceso de calentamiento de agua para el hervidor y comparar los resultados teóricos con los obtenidos en la práctica.

## Consideraciones

Dada la naturaleza monótona del consumo de la carga (carga resistiva constante de corta duración), se establecerán las siguientes condiciones de captación de datos:

- Se captarán datos en dos horarios distintos: 20 horas del día 07/06/2022 (costo alto de la energía) y se proyectarán los datos como si también hubieran sido captados a las 02 horas del día 08/06/2022 (costo bajo de la energía).
- Se captarán datos durante el calentamiento de agua de tres volúmenes distintos: 400 ml, 700 ml y 1000 ml.
- Se captarán datos a diferentes temperaturas iniciales del agua: 33°C y 5°C, aproximadamente.

## Resultados obtenidos

En el presente ítem se muestra el resumen de los resultados obtenidos para cada una de las consideraciones especificadas con anterioridad (casos de estudio), las cuales se pueden apreciar de forma detallada en el Anexo 1. De igual manera, a continuación, se muestran los resultados obtenidos para la primera consideración, la cual corresponde al calentamiento de agua con volumen 400 ml a 33°C de temperatura inicial del fluido, durante las 20 horas del día 07/06/2022:



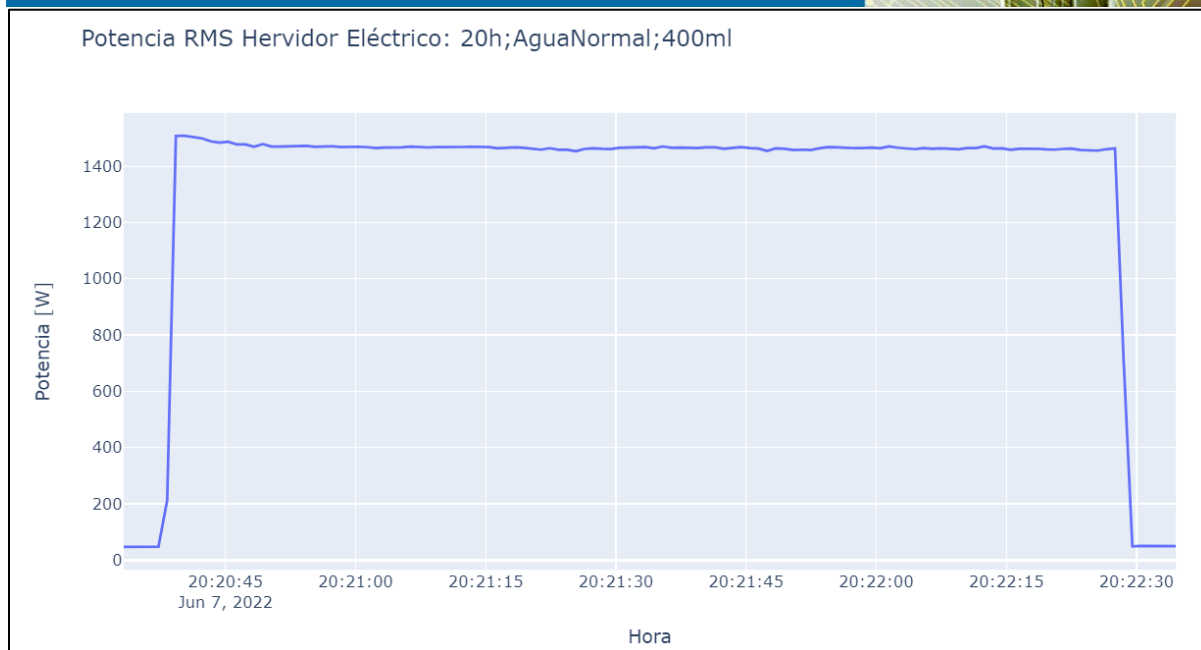


Figura 9: Gráfico potencia RMS vs hora; Caso 1 (20 horas; 400 ml; 33°C)

	Corriente	Potencia
<b>count</b>	122.000000	122.000000
<b>mean</b>	5.752541	1323.099508
<b>std</b>	1.844666	424.218825
<b>min</b>	0.200000	46.460000
<b>25%</b>	6.360000	1461.890000
<b>50%</b>	6.370000	1465.065000
<b>75%</b>	6.387500	1468.587500
<b>max</b>	6.560000	1508.730000

Tabla 2: Datos de estadística descriptiva Caso 1 (20 horas; 400 ml; 33°C)

De estos resultados obtenidos se puede desprender que:

- La potencia RMS máxima suministrada por el hervidor es de 1509 W, la cual se condice con su potencia nominal.
- Si bien el promedio de potencia RMS que se muestra en la tabla de estadística descriptiva es de 1323 W, este se encuentra distorsionado dado que se tomaron 5 muestras antes del ciclo de



calentamiento y 5 muestra posterior a dicho ciclo, lo anterior se realizó para todos los casos, por lo que este valor sirve para comparar entre casos. Por lo anterior, se puede notar que un mejor indicador para establecer una potencia constante durante el ciclo de calentamiento sería el promedio de los cuartiles (25%, 50% y 75%) el cual da un resultado de 1465 W y refleja la potencia suministrada en el proceso durante la mayoría del ciclo.

- La duración del ciclo de calentamiento para el presente caso fue de 0,034 horas o 2,04 minutos.

Por otro lado, se obtuvieron los precios de la energía para el horario 20-21 horas (día 07/06/2022) mediante el código implementado en Python para recopilar datos desde la API de REE:

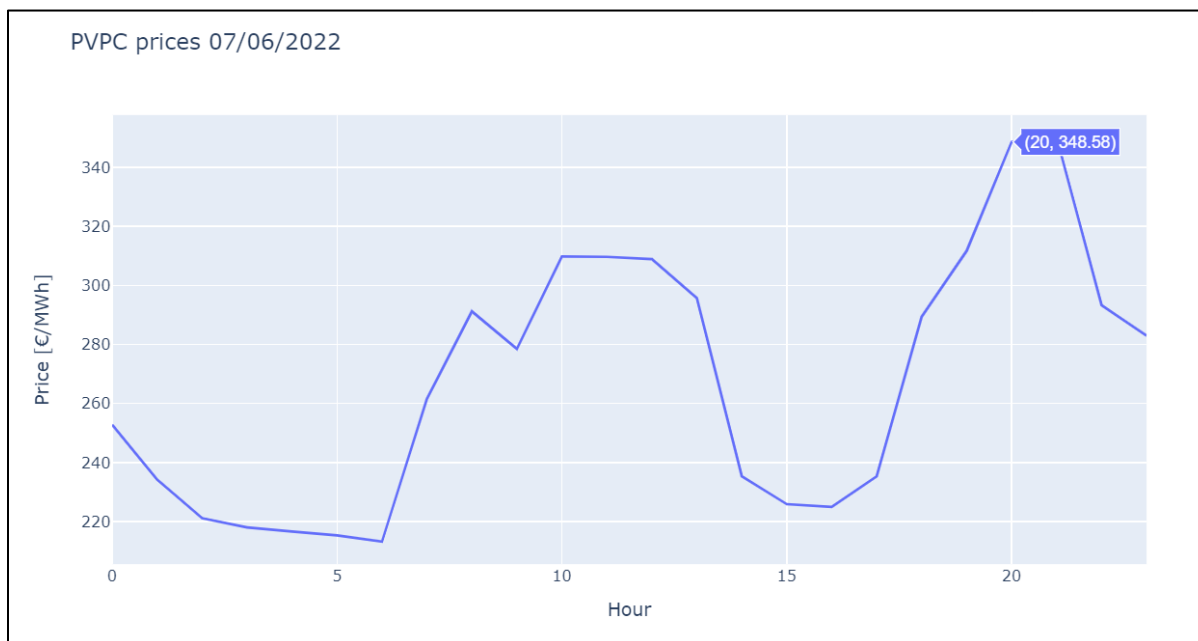


Figura 10: Gráfico precios de energía vs hora (20 horas; 07/06/2022)

Así, considerando que el valor mostrado del precio de la energía en el gráfico anterior está en la unidad €/MWh, se transformará a la unidad €/kWh, obteniéndose el precio de 3,49 €/kWh.

Ya teniendo el valor de la energía para las 6 mediciones (realizadas durante la misma hora), se muestran los resultados obtenidos en la siguiente tabla resumen:



Condición de la carga	Energía consumida (kWh)	Tiempo duración (h)	Costo Consumo carga (€)
20 H; 34°, 400 ml	0,045	0,034	0,16
20 H; 34°, 700 ml	0,069	0,050	0,24
20 H; 34°, 1000 ml	0,096	0,069	0,34
20 H; 5°, 400 ml	0,049	0,036	0,17
20 H; 5°, 700 ml	0,087	0,062	0,30
20 H; 5°, 1000 ml	0,121	0,085	0,42
<b>Total</b>	<b>0,467</b>	<b>0,336</b>	<b>1,63</b>

Tabla 3: Tabla resumen costo de la energía para cargas a las 20 horas del 07/06/2022

De la tabla anterior, es posible notar una tendencia a un alza en la duración y consumo de ciclo de calentamiento a medida que se aumenta el volumen de agua, pudiendo establecerse una correlación positiva entre estas variables, mientras que es posible notar una correlación negativa entre la duración y consumo del ciclo de calentamiento respecto a la temperatura inicial del agua.

Considerando que el ciclo de calentamiento debería ser invariable bajo las mismas condiciones de volumen de agua y temperatura inicial, se evaluarán estos mismos consumos y tiempo del proceso, pero a un horario distintos, variando sólo la hora de ejecución de las pruebas y el precio de la energía.

Así, se muestra a continuación el gráfico con los precios de la energía para el horario 02-03 horas (día 08/06/2022) mediante el código implementado en Python para recopilar datos desde la API de REE:

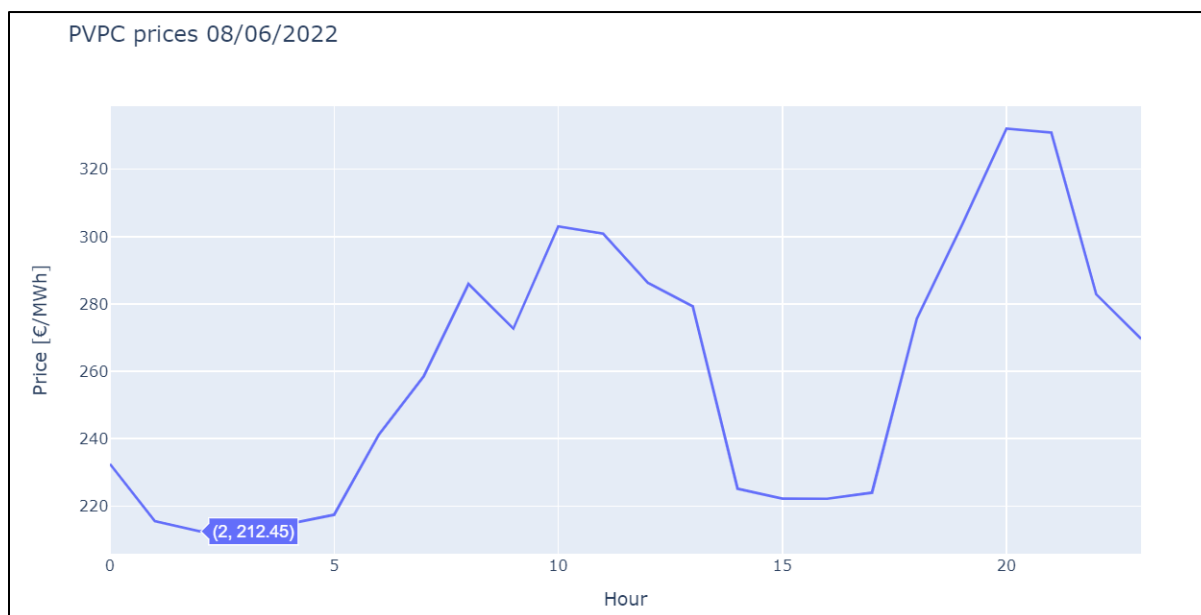


Figura 11: Gráfico precios de energía vs hora (02 horas; 08/06/2022)



Considerando que el valor mostrado del precio de la energía en el gráfico anterior está en la unidad €/MWh, se transformará a la unidad €/kWh, obteniéndose el precio de 2,12 €/kWh.

Ya teniendo el valor de la energía para las 6 mediciones (proyectadas como si hubieran sido realizadas a dicha hora), se muestran los resultados obtenidos en la siguiente tabla resumen:

Condición de la carga	Energía consumida (kWh)	Tiempo duración (h)	Costo Consumo carga (€)
02 H; 34°, 400 ml	0,045	0,034	0,10
02 H; 34°, 700 ml	0,069	0,050	0,15
02 H; 34°, 1000 ml	0,096	0,069	0,20
02 H; 5°, 400 ml	0,049	0,036	0,10
02 H; 5°, 700 ml	0,087	0,062	0,18
02 H; 5°, 1000 ml	0,121	0,085	0,26
<b>Total</b>	<b>0,467</b>	<b>0,336</b>	<b>0,99</b>

*Tabla 4: Tabla resumen costo de la energía para cargas a las 02 horas del 08/06/2022*

De la tabla anterior, es posible notar las mismas tendencias entre las variables que en la tabla anterior, dado que los datos de energía y tiempo se mantiene, por lo que es preciso comparar las tablas respecto al costo del consumo, el cual como es de esperar muestra un costo de consumo menor en el horario más barato de energía.

Así, al comparar el realizar la experiencia en estos distintos horarios, nos genera un ahorro de 0,64€ o 39% al tomar las medidas a las 02 horas del día 08/06/2022, respecto a las medidas tomadas el día anterior a las 20 horas.

## Propuesta para DSM

Los resultados obtenidos en el apartado titulado “Resultados obtenidos” son en base a la experiencia realizada, sin embargo, en el presente apartado se pretende verificar los posibles ahorros y beneficios que se pueden obtener al realizar un DSM, lo anterior tomando los siguientes supuestos:

- Se asumirá que la curva de del precio de energía diaria se mantendrá igual a la curva del día 07/06/2022 durante todos los días de un año en estudio.
- Se asumirá el uso de la carga una vez cada 2 horas desde las 08 horas hasta las 00 horas.
- Se asumirá que se calentarán 1000 ml de agua cada vez y en estado normal de temperatura inicial (33°C).
- Para realizar la DSM se deben calentar el mismo volumen de agua al día, en también 8 oportunidades y con intervalos de calentamiento entre ellos de 1 a 3 horas como máximo.



Con los supuestos anteriores, se grafican los precios de la energía diarios que se consumirían:

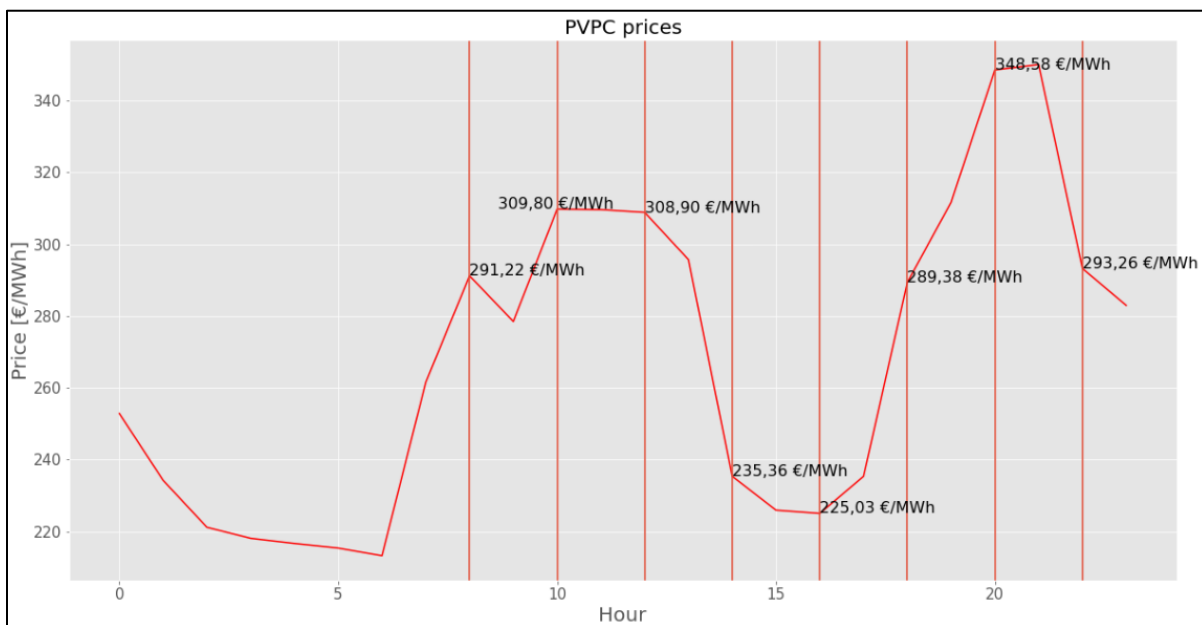


Figura 12: Gráfico precio de la energía vs hora; con precios para cada hora de consumo bajo supuesto

Así, teniendo en cuenta de las experiencias anteriores y sabiendo que calentar un volumen de 1000 ml de agua con una temperatura inicial de 33°C, implica el consumo de 0,096 kWh de energía, es posible establecer el costo diario de la energía para el caso en estudio, tal como lo resume la tabla siguiente:

Condición de la carga	Energía consumida (kWh)	Precio Energía (€/kWh)	Costo Consumo carga (€)
08 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,91	0,28
10 H; 34°, 1000 ml	0,096	3,10	0,30
12 H; 34°, 1000 ml	0,096	3,10	0,30
14 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,35	0,23
16 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,25	0,22
18 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,89	0,28
20 H; 34°, 1000 ml	0,096	3,49	0,34
22 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,93	0,28
<b>Total</b>	<b>0,768</b>		<b>2,23</b>

Tabla 5: Tabla resumen costo de la energía para cargas sin DSM

Por otro lado, al realizar una gestión de la demanda, es posible proponer un consumo de la energía como se muestra a continuación:

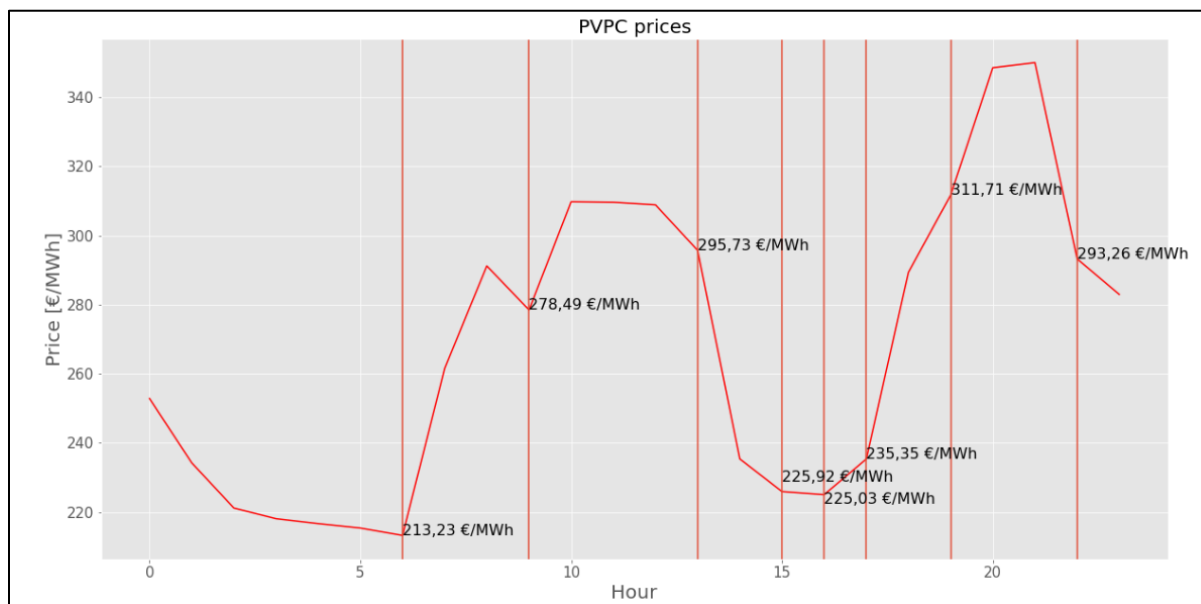


Figura 13: Gráfico precio de la energía vs hora; con precios para cada hora de consumo aplicando DSM

La propuesta anterior cumple con las condiciones y supuestos establecidos, y permite bajar los costos de la energía consumida aprovechando horarios con precio menor y, en consecuencia, aumentar el ahorro diario para calentar el mismo volumen de agua al día. Lo anterior se resume en la siguiente tabla:

Condición de la carga	Energía consumida (kWh)	Precio Energía (€/kWh)	Costo Consumo carga (€)
06 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,13	0,20
09 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,78	0,27
13 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,96	0,28
15 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,26	0,22
16 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,25	0,22
17 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,35	0,26
19 H; 34°, 1000 ml	0,096	3,12	0,30
22 H; 34°, 1000 ml	0,096	2,93	0,28
<b>Total</b>	<b>0,768</b>		<b>2,03</b>

Tabla 6: Tabla resumen costo de la energía para cargas con DSM

Así, al comparar ambas tablas, es posible notar un ahorro diario de 0,20€ o 9%, lo cual proyectado en un año **equivale a un ahorro de 73€**.





Considerando que el calentar agua corresponde a un patrón del consumidor el cual se basa en que el agua esté caliente a la hora panificada de consumo, para darle viabilidad a los supuestos anteriores es preciso invertir en un dispositivo de almacenamiento, el cual pueda generar la posibilidad de hervir agua hasta con intervalos de 3 horas y se mantenga caliente a la hora que el consumidor la requiera. Así, con dicho valor de ahorro anual se pueden definir estrategias para poder gestionar la demanda como las que se proponen a continuación:

- A) Gestión manual de la demanda: Se necesita de un dispositivo (termo) de menor precio el cual ayudará a almacenar el agua caliente hervida en horarios más baratos para poder consumir en horarios más caros.

Para esta opción se cotizaron algunos posibles dispositivos para verificar el tiempo de amortización de la inversión. Dichas cotizaciones son las siguientes:



Figura 14: Cotización 1 propuesta de DSM A)



Figura 15: Cotización 2 propuesta de DSM A)



Frasco de 2L, botella de acero inoxidable con aislamiento al vacío: termo con taza para beber para caminar, acampar, hacer ejercicio, mantener el calor hasta 12 horas (negro)

Marca: Desconocido

★★★★☆ 740 valoraciones

40<sup>99</sup> €

Figura 16: Cotización 3 propuesta de DSM A)

Es posible notar que los dispositivos serían amortizados en aproximadamente 6 meses, generando un ahorro de 30€ el primer año, y de 73€ a partir del segundo año.

- B) Gestión activa de la demanda: Se necesita de un dispositivo (termo – calentador) de mayor precio el cual permite realizar la función de hervir y mantener el agua, así mediante otro dispositivo como un Shelly se podría hacer una gestión más activa y/o automática de la carga. Para esta opción se cotizó un posible dispositivo para verificar el tiempo de amortización de la inversión. Dicha cotización es la siguiente:



Termo calentador de agua  
en varias capacidades

**EUR 96.75**

Figura 17: Cotización 1 (única) propuesta de DSM B)



Es posible notar que los dispositivos serían amortizados en aproximadamente 1 año y medio (considerando que el precio anterior no considera el IVA), generando un ahorro aproximado de 35€ partir del segundo año.

Cabe destacar, que esta opción también conlleva una inversión en un dispositivo que pueda automatizar el encendido del termo-calentador en los horarios más baratos, lo cual no se cotizará en el presente informe.

## Análisis termodinámico

Como se mencionó antes en el presente documento, se realizará un cálculo teórico de la duración de cada ciclo de calentamiento de agua, el cual estará determinado por las siguientes fórmulas termodinámicas:

Balance de energía para un sistema cerrado:

$$E_{ent} - E_{sal} = \Delta E_{sist} \text{ (Ecuación 1)}$$

Con:

$E_{ent}$ : Energía de entrada

$E_{sal}$ : Energía de salida

$\Delta E_{sist}$ : Diferencia de energía del sistema

$$E_{ent} = \Delta U_{sist} = \Delta U_{agua} + \Delta U_{hervidor} \text{ (Ecuación 2)}$$

Con:

$\Delta U_{agua}$ : Energía interna del agua

$\Delta U_{hervidor}$ : Energía interna del hervidor

$\Delta U_{sist}$ : Diferencia de energía interna del sistema

$$E_{ent} = \Delta U_{agua} + \Delta U_{hervidor} = (m \times C_p \times \Delta T)_{agua} + (m \times C_p \times \Delta T)_{hervidor} \text{ (Ecuación 3)}$$

Con:

$m$ : Masa

$C_p$ : Coeficiente de calor específico

$\Delta T$ : Diferencia de temperatura



$$\Delta t = \frac{\Delta E_{sist}}{V_{transf}} \text{ (Ecuación 4)}$$

Donde:

$\Delta t$ : Duración del ciclo de calentamiento

$V_{transf}$ : Velocidad de transferencia de energía

Así, con las fórmulas anteriores y asumiendo los siguientes valores:

$E_{sal} = 0 \text{ kJ}$  (Por ser un sistema cerrado teóricamente)

$v_{agua}$ : Volumen de agua, necesario para calcular la masa con la fórmula de densidad. Variable según el caso calculado ( $0,0004 \text{ m}^3$ ;  $0,0007 \text{ m}^3$ ;  $0,001 \text{ m}^3$ ).

$C_{p_{agua}} = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{C})$

$\Delta T_{agua} = \Delta T_{hervidor} = T_{final} - T_{inicial}$

$T_{final} = 100^\circ\text{C}$

$T_{inicial} = 33^\circ\text{C}$  o  $5^\circ\text{C}$ ; Variable dependiendo del caso calculado.

$m_{hervidor} = 0,7 \text{ kg}$

$C_{p_{hervidor}} = 0,80 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{C})$

$V_{transf} = 1,5 \text{ kJ}$ : Correspondiente a la potencia nominal del hervidor (1500 W).

Con todos los datos y fórmulas anteriores, se calcula el tiempo de duración del ciclo de calentamiento para cada uno de los casos, y se compara con el tiempo de duración obtenido durante la experiencia realizada, calculándose el error asociado, el cual se muestra en la siguiente tabla resumen:



V Agua (m <sup>3</sup> )	T N-1 (°C)	T N (°C)	Dif. T (°C)	D Agua (kg/m <sup>3</sup> )	m Agua (kg)	Cp Agua (kJ/(kg°C))	m Hervidor (kg)	Cp Hervidor (kJ/(kg°C))	E Transf. (kJ)	v de Transf. de E (kJ)	Dif. t (min) Teo.	Dif. t (min) Exp.	Error (%)
0,0004	33	100	67	994,84	0,398	4,18	0,7	0,8	148,97	1,5	1,70	2,04	<b>20</b>
0,0007	33	100	67	994,84	0,696	4,18	0,7	0,8	232,55	1,5	2,65	3,00	<b>13,2</b>
0,001	33	100	67	994,84	0,995	4,18	0,7	0,8	316,13	1,5	3,61	4,14	<b>14,7</b>
0,0004	5	100	95	999,96	0,400	4,18	0,7	0,8	212,03	1,5	2,42	2,16	<b>10,7</b>
0,0007	5	100	95	999,96	0,700	4,18	0,7	0,8	331,19	1,5	3,78	3,72	<b>1,6</b>
0,001	5	100	95	999,96	1,000	4,18	0,7	0,8	450,28	1,5	5,14	5,10	<b>0,8</b>

Tabla 7: Tabla resumen con análisis termodinámico

Es posible notar una tendencia a obtener un menor error entre los tiempos comparados, a medida que se realiza la experiencia con mayor volumen de agua o con una menor temperatura inicial, lo anterior es esperable dado que el balance de energía se asume teóricamente como un sistema cerrado con pérdidas inexistentes en el proceso, sin embargo, la experiencia discrepa de la teoría (lo cual queda demostrado al obtener sólo 200 ml de agua caliente aproximadamente del proceso de calentamiento de agua con volumen inicial de 400 ml) dado el factor de evaporación que existe en el proceso (pérdidas del fluido con energía calórica asociada, y por el calentamiento del aire alrededor del hervidor). Lo anterior, es coherente con los errores mostrados, dado que mientras más volumen de agua, la velocidad de transferencia o potencia del hervidor debe ser suministrada a todo el volumen, dando menos opción a la evaporación antes de llegar a la temperatura deseada, lo mismo pasa con la temperatura inicial, dado que mientras más baja es dicha temperatura más se demorará el fluido en hervir y en evaporarse, obteniendo en ambos casos menos pérdidas al sistema y traduciéndose en resultados más cercanos a los teóricos.

## Conclusiones

Durante el desarrollo del presente proyecto, fue posible aplicar conocimiento de electrónica y circuitos, al ensamblar un dispositivo para captar datos de una carga doméstica, comandado por un microcontrolador Arduino Uno, para lo cual se necesitó también aplicar conocimientos de programación creando e interpretando los códigos implementados en el microcontrolador. Del mismo modo, se utilizaron conocimientos de programación en Python para almacenar y procesar los datos obtenidos y para poder captar datos desde la API de REE sobre el precio de la energía.

Por otro lado, el proyecto permitió confirmar las características teóricas de la carga elegida, siendo una carga monótona, resistiva y de corta duración, teniendo en todos los casos una potencia máxima de consumo aproximada a la potencia nominal del hervidor (1500 W), a su vez, fue posible determinar un consumo estable durante los ciclos de carga de aproximadamente 1465 W, en todos los casos. Así, se



podieron determinar diferentes tiempos de duración del ciclo de calentamiento para cada uno de los casos analizados (variando el volumen de agua y la temperatura inicial de esta misma).

Con los datos extraídos desde la API de REE, se evaluó el coste de la energía consumida por la carga, tanto durante la experiencia como durante una propuesta de gestión de demanda especificada. Obteniéndose un ahorro de hasta un ahorro del 39% (0,64€) al realizar la experiencia en un horario más barato de consumo de energía, mientras que, basándose en los supuestos declarados, para las propuestas de DSM se obtuvo la posible implementación de dispositivos de almacenamientos de agua con una amortización de medio año y ahorro de aproximadamente 73€ desde el segundo año en adelante.

Finalmente, se realizó un análisis termodinámico donde se pudieron obtener los tiempos teóricos de duración de cada ciclo de calentamiento de agua experimentado, y se realizó una comparación entre lo teórico y lo empírico, notando una clara tendencia a la igualdad (mejor valor obtenido: Error 0,8 %) a medida que el volumen de agua aumentaba, y el líquido calentado (agua) se encontraba a menor temperatura inicial, lo anterior es coherente con factor que ayudan a disminuir las pérdidas por evaporación dado que el sistema teóricamente se considerara cerrado, lo cual discrepa de la realidad.

Así, fue posible cumplir con los objetivos esperados del proyecto entendiendo y demostrando en algunos casos, el rol de la demanda activa, en los aspectos económicos (ahorro para los consumidores), sociales (ayudando a minimizar la expansión de los sistemas de transporte y distribución, fomentando el aplanamiento de la curva de demanda y consumiendo en horarios más baratos) y ambiental (aportando al aprovechamiento de las ERNC y ayudando a la no utilización de generaciones más contaminantes).

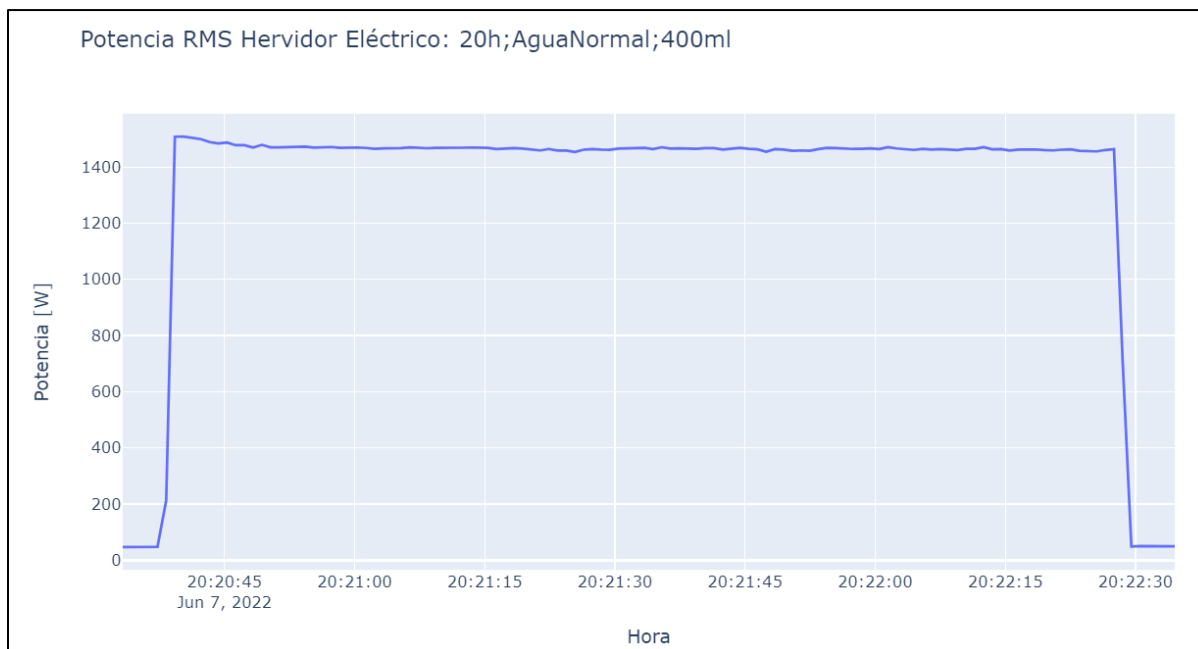




## ANEXOS

### Anexo 1: Resultados obtenidos

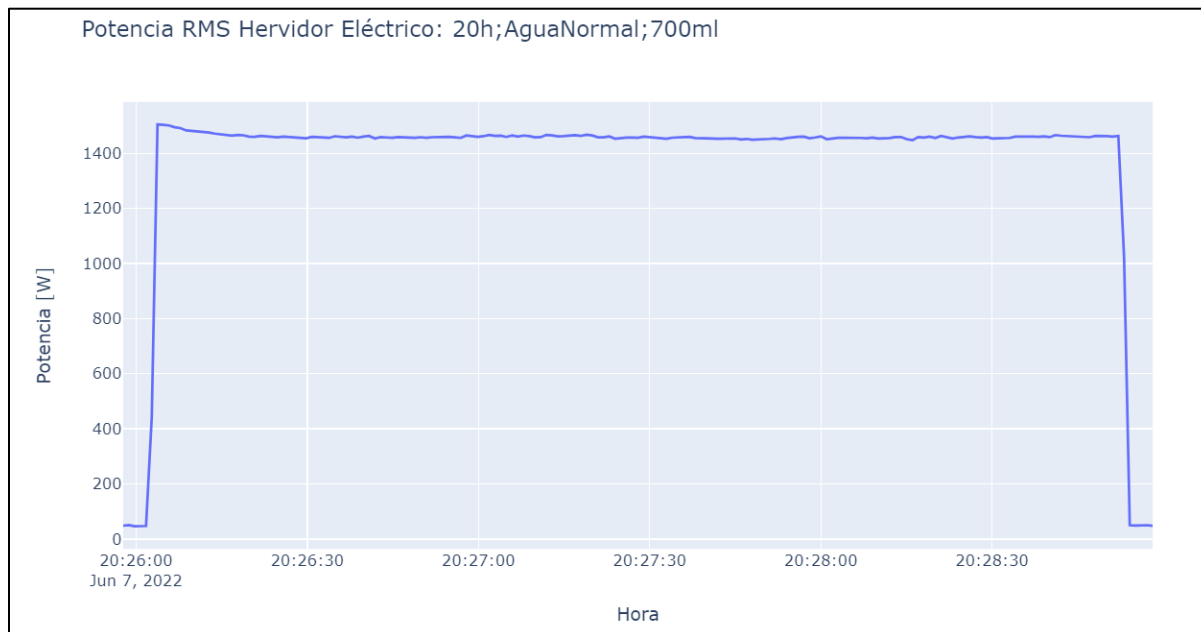
#### 1.A.- Medidas 20 horas día 07/06/2022; Agua 400 ml y 33°C:



	Corriente	Potencia
<b>count</b>	122.000000	122.000000
<b>mean</b>	5.752541	1323.099508
<b>std</b>	1.844666	424.218825
<b>min</b>	0.200000	46.460000
<b>25%</b>	6.360000	1461.890000
<b>50%</b>	6.370000	1465.065000
<b>75%</b>	6.387500	1468.587500
<b>max</b>	6.560000	1508.730000



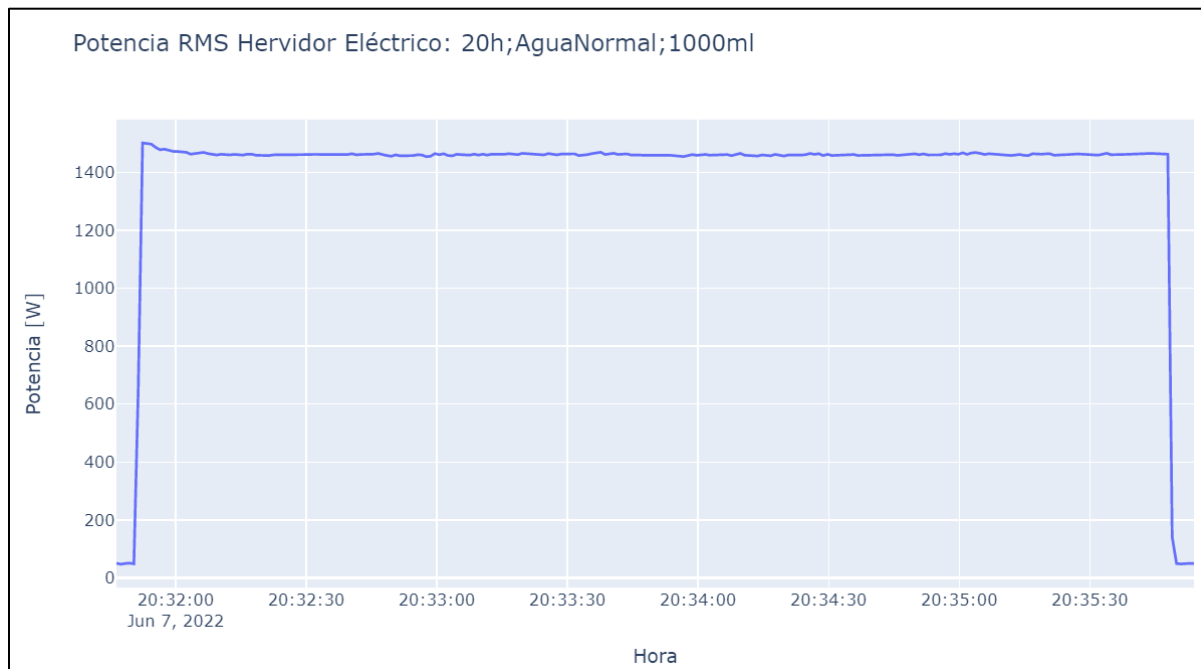
### 1.B.- Medidas 20 horas día 07/06/2022; Agua 700 ml y 33°C:



	Corriente	Potencia
<b>count</b>	181.000000	181.000000
<b>mean</b>	5.976685	1374.616409
<b>std</b>	1.443385	332.011643
<b>min</b>	0.200000	45.300000
<b>25%</b>	6.330000	1455.650000
<b>50%</b>	6.340000	1458.800000
<b>75%</b>	6.360000	1462.090000
<b>max</b>	6.540000	1505.230000



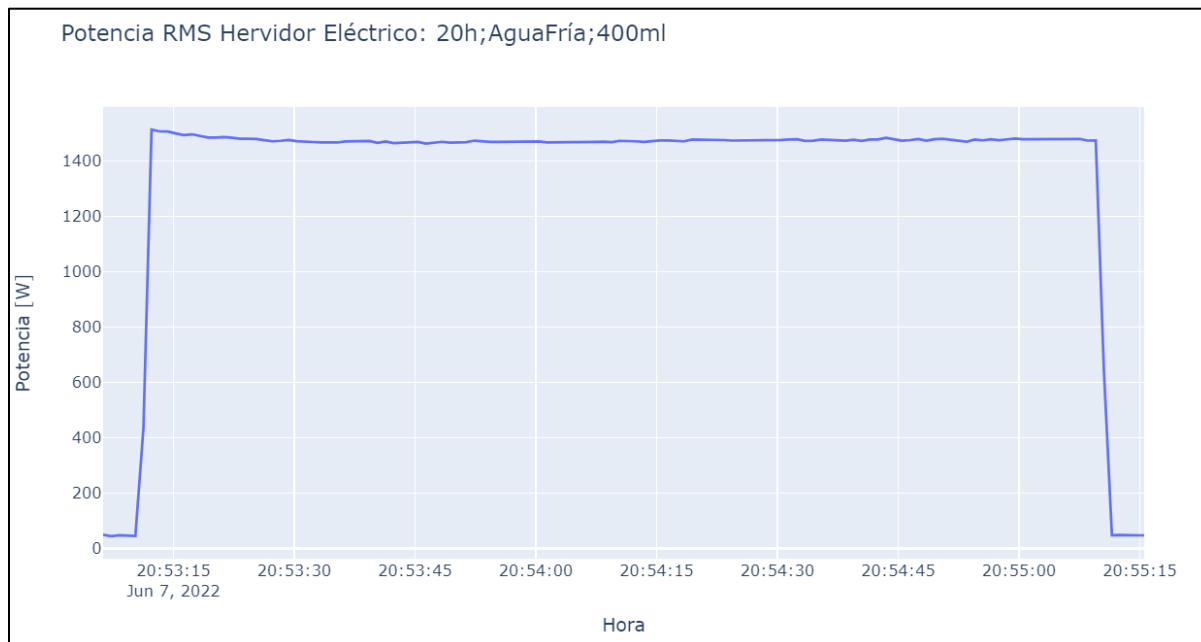
### 1.C.- Medidas 20 horas día 07/06/2022; Agua 1000 ml y 33°C:



	Corriente	Potencia
<b>count</b>	248.000000	248.000000
<b>mean</b>	6.071815	1396.411008
<b>std</b>	1.276556	293.655071
<b>min</b>	0.210000	47.280000
<b>25%</b>	6.340000	1458.820000
<b>50%</b>	6.350000	1460.940000
<b>75%</b>	6.360000	1462.822500
<b>max</b>	6.530000	1501.270000



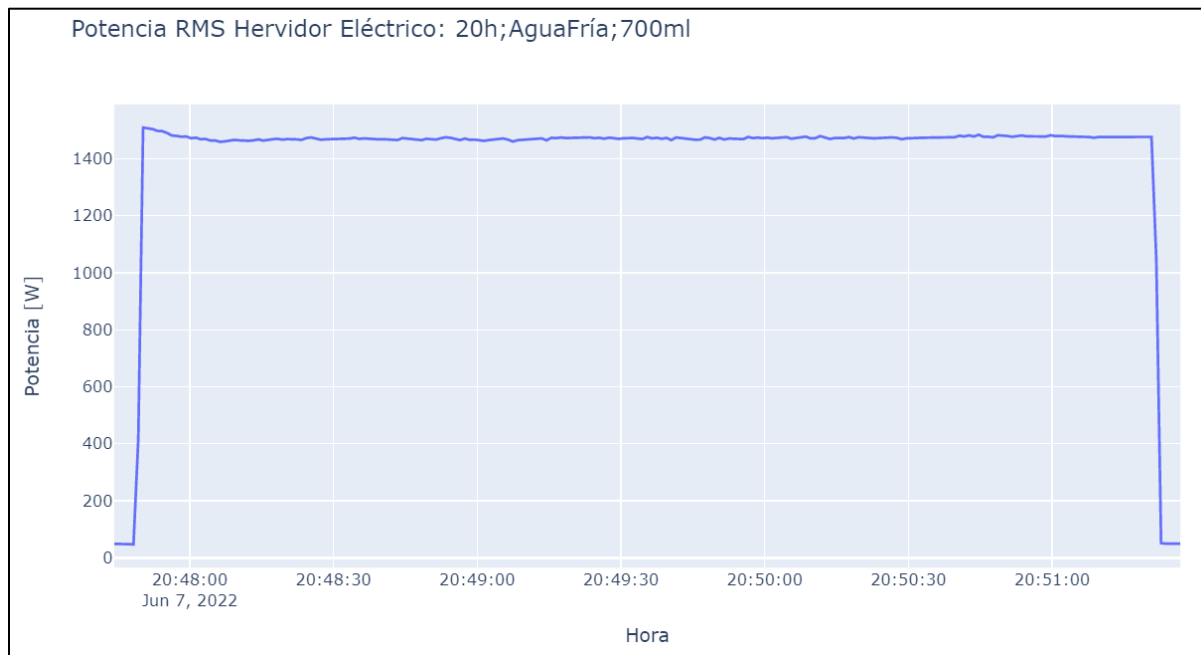
### 1.D.- Medidas 20 horas día 07/06/2022; Agua 400 ml y 5°C:



	Corriente	Potencia
<b>count</b>	130.000000	130.000000
<b>mean</b>	5.869077	1349.934308
<b>std</b>	1.715908	394.756025
<b>min</b>	0.200000	45.220000
<b>25%</b>	6.380000	1467.945000
<b>50%</b>	6.400000	1472.215000
<b>75%</b>	6.420000	1476.297500
<b>max</b>	6.580000	1512.450000



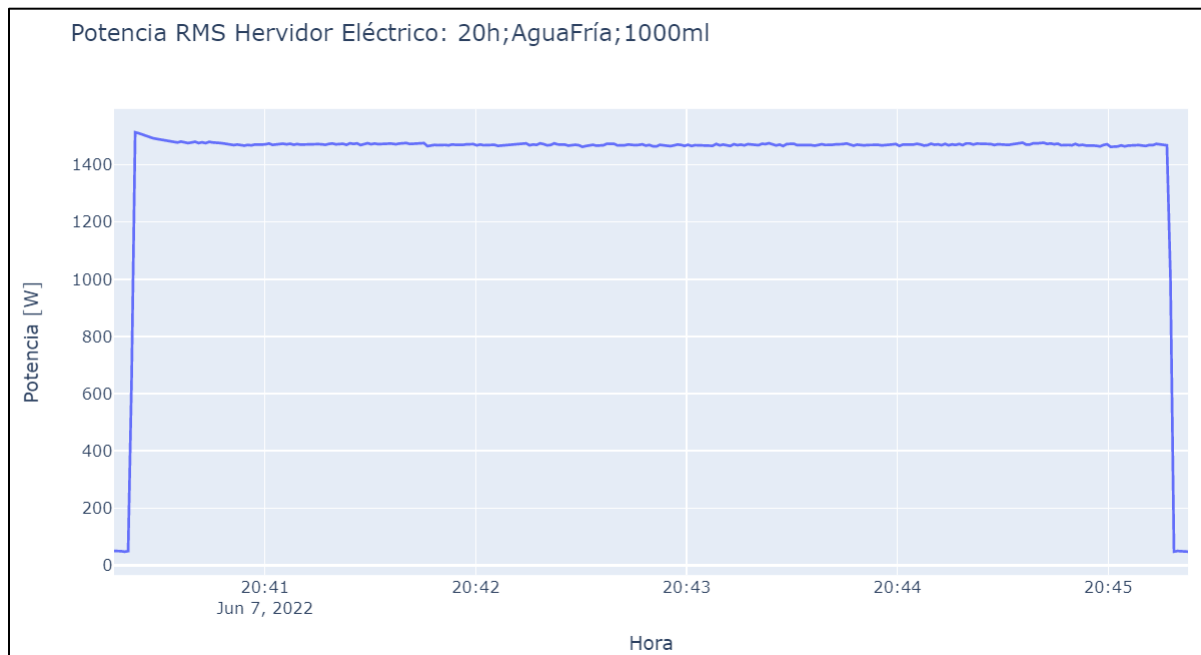
### 1.E.- Medidas 20 horas día 07/06/2022; Agua 700 ml y 5°C:



	Corriente	Potencia
<b>count</b>	223.000000	223.000000
<b>mean</b>	6.099327	1402.838161
<b>std</b>	1.320787	303.770429
<b>min</b>	0.200000	46.900000
<b>25%</b>	6.390000	1468.585000
<b>50%</b>	6.400000	1472.510000
<b>75%</b>	6.420000	1475.975000
<b>max</b>	6.560000	1509.800000



### 1.F.- Medidas 20 horas día 07/06/2022; Agua 1000 ml y 5°C:



	Corriente	Potencia
<b>count</b>	306.000000	306.000000
<b>mean</b>	6.181078	1421.687843
<b>std</b>	1.123821	258.412908
<b>min</b>	0.200000	46.910000
<b>25%</b>	6.390000	1469.050000
<b>50%</b>	6.400000	1471.310000
<b>75%</b>	6.410000	1473.672500
<b>max</b>	6.580000	1514.280000





## Anexo 2: Código en Arduino utilizado

```
// Definir los pines del ADC de Arduino donde se mide el sensor de corriente
const int SensorPin = A1, RefPin = A3;

// Definir los datos del sensor de corriente
const int Rshunt = 33.3;           // Resistencia del transformador: Modelo 50 A: 20 ohms, Modelo 30 A: 33.3 ohms
double n_trafo = 1000;           // Numero de vueltas entre primario y secundario

// Variables para calcular cada cuanto pasa un milisegundo
unsigned long time_ant = 0;

// Definir variables para calcular el RMS de un ciclo de red
double suma_cuadratica_rms = 0.0; // En esta variable se va acumulando la suma cuadratica de las corrientes instantaneas
const int sampleDuration = 20;    // Numero de samples que determina cada cuantas muestras se hace el RMS
int contador_suma_cuadratica = 0;  // Contador de cuantas veces se ha acumulado valores en la suma cuadratica
double freq = 50;                 // Definir la frecuencia de la red

// Definir variables para calcular una media de la corriente
double corriente_acumulada = 0.0; // Acumulador de valores RMS para hacer la media
const int sampleAverage = 50;     // Numero de samples que determina cada cuantas muestras se hace la media de los RMS
int contador_acumulado = 0;       // Contador de cuantas veces se ha acumulado valores de RMS

void setup()
{
    // Inicializar el periférico del puerto serie para poder imprimir datos a una velocidad de 115200 bits por segundos
    Serial.begin(115200);
}

void loop()
{
    // Leer el tiempo en microsegundos desde el arranque del arduino
    unsigned long act_time = micros();

    // Calcular la diferencia de tiempo entre el tiempo actual y la última vez que se actualizó la corriente instantanea
    unsigned long difTime = act_time - time_ant;

    // Cada 1 Milisegundo, leer ADC y calcular la corriente instantánea para calcular el RMS
    if (difTime >= 1000)
    {
        // Actualizar el registro de tiempo con el tiempo actual
        time_ant = act_time + (difTime - 1000);

        // Leer del ADC las tensiones del tensor (devuelve datos entre 0 y 1023)
        int ADC_sensor = analogRead(SensorPin);
        int ADC_ref = analogRead(RefPin);

        // Traducir los valores del ADC a valores de tensión
        double V_sens = ADC_sensor * 5.0 / 1023.0;
        double V_ref = ADC_ref * 5.0 / 1023.0;

        // Calcular la diferencia de tensión en el sensor, y traducir a corriente (Corriente_primario = N_vueltas * Tension_sensor / Resistencia)
        double Iinst = n_trafo * (V_sens - V_ref) / Rshunt;

        // Acumular la corriente cuadratica en la variable que acumula el area
        suma_cuadratica_rms += Iinst * Iinst * 0.001;

        // Incrementar el contador de muestras del acumulador del RMS
        contador_suma_cuadratica++;
    }

    // Cada ciclo de red (20 valores acumulados), calcular RMS del último ciclo, y ejecutar el promedio
    if (contador_suma_cuadratica >= sampleDuration)
    {
        // Hacer la raíz cuadrada para calcular el RMS del último ciclo de red
        double Irms = sqrt(freq * suma_cuadratica_rms);

        // Reiniciar valores de acumulación para calcular el RMS del último ciclo de red
        contador_suma_cuadratica = 0;
        suma_cuadratica_rms = 0;

        // Acumular valores de corriente RMS para calcular el promedio de RMS
        corriente_acumulada += Irms;
        contador_acumulado++;
    }
}
```



```
// Cada 250 medidas (equivalente a 50 segundos) se calcula el valor promedio, se reinicia el acumulador y se imprimen los datos por puerto serie
if (contador_acumulado >= sampleAverage)
{
    // Calcular la media de la corriente RMS promediado
    double Irms_filt = corriente_acumulada / contador_acumulado;

    // Reiniciar valores de acumulación para calcular el RMS promediado
    corriente_acumulada = 0;
    contador_acumulado = 0;

    // Imprimir la corriente filtrada, y la potencia (P = V*I = 230 * I)
    Serial.print(Irms_filt);
    Serial.print(";");
    Serial.print(Irms_filt * 230.0);
    Serial.println(";");
}
}
```

Es posible acceder al código en la carpeta nombrada “Medir\_Irms\_1segundos\_MMM”, mediante el siguiente link:

[https://github.com/MMMUPC/DigitalEnergy\\_ProyectoMMM.git](https://github.com/MMMUPC/DigitalEnergy_ProyectoMMM.git)



## Anexo 3: Código en Python utilizado

```

1  # -*- coding: utf-8 -*-
2  """
3  Created on Wed Nov 13 13:54:24 2019
4
5  @author: Ingrid - CITCEA
6  """
7  # importing libraries
8  import serial
9  import datetime as dt
10 import re
11 import csv
12
13 # creating communications object using Serial
14 arduino = serial.Serial('COM3', 115200)
15 print("Starting!")
16
17 # try-except-finally loop for data acquisition
18 try:
19     while True:
20         # Check if there is new info from the Arduino and read it
21         data_bytes = arduino.readline()
22         # Decoding the message into UTF-8
23         data = data_bytes.decode("utf-8")
24
25         # if data has been read, print and save it
26         if data:
27             print(data)
28             # strip data string into 3 different values for each reading
29             l1, l2 = re.findall(pattern=r"[-+]?[d*]\.d+/\d+", string=data)
30             # store data and readings into a list
31             row = [dt.datetime.now(), float(l1), float(l2)]
32
33             # save reading row into the csv file
34             with open('data.csv', 'a', newline='') as csvFile:
35                 writer = csv.writer(csvFile)
36                 writer.writerow(row)
37                 csvFile.close()
38
39 # handling KeyboardInterrupt by the end-user (CTRL+C)
40 except KeyboardInterrupt:
41     # closing communications port
42     arduino.close()
43     print('Communications closed')

```

Cabe destacar, que el presente código es de autoría de Ingrid del CITCEA (según se plasma en el mismo código), el cual fue sólo adaptado para ser utilizado en el presente proyecto.

Es posible acceder al código nombrado “collecting\_data\_arduino\_opencsv”, mediante el siguiente link:

[https://github.com/MMMUPC/DigitalEnergy\\_ProyectoMMM.git](https://github.com/MMMUPC/DigitalEnergy_ProyectoMMM.git)



#### Anexo 4: SV obtenido preliminarmente

2022-05-29 18:33:56.201264	0.19	44.12
2022-05-29 18:34:01.209532	0.18	41.65
2022-05-29 18:34:06.214580	0.19	42.96
2022-05-29 18:34:11.224240	3.35	769.94
2022-05-29 18:34:16.232554	6.53	1502.03
2022-05-29 18:34:21.241604	6.48	1490.81
2022-05-29 18:34:26.246404	6.46	1486.41
2022-05-29 18:34:31.256100	6.46	1486.18
2022-05-29 18:34:36.264616	6.45	1483.19
2022-05-29 18:34:41.273924	6.44	1481.96
2022-05-29 18:34:46.282197	6.44	1482.07
2022-05-29 18:34:51.287841	6.45	1482.55
2022-05-29 18:34:56.296764	6.45	1483.93
2022-05-29 18:35:01.305630	6.45	1482.71
2022-05-29 18:35:06.314883	6.45	1482.4
2022-05-29 18:35:11.323703	6.45	1482.68
2022-05-29 18:35:16.332149	6.46	1485.68
2022-05-29 18:35:21.341228	6.46	1486.75
2022-05-29 18:35:26.350655	6.45	1483.9
2022-05-29 18:35:31.355994	6.46	1485.23
2022-05-29 18:35:36.364840	6.45	1482.76
2022-05-29 18:35:41.374102	6.45	1484.22
2022-05-29 18:35:46.382737	6.46	1484.66
2022-05-29 18:35:51.391531	6.45	1484.57
2022-05-29 18:35:56.400397	6.46	1486.17
2022-05-29 18:36:01.409966	6.46	1485.8
2022-05-29 18:36:06.418863	6.43	1479.9
2022-05-29 18:36:11.423434	6.45	1482.79
2022-05-29 18:36:16.432344	6.46	1485.59
2022-05-29 18:36:21.441427	6.45	1483.55
2022-05-29 18:36:26.450494	6.45	1484.07
2022-05-29 18:36:31.458875	6.44	1481.98
2022-05-29 18:36:36.468454	6.44	1482.13
2022-05-29 18:36:41.473508	6.45	1483.41
2022-05-29 18:36:46.481953	6.45	1483.19



2022-05-29 18:36:51.491003	6.44	1481.97
2022-05-29 18:36:56.500545	6.45	1483.19
2022-05-29 18:37:01.509080	6.45	1483.26
2022-05-29 18:37:06.518874	6.45	1482.75
2022-05-29 18:37:11.527229	6.45	1483.19
2022-05-29 18:37:16.532479	6.45	1482.53
2022-05-29 18:37:21.540911	6.45	1483.35
2022-05-29 18:37:26.550145	6.45	1483.04
2022-05-29 18:37:31.559657	6.44	1480.66
2022-05-29 18:37:36.568066	6.44	1480.96
2022-05-29 18:37:41.574012	6.44	1482.04
2022-05-29 18:37:46.581834	6.44	1480.73
2022-05-29 18:37:51.591147	6.44	1480.85
2022-05-29 18:37:56.600221	6.44	1481.32
2022-05-29 18:38:01.608992	6.44	1481.74
2022-05-29 18:38:06.618056	6.45	1482.95
2022-05-29 18:38:11.627062	6.44	1481.92
2022-05-29 18:38:16.635500	6.44	1480.4
2022-05-29 18:38:21.640774	6.44	1480.5
2022-05-29 18:38:26.650074	6.43	1478.53
2022-05-29 18:38:31.659134	6.44	1480.63
2022-05-29 18:38:36.668102	6.43	1479.16
2022-05-29 18:38:41.672323	6.43	1478.84
2022-05-29 18:38:46.681919	6.42	1476.9
2022-05-29 18:38:51.690365	3.63	834.66
2022-05-29 18:38:56.700153	0.18	41.65
2022-05-29 18:39:01.708896	0.18	42.28
2022-05-29 18:39:06.713656	0.18	42.18