



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
Facultad de Ingeniería



Ingeniería en Ciencias de la Computación

SIMULACIÓN DE SISTEMAS

1.6 Caracterización de un sensor y determinación de su rango lineal.

Configuración con arduino y arreglo de fotorresistencia y resistencia en serie.

Trabajo de:

- ADRIAN (ADORA) GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ [359834]
- JOSÉ ANGEL ORTÍZ MERAZ [353195]

Asesor: OSCAR RAMSES RUIZ VARELA

26 de septiembre de 2024

Introducción

Una fotorresistencia es un componente electrónico cuya resistencia se ve afectada por la intensidad de luz incidente en ella. Puede también ser llamado fotorresistor, fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz, cuya siglas, LDR, se originan de su nombre en inglés light-dependent resistor. Los valores de la resistencia para estos dispositivos varían dependiendo del uso que le demos y la luz disponible, los valores típicos varían entre 1 M Ω , o más, en la oscuridad y 100 Ω con luz brillante [1].

Los fotoresistores que actúan de esta manera [a mayor luminosidad, menor resistencia, y a menor luminosidad, mayor resistencia] se les denomina de coeficiente negativo. En esta práctica utilizamos este tipo de fotoresistores.

La capacidad de las fotorresistencias para detectar la presencia y cambios en la intensidad de la luz ha permitido su uso en una amplia variedad de aplicaciones.

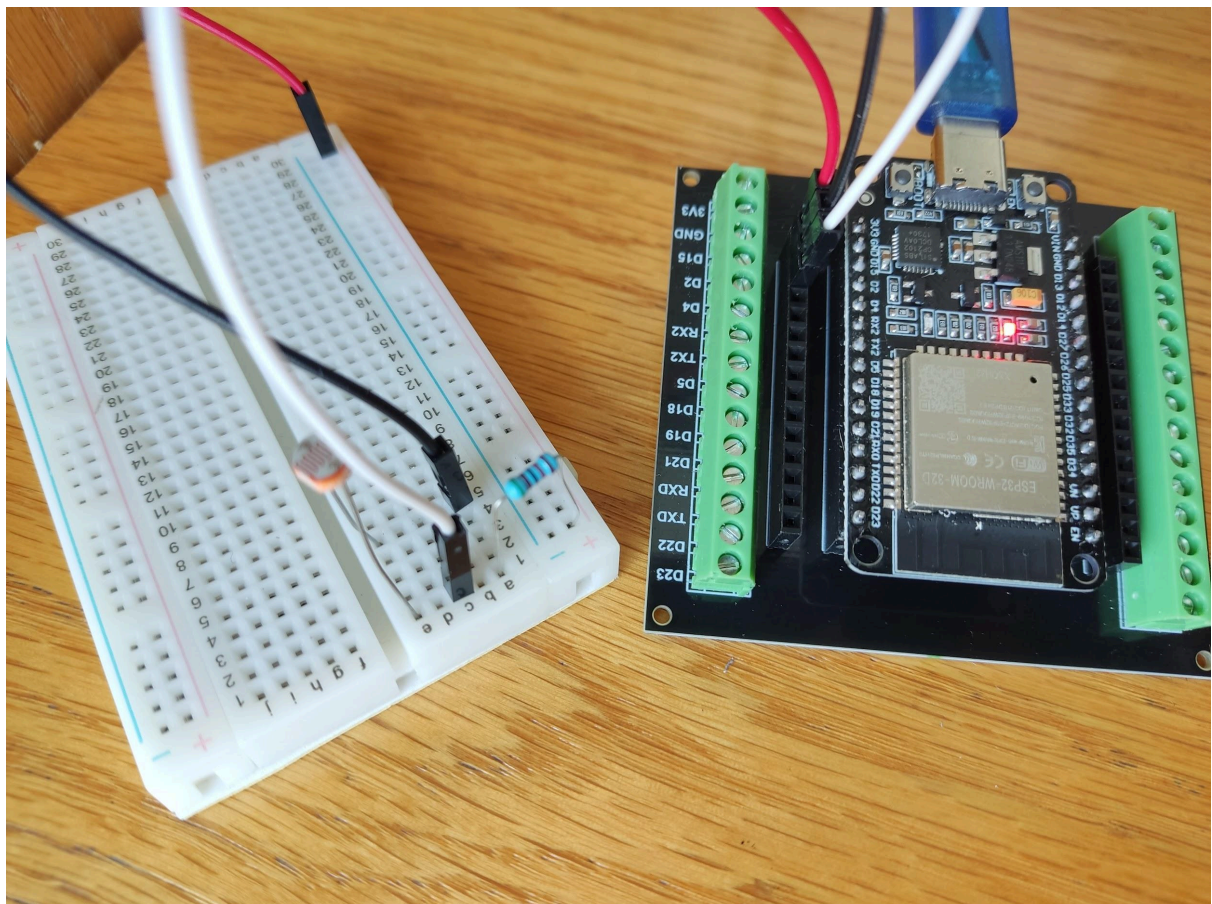
- **Cámaras y dispositivos fotográficos:** En estos dispositivos, las LDR se utilizan para controlar la apertura del diafragma, ajustando la cantidad de luz que entra en la cámara según las condiciones de iluminación.
- **Sistemas de seguridad:** Las LDR son componentes clave en algunos sistemas de seguridad y alarmas, donde se utilizan para detectar la presencia de intrusos mediante la interrupción de un haz de luz.
- **Iluminación automática:** Las fotorresistencias se utilizan en sistemas de iluminación automática para encender o apagar las luces en función de la luz ambiental. Por ejemplo, en farolas que se encienden automáticamente al anochecer y se apagan al amanecer [2].

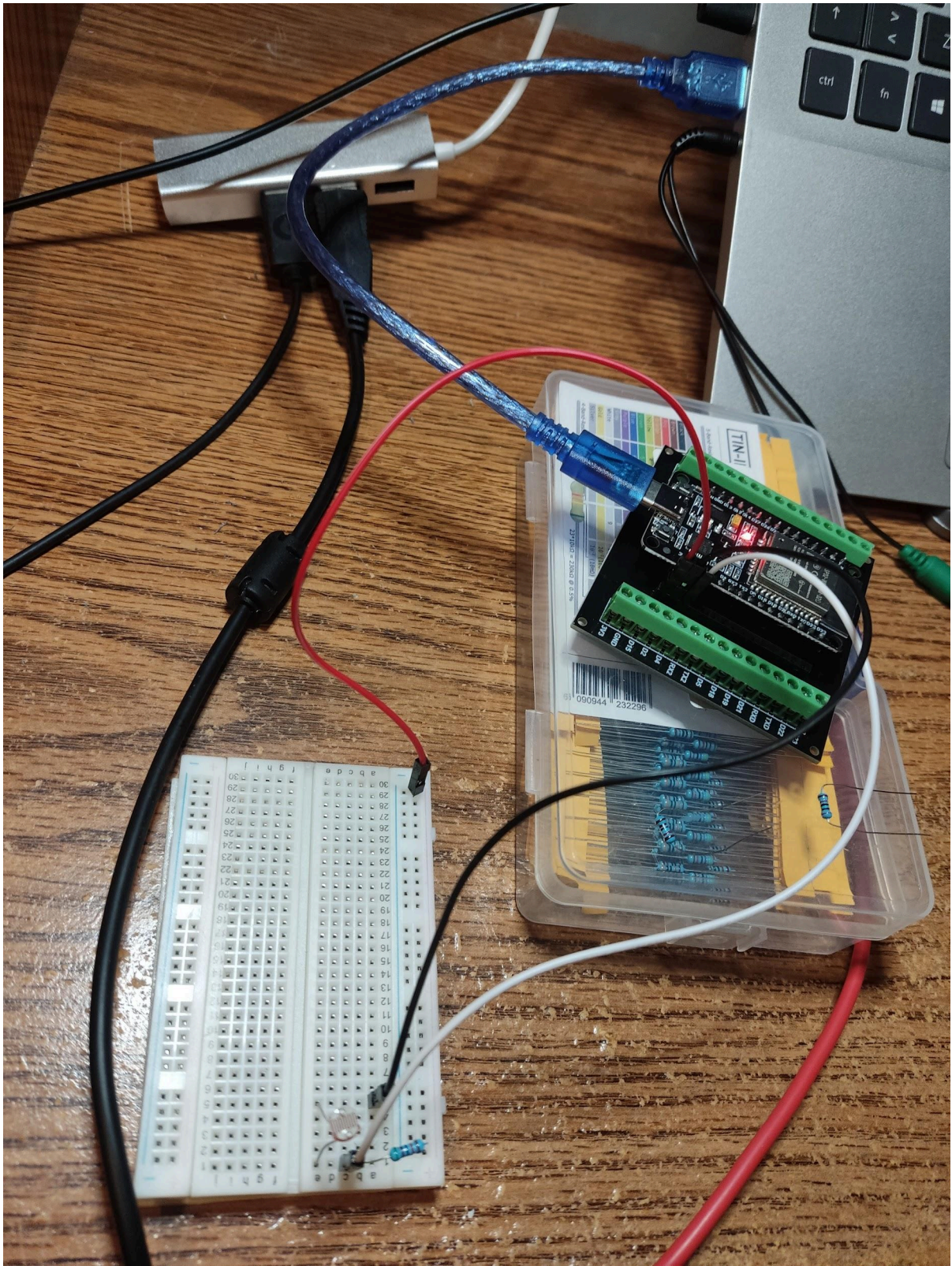
Circuito usando fotoresistencia

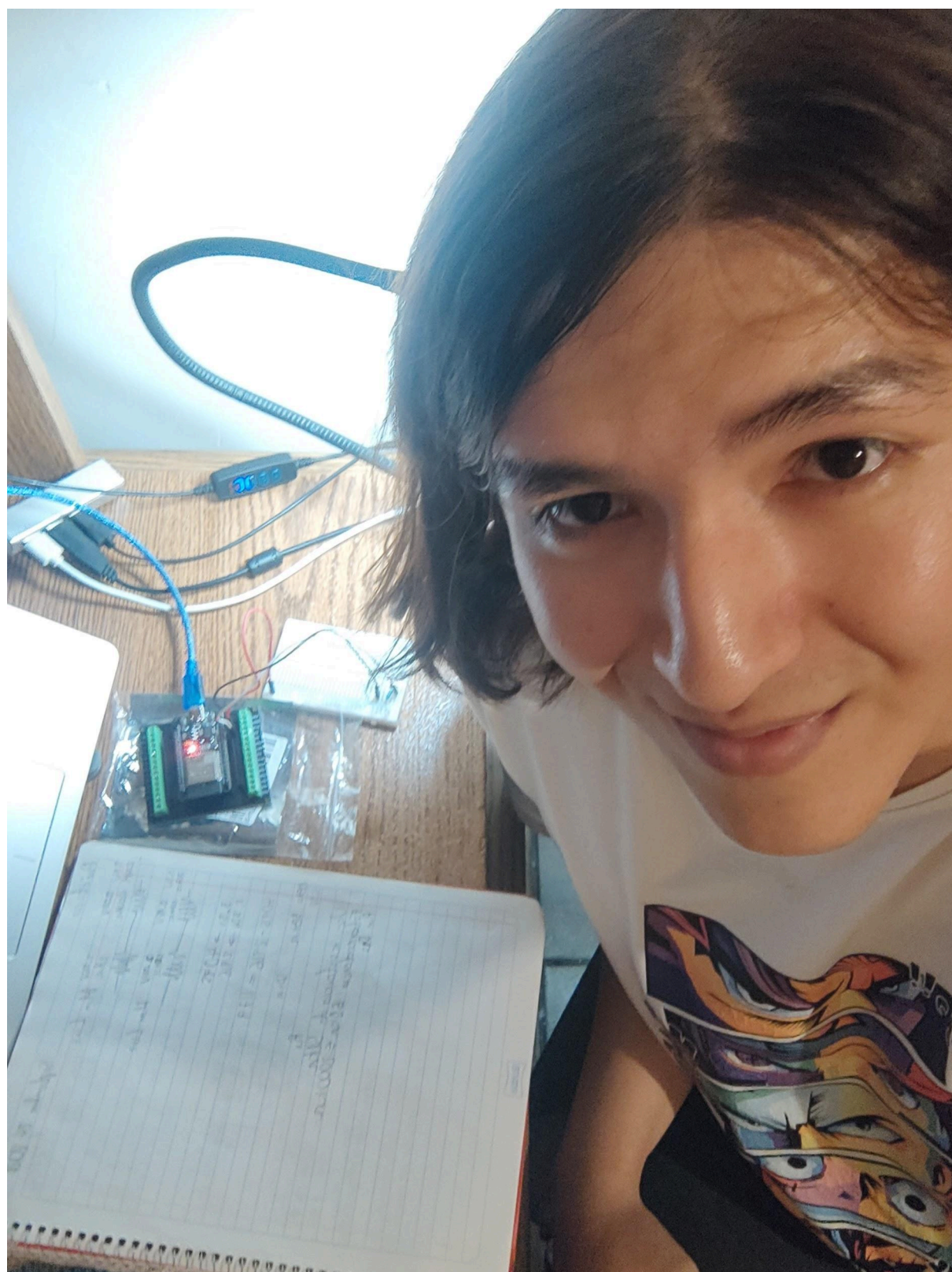
Para el circuito, se escogió una resistencia fija de 51 kOhms, y los valores de la fotoresistencia, según el vendedor, estaban en un rango de 50 kOhms máximos ante condiciones de máxima luminosidad, y 2 MOhms máximos ante condiciones de mínima luminosidad (sin embargo, creemos que los valores de la fotoresistencia eran realmente distintos ya que no obtuvimos las relaciones esperadas con división de voltaje).

La entrada de voltaje la obtenemos del pin de voltaje 3V3 del microcontrolador, este es capaz de suministrar 3.3V, y la tierra del circuito igualmente la conectamos al pin microcontrolador.

Por último, la medida que el ADC del microcontrolador debe recibir, es la del punto intermedio entre las 2 resistencias (cable blanco). El microcontrolador tiene muchos pines que pueden leer entradas analógicas. Para este caso usamos el pin D15 (GPIO15).







Valores leídos

Se realizaron 2 programas. El primero en c++, es el que se va a cargar en el ESP32.

```
#include <Arduino.h>
#include <TimeLib.h> // Para manejar el tiempo

// Pines y valores
const int sensorPin = GPIO_NUM_15; // Pin GPIO15 donde
conectas la fotoresistencia

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    delay(2000);
    setTime(0, 0, 0, 1, 1, 2024);
    pinMode(sensorPin, INPUT);
}

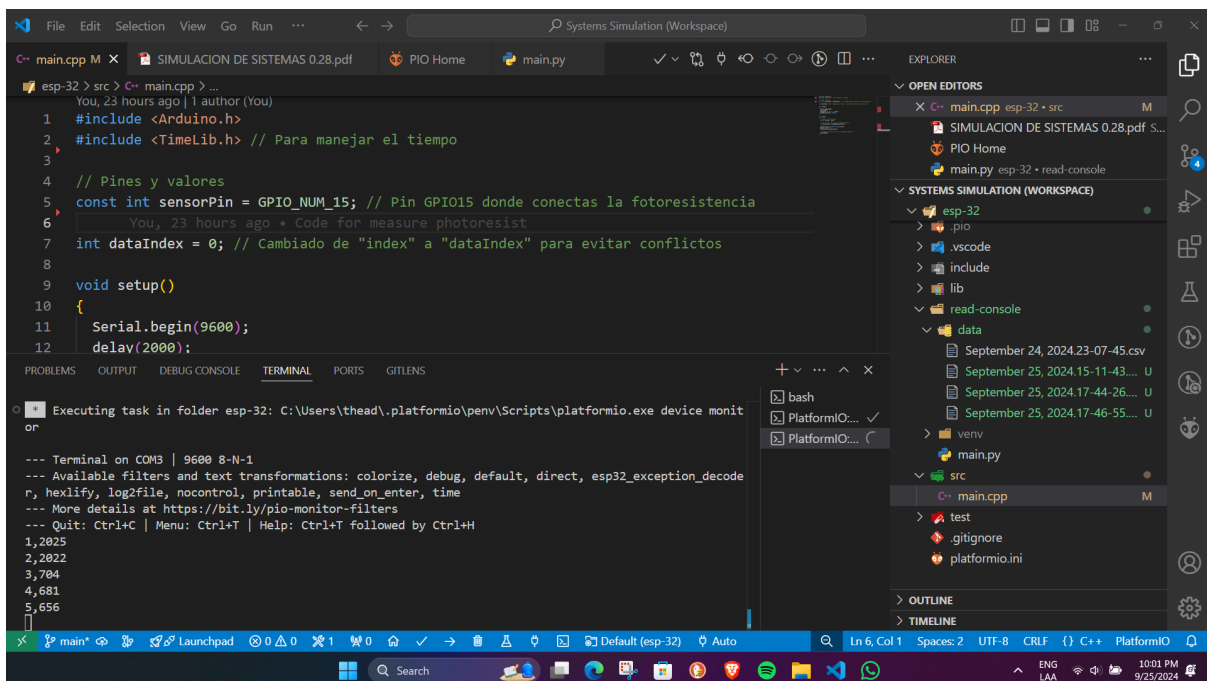
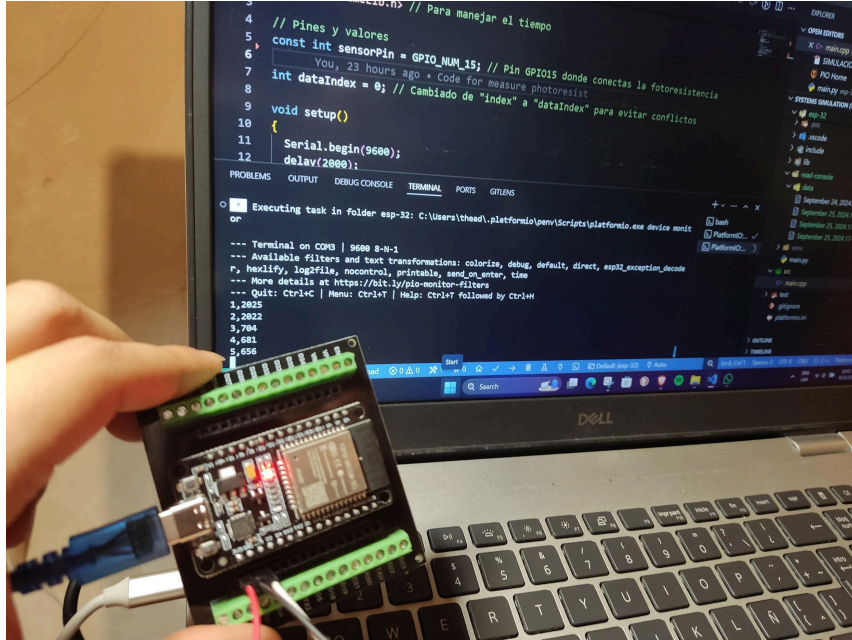
void loop()
{
    // Obtener la hora actual
    time_t current = now();

    // Leer el valor del sensor en GPIO15 (ADC2_3)
    int sensorValue = analogRead(sensorPin);

    Serial.print(numberOfMinutes(current));
    Serial.print(",");
    Serial.println(sensorValue);

    // Esperar un minuto antes de la siguiente medición
    delay(60000);
}
```

Con este, cuando nuestro microcontrolador esté conectado por el puerto serial, le comunicará cada minuto valores del minuto y el valor medido. El valor medido está en un rango entre 0 y 4095 por los 12 bits del ADC.



El segundo programa realizado fue en python:

```
import serial
import time
import datetime

port = 'COM3'
baud_rate = 9600
file_path = f'./data/{datetime.datetime.now().strftime("%B %d, %Y.%H-%M-%S")}.csv'

# Abre el puerto serie
ser = serial.Serial(port, baud_rate)

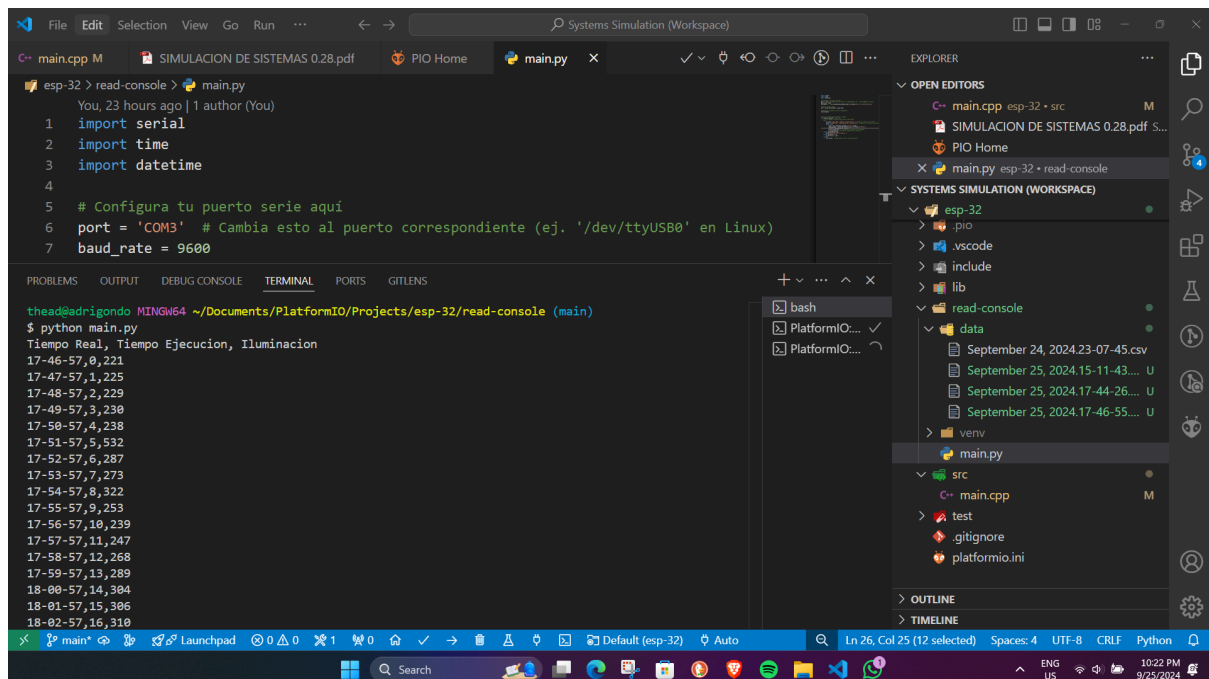
# Espera que el puerto serie se estabilice
time.sleep(2)

# Abre el archivo para guardar los datos
with open(file_path, 'w') as f:
    # Lee y guarda los datos hasta que se interrumpa
    try:
        f.write('Tiempo Real, Tiempo, Iluminacion\n') # Guarda la línea en el archivo
        print('Tiempo Real, Tiempo Ejecucion, Iluminacion') # Muestra la línea en la consola
        while True:
            line = ser.readline().decode('utf-8').strip()
            current_time = datetime.datetime.now().strftime("%H-%M-%S")
            record=f'{current_time},{line}\n'
            print(record,end='') # Muestra ek registro en la consola
            f.write(record) # Guarda ek registro en el archivo
        except KeyboardInterrupt:
            print("Detenido por el usuario.")
        except Exception as e:
            print(f"Error: {e}")
```



```
finally:
    ser.close() # Asegúrate de cerrar el puerto serie
```

En este, leeremos constantemente el puerto serial al que está conectado el ESP32, dado que ya tiene el programa cargado, si leemos la salida del puerto serial, obtendremos los valores que el anterior programa imprime. Por último, aquí en python añadimos una columna para la hora en que se lee cada línea, y la guardamos en formato .csv para su posterior manipulación.



The screenshot shows the Visual Studio Code interface with a workspace named 'Systems Simulation (Workspace)'. The editor has two tabs: 'main.cpp' and 'main.py'. The 'main.py' tab is active, showing a Python script that imports 'serial', 'time', and 'datetime' modules. It configures the serial port to 'COM3' and the baud rate to 9600. The script is designed to read data from the serial port and log it to a CSV file. The terminal window at the bottom shows the execution of 'python main.py' in a MINGW64 environment. The output displays a series of timestamps and values, such as '17-46-57,0,221' and '17-47-57,1,225'. The Explorer panel on the right shows the project structure, including a 'read-console' folder with a 'data' subfolder containing several CSV files. The status bar at the bottom indicates the current file is 'main.py' and the active workspace is 'Default (esp-32)'.

```
esp-32 > read-console > main.py
You, 23 hours ago | 1 author (You)
1 import serial
2 import time
3 import datetime
4
5 # Configura tu puerto serie aquí
6 port = 'COM3' # Cambia esto al puerto correspondiente (ej. '/dev/ttyUSB0' en Linux)
7 baud_rate = 9600

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS GITLENS
thead@adrigondo MINGW64 ~/Documents/PlatformIO/Projects/esp-32/read-console (main)
$ python main.py
Tiempo Real, Tiempo Ejecucion, Iluminacion
17-46-57,0,221
17-47-57,1,225
17-48-57,2,229
17-49-57,3,230
17-50-57,4,238
17-51-57,5,532
17-52-57,6,287
17-53-57,7,273
17-54-57,8,322
17-55-57,9,253
17-56-57,10,239
17-57-57,11,247
17-58-57,12,268
17-59-57,13,289
18-00-57,14,304
18-01-57,15,306
18-02-57,16,310
```

Tabla de valores

Realizamos 2 veces el muestreo de datos debido a que la primera vez se realizó en horario vespertino, y tuvimos una pérdida de datos desde la hora 18:46 hasta las 19:12 debido a que la computadora se suspendió durante este periodo.

Debido a que la hora de interrupción coincide con la puesta del sol, las 2 muestras (separadas por la interrupción) de la primera lectura se comportan de manera distinta. Por esto más adelante, se tratarán los datos de la primera lectura como 2 muestras.

En la segunda lectura, si bien, ahora no tuvimos ninguna interrupción, presenciamos otro problema debido a la elección de la resistencia de 51 kOhms que [como se explicó en la sección [Circuito usando fotoresistencia](#)] creemos sería un valor plausible si la fotoresistencia tuviese los valores proporcionados por el vendedor.

A continuación se adjuntan las tablas de datos obtenidas. La primera y cuarta columna fueron agregadas posterior a la toma de datos. La cuarta columna fue calculada según la siguiente regla de conversión:

$$3.3V \rightarrow 4095$$

Voltaje de la fotoresistencia \leftarrow Valor entero leído

$$\text{Voltaje de la fotoresistencia} = \frac{3.3V \times (\text{Valor entero leído})}{4095}$$

Donde el valor entero leído es el que corresponde al valor de voltaje que el ADC lee en el pin GPIO15, y por ende, corresponde al voltaje que se cae en la fotoresistencia, es decir, el voltaje ligado a la iluminación que la fotoresistencia detecta en ese momento.

Lectura 1. Miércoles 25 de septiembre de 2024, 17:47 - 21:06			
# medición	Hora-Minuto-Segundo	Iluminación	Iluminación (Voltaje)
1	17-46-57	221	0.1797142857
2	17-47-57	225	0.182967033
3	17-48-57	229	0.1862197802
4	17-49-57	230	0.187032967
5	17-50-57	238	0.1935384615
6	17-51-57	532	0.4326153846

7	17-52-57	287	0.2333846154
8	17-53-57	273	0.222
9	17-54-57	322	0.2618461538
10	17-55-57	253	0.2057362637
11	17-56-57	239	0.1943516484
12	17-57-57	247	0.2008571429
13	17-58-57	268	0.2179340659
14	17-59-57	289	0.235010989
15	18-00-57	304	0.2472087912
16	18-01-57	306	0.2488351648
17	18-02-57	310	0.2520879121
18	18-03-57	319	0.2594065934
19	18-04-57	318	0.2585934066
20	18-05-57	331	0.2691648352
21	18-06-57	326	0.2650989011
22	18-07-57	336	0.2732307692
23	18-08-57	345	0.2805494505
24	18-09-57	355	0.2886813187
25	18-10-57	361	0.2935604396
26	18-11-57	368	0.2992527473
27	18-12-57	383	0.3114505495
28	18-13-57	410	0.3334065934
29	18-14-57	389	0.3163296703
30	18-15-57	391	0.317956044
31	18-16-57	407	0.330967033
32	18-17-57	419	0.3407252747
33	18-18-57	432	0.3512967033
34	18-19-57	432	0.3512967033
35	18-20-57	442	0.3594285714
36	18-21-57	450	0.3659340659
37	18-22-57	471	0.383010989
38	18-23-57	485	0.3943956044
39	18-24-57	496	0.4033406593
40	18-25-57	571	0.4643296703
41	18-26-57	551	0.4480659341
42	18-27-57	530	0.430989011

43	18-28-57	531	0.4318021978
44	18-29-57	537	0.4366813187
45	18-30-57	550	0.4472527473
46	18-31-57	562	0.457010989
47	18-32-57	591	0.4805934066
48	18-33-57	624	0.5074285714
49	18-34-57	673	0.5472747253
50	18-35-57	790	0.6424175824
51	18-36-57	938	0.7627692308
52	18-37-57	1007	0.8188791209
53	18-38-57	1077	0.8758021978
54	18-39-57	1137	0.9245934066
55	18-40-57	1185	0.9636263736
56	18-41-57	1230	1.00021978
57	18-42-57	1277	1.03843956
58	18-43-57	1361	1.106747253
59	18-44-57	1494	1.214901099
60	18-45-57	1635	1.32956044
61	18-46-57	1740	1.414945055
62	19-12-50	4090	3.325934066
63	19-13-50	2880	2.341978022
64	19-14-50	2896	2.354989011
65	19-15-50	2929	2.381824176
66	19-16-50	2945	2.394835165
67	19-17-50	3159	2.568857143
68	19-18-50	3168	2.576175824
69	19-19-50	3171	2.578615385
70	19-20-50	3184	2.589186813
71	19-21-50	3185	2.59
72	19-22-50	3186	2.590813187
73	19-23-50	3186	2.590813187
74	19-24-50	3205	2.606263736
75	19-25-50	3152	2.563164835
76	19-26-50	3214	2.613582418
77	19-27-50	3202	2.603824176
78	19-28-50	3184	2.589186813

79	19-29-50	3189	2.593252747
80	19-30-50	3180	2.585934066
81	19-31-50	3191	2.594879121
82	19-32-50	3198	2.600571429
83	19-33-50	3189	2.593252747
84	19-34-50	3292	2.677010989
85	19-35-50	3187	2.591626374
86	19-36-50	3194	2.597318681
87	19-37-50	3190	2.594065934
88	19-38-50	3191	2.594879121
89	19-39-50	3191	2.594879121
90	19-40-50	3191	2.594879121
91	19-41-50	3197	2.599758242
92	19-42-50	3198	2.600571429
93	19-43-50	3191	2.594879121
94	19-44-50	3187	2.591626374
95	19-45-50	3190	2.594065934
96	19-46-50	3193	2.596505495
97	19-47-50	3187	2.591626374
98	19-48-50	3199	2.601384615
99	19-49-50	3201	2.603010989
100	19-50-50	3194	2.597318681
101	19-51-50	3194	2.597318681
102	19-52-50	3194	2.597318681
103	19-53-50	3187	2.591626374
104	19-54-50	3191	2.594879121
105	19-55-50	3191	2.594879121
106	19-56-50	3190	2.594065934
107	19-57-50	3199	2.601384615
108	19-58-50	3183	2.588373626
109	19-59-50	3187	2.591626374
110	20-00-50	3191	2.594879121
111	20-01-50	3189	2.593252747
112	20-02-50	3182	2.58756044
113	20-03-50	3186	2.590813187
114	20-04-50	3187	2.591626374

115	20-05-50	3188	2.59243956
116	20-06-50	3187	2.591626374
117	20-07-50	3187	2.591626374
118	20-08-50	3184	2.589186813
119	20-09-50	3189	2.593252747
120	20-10-50	3190	2.594065934
121	20-11-50	3184	2.589186813
122	20-12-50	3193	2.596505495
123	20-13-50	3197	2.599758242
124	20-14-50	3199	2.601384615
125	20-15-50	3195	2.598131868
126	20-16-50	3193	2.596505495
127	20-17-50	3195	2.598131868
128	20-18-50	3196	2.598945055
129	20-19-50	3191	2.594879121
130	20-20-50	3199	2.601384615
131	20-21-50	3200	2.602197802
132	20-22-50	3194	2.597318681
133	20-23-50	3202	2.603824176
134	20-24-50	3200	2.602197802
135	20-25-50	3202	2.603824176
136	20-26-50	3202	2.603824176
137	20-27-50	3207	2.60789011
138	20-28-50	3202	2.603824176
139	20-29-50	3206	2.607076923
140	20-30-50	3201	2.603010989
141	20-31-50	3206	2.607076923
142	20-32-50	3207	2.60789011
143	20-33-50	3203	2.604637363
144	20-34-50	3201	2.603010989
145	20-35-50	3205	2.606263736
146	20-36-50	3200	2.602197802
147	20-37-50	3201	2.603010989
148	20-38-50	3202	2.603824176
149	20-39-50	3199	2.601384615
150	20-40-50	3200	2.602197802

151	20-41-50	3200	2.602197802
152	20-42-50	3205	2.606263736
153	20-43-50	3201	2.603010989
154	20-44-50	3203	2.604637363
155	20-45-50	3201	2.603010989
156	20-46-50	3199	2.601384615
157	20-47-50	3199	2.601384615
158	20-48-50	3200	2.602197802
159	20-49-50	3203	2.604637363
160	20-50-50	3203	2.604637363
161	20-51-50	3200	2.602197802
162	20-52-50	3200	2.602197802
163	20-53-50	3194	2.597318681
164	20-54-50	3207	2.60789011
165	20-55-50	3196	2.598945055
166	20-56-50	3200	2.602197802
167	20-57-50	3201	2.603010989
168	20-58-50	3201	2.603010989
169	20-59-50	3200	2.602197802
170	21-00-50	3207	2.60789011
171	21-01-50	3200	2.602197802
172	21-02-50	3205	2.606263736
173	21-03-50	3203	2.604637363
174	21-04-50	3200	2.602197802
175	21-05-50	3203	2.604637363
176	21-06-50	3200	2.602197802

Lectura 2. Jueves 26 de septiembre de 2024, 06:03 - 09:08

# medición	Hora-Minuto-Segundo	Iluminación	Iluminación (Voltaje)
1	06-03-21	4095	3.33
2	06-04-21	4095	3.33
3	06-05-21	4095	3.33
4	06-06-21	4095	3.33
5	06-07-21	4095	3.33
6	06-08-21	4095	3.33
7	06-09-21	4095	3.33

8	06-10-21	4095	3.33
9	06-11-21	4095	3.33
10	06-12-21	4095	3.33
11	06-13-21	4095	3.33
12	06-14-21	4095	3.33
13	06-15-21	4095	3.33
14	06-16-21	4095	3.33
15	06-17-21	4095	3.33
16	06-18-21	4095	3.33
17	06-19-21	4095	3.33
18	06-20-21	4095	3.33
19	06-21-21	4095	3.33
20	06-22-21	4095	3.33
21	06-23-21	4095	3.33
22	06-24-21	4095	3.33
23	06-25-21	4095	3.33
24	06-26-21	4095	3.33
25	06-27-21	4095	3.33
26	06-28-21	4095	3.33
27	06-29-21	4095	3.33
28	06-30-21	4095	3.33
29	06-31-21	4095	3.33
30	06-32-21	4095	3.33
31	06-33-21	4095	3.33
32	06-34-21	4095	3.33
33	06-35-21	4095	3.33
34	06-36-21	4095	3.33
35	06-37-21	4095	3.33
36	06-38-21	3970	3.228351648
37	06-39-21	3804	3.093362637
38	06-40-21	3627	2.949428571
39	06-41-21	3419	2.780285714
40	06-42-21	3211	2.611142857
41	06-43-21	3019	2.455010989
42	06-44-21	2819	2.292373626
43	06-45-21	2631	2.139494505

44	06-46-21	2441	1.984989011
45	06-47-21	2246	1.826417582
46	06-48-21	2069	1.682483516
47	06-49-21	1872	1.522285714
48	06-50-21	1719	1.397868132
49	06-51-21	1567	1.274263736
50	06-52-21	1431	1.16367033
51	06-53-21	1291	1.049824176
52	06-54-21	1200	0.9758241758
53	06-55-21	1098	0.8928791209
54	06-56-21	998	0.8115604396
55	06-57-21	907	0.7375604396
56	06-58-21	833	0.6773846154
57	06-59-21	769	0.6253406593
58	07-00-21	713	0.5798021978
59	07-01-21	662	0.5383296703
60	07-02-21	625	0.5082417582
61	07-03-21	586	0.4765274725
62	07-04-21	550	0.4472527473
63	07-05-21	509	0.4139120879
64	07-06-21	488	0.3968351648
65	07-07-22	462	0.3756923077
66	07-08-22	432	0.3512967033
67	07-09-22	405	0.3293406593
68	07-10-22	389	0.3163296703
69	07-11-22	372	0.3025054945
70	07-12-22	355	0.2886813187
71	07-13-22	336	0.2732307692
72	07-14-22	334	0.2716043956
73	07-15-22	319	0.2594065934
74	07-16-22	306	0.2488351648
75	07-17-22	290	0.2358241758
76	07-18-22	289	0.235010989
77	07-19-22	276	0.2244395604
78	07-20-22	268	0.2179340659
79	07-21-22	262	0.2130549451

80	07-22-22	250	0.2032967033
81	07-23-22	242	0.1967912088
82	07-24-22	241	0.195978022
83	07-25-22	234	0.1902857143
84	07-26-22	227	0.1845934066
85	07-27-22	215	0.1748351648
86	07-28-22	214	0.174021978
87	07-29-22	217	0.1764615385
88	07-30-22	208	0.1691428571
89	07-31-22	210	0.1707692308
90	07-32-22	201	0.1634505495
91	07-33-22	195	0.1585714286
92	07-34-22	195	0.1585714286
93	07-35-22	190	0.1545054945
94	07-36-22	189	0.1536923077
95	07-37-22	182	0.148
96	07-38-22	176	0.1431208791
97	07-39-22	176	0.1431208791
98	07-40-22	177	0.1439340659
99	07-41-22	172	0.1398681319
100	07-42-22	163	0.1325494505
101	07-43-22	165	0.1341758242
102	07-44-22	158	0.1284835165
103	07-45-22	159	0.1292967033
104	07-46-22	160	0.1301098901
105	07-47-22	154	0.1252307692
106	07-48-22	155	0.126043956
107	07-49-22	147	0.1195384615
108	07-50-22	150	0.121978022
109	07-51-22	141	0.1146593407
110	07-52-22	140	0.1138461538
111	07-53-22	142	0.1154725275
112	07-54-22	139	0.113032967
113	07-55-22	139	0.113032967
114	07-56-22	142	0.1154725275
115	07-57-22	139	0.113032967

116	07-58-22	128	0.1040879121
117	07-59-22	131	0.1065274725
118	08-00-22	132	0.1073406593
119	08-01-22	128	0.1040879121
120	08-02-22	128	0.1040879121
121	08-03-22	123	0.100021978
122	08-04-22	125	0.1016483516
123	08-05-22	125	0.1016483516
124	08-06-22	128	0.1040879121
125	08-07-22	123	0.100021978
126	08-08-22	119	0.09676923077
127	08-09-22	119	0.09676923077
128	08-10-22	115	0.09351648352
129	08-11-22	122	0.09920879121
130	08-12-22	117	0.09514285714
131	08-13-22	121	0.0983956044
132	08-14-22	113	0.09189010989
133	08-15-22	118	0.09595604396
134	08-16-22	123	0.100021978
135	08-17-22	116	0.09432967033
136	08-18-22	112	0.09107692308
137	08-19-22	123	0.100021978
138	08-20-22	117	0.09514285714
139	08-21-22	114	0.0927032967
140	08-22-22	112	0.09107692308
141	08-23-22	111	0.09026373626
142	08-24-22	115	0.09351648352
143	08-25-22	109	0.08863736264
144	08-26-22	111	0.09026373626
145	08-27-22	107	0.08701098901
146	08-28-22	115	0.09351648352
147	08-29-22	112	0.09107692308
148	08-30-22	109	0.08863736264
149	08-31-22	111	0.09026373626
150	08-32-22	112	0.09107692308
151	08-33-22	112	0.09107692308

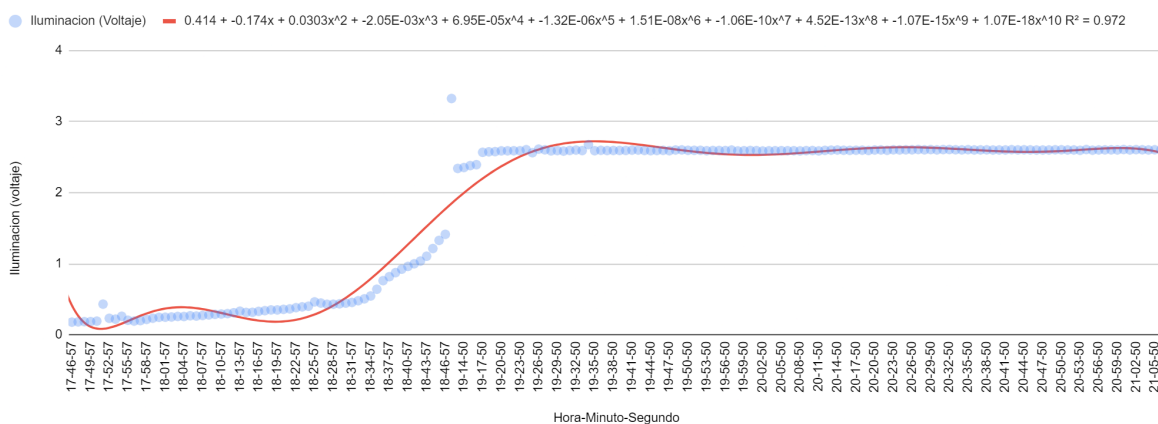
152	08-34-22	105	0.08538461538
153	08-35-22	105	0.08538461538
154	08-36-22	110	0.08945054945
155	08-37-22	108	0.08782417582
156	08-38-22	103	0.08375824176
157	08-39-22	107	0.08701098901
158	08-40-22	103	0.08375824176
159	08-41-22	108	0.08782417582
160	08-42-22	108	0.08782417582
161	08-43-22	109	0.08863736264
162	08-44-22	107	0.08701098901
163	08-45-22	103	0.08375824176
164	08-46-22	103	0.08375824176
165	08-47-22	105	0.08538461538
166	08-48-22	101	0.08213186813
167	08-49-22	102	0.08294505495
168	08-50-22	110	0.08945054945
169	08-51-22	100	0.08131868132
170	08-52-22	103	0.08375824176
171	08-53-22	100	0.08131868132
172	08-54-22	107	0.08701098901
173	08-55-22	99	0.08050549451
174	08-56-22	97	0.07887912088
175	08-57-22	103	0.08375824176
176	08-58-22	103	0.08375824176
177	08-59-22	89	0.07237362637
178	09-00-22	98	0.07969230769
179	09-01-22	97	0.07887912088
180	09-02-22	103	0.08375824176
181	09-03-22	99	0.08050549451
182	09-04-22	101	0.08213186813
183	09-05-22	93	0.07562637363
184	09-06-22	95	0.07725274725
185	09-07-22	101	0.08213186813
186	09-08-22	98	0.07969230769

Función, método para calcular la función y gráficas de la función

Apoyándonos del uso de las herramientas tecnológicas para la resolución de problemas, usamos la aplicación de hojas de cálculo, google sheets, en donde tabulamos los resultados anteriores. A la vez, la utilizamos para graficar los datos tabulados, obtener y visualizar las funciones para saber cual es la que más se aproxima a los datos obtenidos, además de conocer el error de ajuste

Lectura 1.

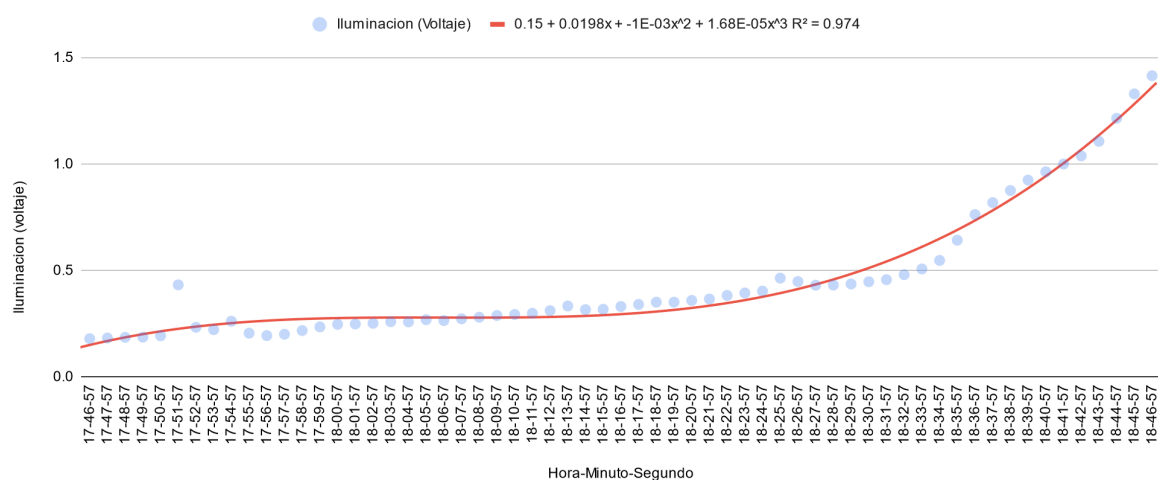
Iluminacion segun la hora y minuto



Como se indicó anteriormente, la lectura 1 tuvo una interrupción, así que la separamos en 2 muestras para explicar su comportamiento individual.

Lectura 1, muestra 1.

Iluminación según la hora y minuto (Antes de la interrupción de 18:46-19:12)



El comportamiento de la gráfica se adapta de mejor manera a una función polinómica, ya que el valor del voltaje de la foto resistencia a través del tiempo no sigue un patrón constante, sino que la tasa de cambio es variable en diferentes intervalos de tiempo. La ecuación aproximada a este primer segmento es:

$$0.15 + 0.0198x + -1E-03x^2 + 1.68E-05x^3 \quad R^2 = 0.974$$

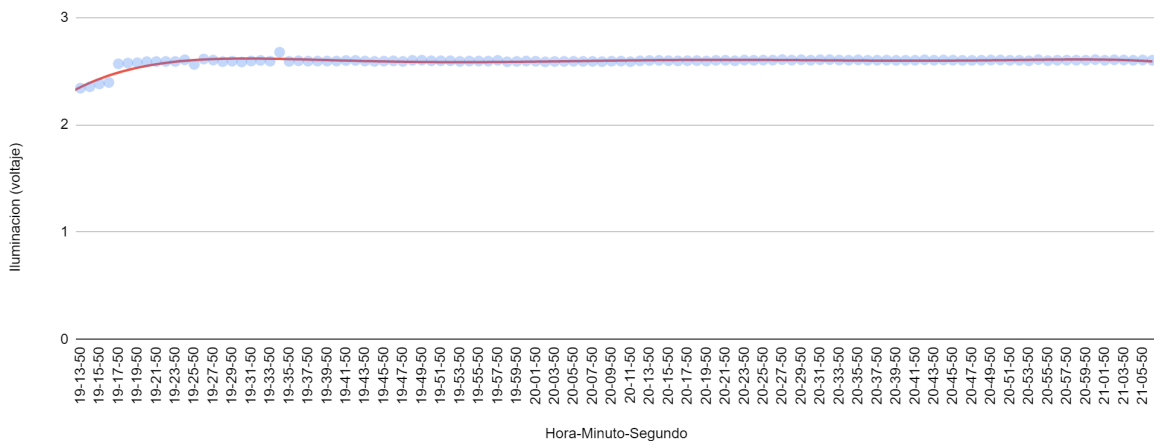
donde R^2 es el error de ajuste.

Un valor de R^2 cercano a 1 nos indica que nuestro modelo polinómico se ajusta bien a los datos, es decir, que recrea un comportamiento aproximado de estos; por el contrario, un valor de R^2 cercano a 0 nos indica que nuestro modelo no es tan adecuado para predecir el comportamiento de estos.

Lectura 1, muestra 2.

Iluminación según la hora y minuto (Antes de la interrupción de 18:46-19:12)

● 3.325934066 — $2.35 + 0.0432x + -2.54E-03x^2 + 6.85E-05x^3 + -9.32E-07x^4 + 6.24E-09x^5 + -1.63E-11x^6 \quad R^2 = 0.831$

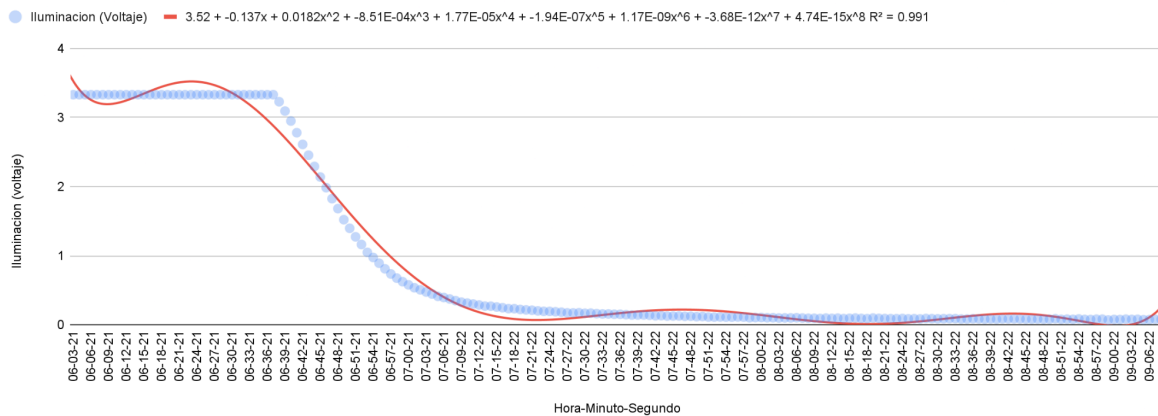


Luego de la puesta del sol, los valores leídos tendieron a un máximo valor aproximado entre 0.09V y 0.1V, y la función aproximada con mejor ajuste fue la siguiente ecuación polinomial.

$$2.35 + 0.0432x + -2.54E-03x^2 + 6.85E-05x^3 + -9.32E-07x^4 + 6.24E-09x^5 + -1.63E-11x^6 \quad R^2 = 0.831$$

Lectura 2

Iluminacion segun la hora y minuto



En la segunda lectura, no tuvimos interrupciones, no obstante, observamos que posiblemente hay una pérdida de datos, debido a que desde las 06:03 hasta las 06:37, el ADC registró el máximo valor de voltaje, es decir, que idealmente, durante todo este tiempo no hubieron cambios en la luminosidad del ambiente, pero, más probablemente, la resistencia fija tuvo un valor muy pequeño comparado al mayor valor de la fotoresistencia, derivando en una pérdida de información.

No obstante, hicimos pruebas con resistencias de varios valores con tal de aproximar el mayor valor de la fotoresistencia en condiciones de máxima iluminación y mínima iluminación.

Valor medido por el ADC = M

Indice Resistencia fija = 1

Indice Fotoresistencia = f

Para calcular la máxima resistencia de la fotoresistencia, usamos un valor grande de resistencia fija.

$$\text{Para } R_1 = 1M\Omega$$

$$Max(M_f) = 3995$$

$$V_f = \frac{3.3V \times 3995}{4095} = 3.21V$$

$$V_1 = 3.3V - 3.21V = 0.08V$$

$$R_f = \frac{R_1 \times V_f}{V_1} = \frac{1M\Omega \times 3.21V}{0.08V} = 40.125M\Omega$$

$$40.125M\Omega \approx 40,125k\Omega \approx 40,125,000\Omega$$

Y para calcular la mínima resistencia de la fotoresistencia, usamos un valor pequeño de resistencia fija.

$$\text{Para } R_1 = 1k\Omega$$

$$\text{Min}(M_f) = 100$$

$$V_f = \frac{3.3V \times 100}{4095} = 0.08V$$

$$V_1 = 3.3V - 0.08V = 3.21V$$

$$R_f = \frac{R_1 \times V_f}{V_1} = \frac{1k\Omega \times 0.08V}{3.21V} = 0.02k\Omega$$

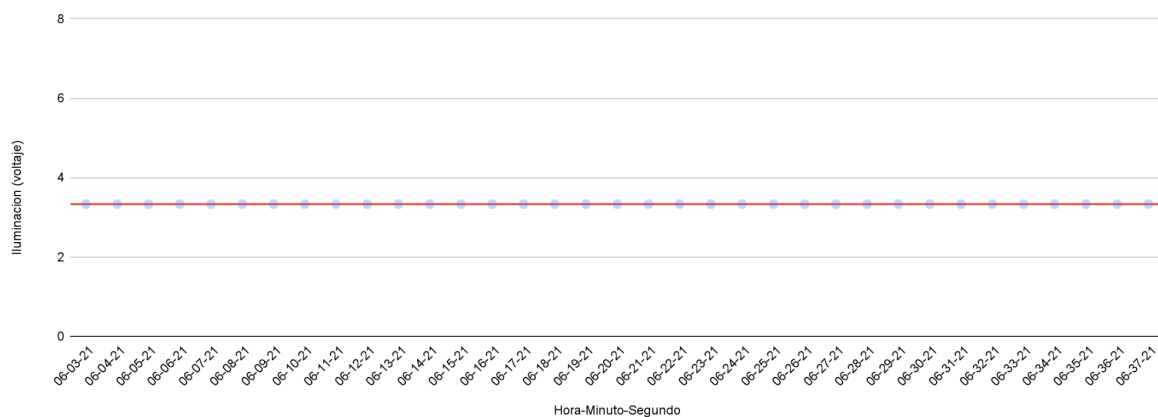
$$0.02k\Omega \approx 20\Omega$$

Con los posibles valores de resistencia de resistencia tan distantes, se volvió muy difícil escoger una resistencia que permitiera medir adecuadamente los cambios de luminosidad tanto en la oscuridad como en la luz.

Dicho esto, separaremos los datos a partir de donde empezó el amanecer.

Lectura 2, muestra 1

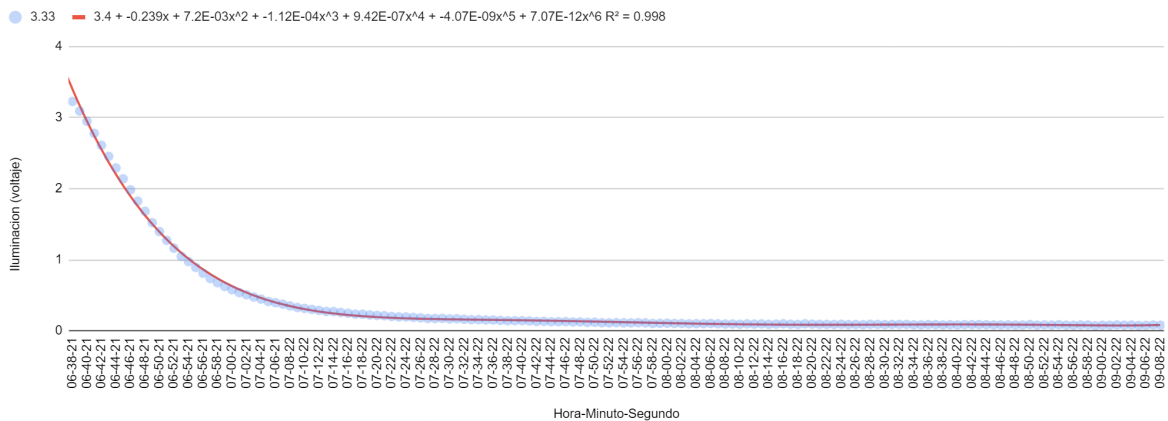
Iluminacion segun la hora y minuto



Es oscuridad, el voltaje es máximo y no se detectan cambios en el voltaje. La función es constante $f(\text{tiempo}) = 3.3V$

Lectura 2, muestra 2

Iluminación según la hora y minuto



La función tiene un comportamiento polinomial de 6 variables, con la siguiente ecuación aproximada

Determinar si la función es lineal

La luminosidad ambiental difícilmente llega a ser lineal, ya que depende de la época del año, posición del sol, de las nubes, y otros factores meteorológicos y aleatorios, no obstante, en pequeños periodos de tiempo la función sí puede ser lineal.

En la primera lectura, en el primer muestreo, por observación de la gráfica, pudiéramos pensar que existe un segmento lineal, desde la hora 17:46 hasta las 18:28. Al hacer el cálculo de la linealidad:

$$f(17 : 46) = f(0) = 0.1797142857 - 0.1797142857 = 0V$$

$$f(17 : 56) = f(10) = 0.1943516484V - 0.1797142857V = 0.0146373627V$$

$$f(18 : 00) = f(14) = 0.2472087912V - 0.1797142857V = 0.06749445055V$$

$$f(18 : 10) = f(24) = 0.2935604396V - 0.1797142857V = 0.1138461539V$$

$$f(10 + 14) = 0.0146373627V + 0.06749445055V = 0.0791318132V$$

Aunque el valor calculado es cercano al valor medido, su diferencia es lo suficientemente grande como para considerar que la función no es lineal.

Bibliografía

- [1]. *Cursos de Sistemas - Programa de Ingeniería de Sistemas Unipamplona - Fotorresistencia.* (s. f.). Recuperado 24 de septiembre de 2024, de https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_74/recursos/visual-bas-ic-para-excel/17052017/u5_fotorresistencia.jsp
- [2]. Matan. (2024, 14 enero). *Fotorresistencia (LDR) | How it works, Application & Advantages. Electricity - Magnetism.* Recuperado 24 de septiembre de 2024, de <https://www.electricity-magnetism.org/es/fotorresistencia-ldr/>
- LME Editorial Staff. (2023, November 23). *ESP32 Pinout reference. Last Minute Engineers.* <https://lastminuteengineers.com/esp32-pinout-reference/>
- DOIT Esp32 DevKit v1 — Zerynth Docs documentation. (n.d.). https://olddocs.zerynth.com/r2.5.2/official/board.zerynth.doit_esp32/docs/index.html