

# **Monitor de temperatura de dispositivos electrónicos**

**Autor**

**Dario Capucchio - Padrón 85.119**

**Fecha:**

**2do cuatrimestre 2019**

## **Tabla de contenido**

<b>Registro de cambios</b>	<b>3</b>
<b>Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar</b>	<b>4</b>
<b>Acta de constitución del proyecto</b>	<b>6</b>
<b>1. Propósito del proyecto</b>	<b>7</b>
<b>2. Alcance del proyecto</b>	<b>7</b>
<b>3. Supuestos del proyecto</b>	<b>7</b>
<b>4. Requerimientos</b>	<b>7</b>
<b>5. Entregables principales del proyecto</b>	<b>7</b>
<b>6. Desglose del trabajo en tareas</b>	<b>8</b>
<b>7. Diagrama de Gantt</b>	<b>9</b>
<b>8. Gestión de riesgos</b>	<b>11</b>
<b>9. Gestión de la calidad</b>	<b>12</b>

## **Registro de cambios**

<b>Revisión</b>	<b>Cambios realizados</b>	<b>Fecha</b>
1.0	Creación del documento	07/09/2019
1.1	Correcciones, gestión de riesgos y gestión de calidad	22/09/2019
1.2	Correcciones, Desglose de tareas, diagrama de Gantt, gestión de riesgos y gestión de calidad	01/10/2019

## **Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar**

En los sistemas electrónicos con dispositivos semiconductores la temperatura es un factor importante en su desempeño y su vida útil. Cuanto mayor sea la densidad de integración mayor es el consumo de energía, lo que significa un aumento en la temperatura del silicio.

Para la medición de temperatura en los dispositivos semiconductores se puede utilizar tecnología infrarroja, que es un procedimiento rápido y sin contacto. Con este tipo de tecnología se puede obtener la temperatura de varios componentes de una placa, facilitando la identificación de problemas o puntos críticos.

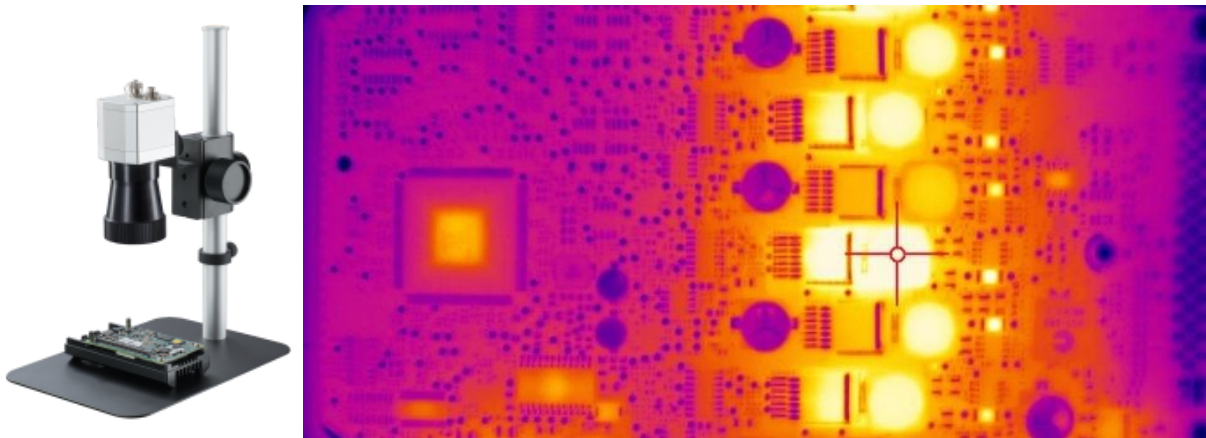


Fig. 1: Cámara termográfica (izquierda), y resultado de la termografía (derecha).<sup>1</sup>

Se propone realizar un sistema que monitoree la temperatura de microcontroladores o placas electrónicas, utilizando el sensor de temperatura MLX90614, el cual es un sensor de temperatura infrarrojo de bajo costo con interfaz I2C. Las mediciones realizadas se enviarán vía Bluetooth a un dispositivo móvil. Para ello se utilizará un módulo transmisor receptor de Bluetooth con comunicación USART. El dispositivo se alimentará con una batería de 9V, y mediante una entrada analógica se tomará la tensión de la misma y se informará al usuario. Para la implementación se propone diseñar un poncho para la EDU-CIAA que cuente con el módulo para la conexión Bluetooth, el sensor de temperatura, y el circuito para el sensado de la tensión de la batería.

---

<sup>1</sup> Imágenes: <https://www.mesurex.com/camaras-infrarrojas-en-el-desarrollo-de-la-electronica>

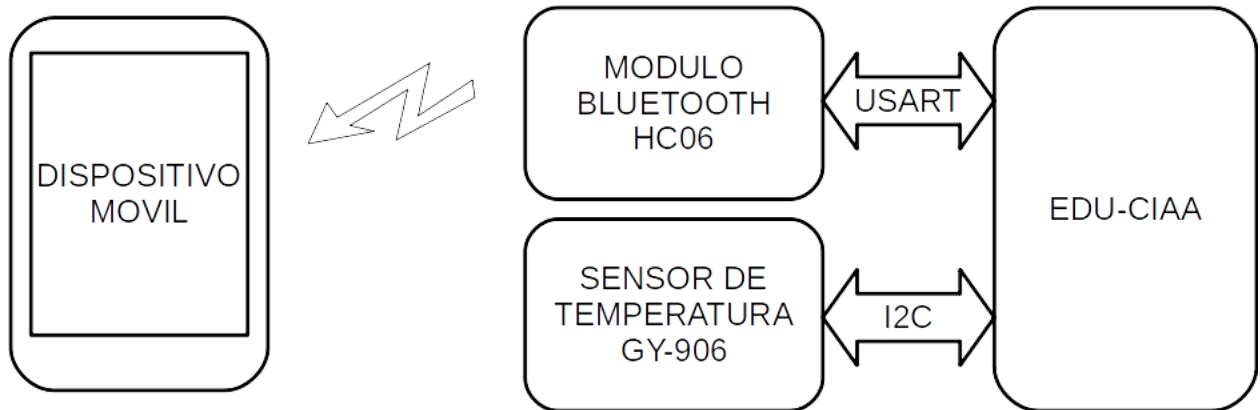


Fig. 2: Diagrama en bloques del proyecto.

Se debe aclarar que, aunque la finalidad de este sistema será la medición de temperatura de sistemas electrónicos, el área de aplicación puede ser muy amplia. Como puede ser la medición de temperatura en procesos de fabricación de metales, plásticos o vidrio. O también la medición de temperatura de productos de industria alimenticia, ya que se realiza una medición sin contacto con el sensor.

## **Acta de constitución del proyecto**

Buenos Aires, 31 de septiembre de 2019

Por medio de la presente se acuerda con el Sr. Darío Capucchio que su Trabajo Final del Seminario de Sistemas Embebidos se titulará “Monitor de temperatura de dispositivos electrónicos”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sensor de temperatura infrarrojo con conexión vía bluetooth , y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 102 hs de trabajo y \$2000, con fecha de inicio lunes 14 de octubre de 2019 y fecha de finalización miércoles 4 de diciembre de 2019.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg  
Profesor Adjunto del Seminario de Sistemas Embebidos

## **1. Propósito del proyecto**

El propósito del proyecto es monitorear y registrar la temperatura de un dispositivo o sistema electrónico, y de esta manera obtener una ayuda en cuanto al correcto funcionamiento del sistema bajo prueba. También aplicar los conocimientos adquiridos en el curso para la gestión del proyecto y el diseño del firmware.

## **2. Alcance del proyecto**

El proyecto incluye:

- Desarrollo de firmware para la comunicación I2C con el sensor de temperatura infrarrojo.
- Desarrollo de firmware para el sensado de la tensión de la batería.
- Desarrollo de un poncho para la conexión de los sensores con la placa EDU-CIAA.

El presente proyecto no incluye:

- La construcción y/o adaptación de un gabinete para la electrónica.

## **3. Supuestos del proyecto**

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El procesador Cortex-M4 de EDU-CIAA tiene suficientes recursos para la implementación de este sistema.
- Se conseguirán los materiales necesarios en el mercado local.
- El diseño y desarrollo de código se realizará en tiempo y forma.
- No se presentarán retrasos debidos a problemas de hardware, por ejemplo, en el diseño e implementación del poncho.

## **4. Requerimientos**

1. Requerimientos asociados a la medición de temperatura:
  - 1.1. Rango de temperatura de ambiente: -40 a 85°C
  - 1.2. Rango de temperatura de objeto: -70 a 380°C
  - 1.3. Exactitud: 0.5°C para un rango de 0 a 60°C en la medición.
  - 1.4. Resolución: 0.02°C
2. Requerimientos asociado a la alimentación:
  - 2.1. El sistema será alimentado por una batería de 9V.

## **5. Entregables principales del proyecto**

- Firmware en código C, diseñado para la placa EDU-CIAA.
- Diagrama esquemático del poncho para la placa EDU-CIAA.
- Prototipo funcional verificado.
- Informe final.

## **6. Desglose del trabajo en tareas**

Las tareas a realizar son:

<b>1. Investigación inicial</b>	<b>(14 hs)</b>
1.1. Investigación sobre proyectos existentes.	(4 hs)
1.2. Investigación sobre el sensor de temperatura.	(4 hs)
1.3. Investigación sobre librerías existentes de la EDU-CIAA.	(6 hs)
<b>2. Materiales necesarios</b>	<b>(8 hs)</b>
2.1. Identificar los proveedores para los materiales necesarios.	(2 hs)
2.2. Comprar los materiales.	(6 hs)
<b>3. Desarrollo de hardware</b>	<b>(22 hs)</b>
3.1. Diseño de circuito esquemático del poncho.	(6 hs)
3.2. Diseño de PCB del poncho.	(6 hs)
3.3. Implementación de PCB.	(6 hs)
3.4. Soldar los componentes.	(2 hs)
3.5. Primer chequeo del funcionamiento del poncho.	(2 hs)
<b>4. Desarrollo de firmware</b>	<b>(24 hs)</b>
4.1. Confección de un diagrama de flujo del código.	(6 hs)
4.2. Desarrollo de código C para la comunicación I2C.	(6 hs)
4.3. Desarrollo de código para entrada analógica.	(4 hs)
4.4. Integración del código.	(8 hs)
<b>5. Documentación</b>	<b>(22 hs)</b>
5.1. Documentación del esquemático.	(4 hs)
5.2. Documentación del código C.	(4 hs)
5.3. Documentación del informe de avance.	(4 hs)
5.4. Documentación del informe final.	(10 hs)
<b>6. Verificación del prototipo</b>	<b>(12 hs)</b>
6.1. Armado del sistema y prueba del firmware.	(4 hs)
6.2. Verificación de la comunicación I2C.	(4 hs)
6.3. Verificación del sistema completo.	(4 hs)
<b>Total de horas</b>	<b>(102 hs)</b>



## 7. Diagrama de Gantt

Para la confección del diagrama de gantt se utilizó el software Ganttter propuesto por la materia dando por resultado los diagrama de la Fig. 3 y Fig. 4.

Project Name <b>Monitor de temperatura</b>						
	EDT	Nombre	Duración	Inicio	Fin	Predecesoras
1	1	Inicio	0día	10/14/2019	10/14/2019	
2	2	Investigación inicial	6.5días	10/14/2019	10/16/2019	
3	2.1	Investigación sobre proyectos existentes	4horas	10/14/2019	10/14/2019	1
4	2.2	Investigación sobre el sensor de temperatura	4horas	10/15/2019	10/15/2019	3
5	2.3	Investigación sobre librerías existentes de la EDU-CIAA	4horas	10/16/2019	10/16/2019	4
6	3	Materiales necesarios	3.75días	10/21/2019	10/22/2019	
7	3.1	Identificar los proveedores para los materiales necesarios	2horas	10/21/2019	10/21/2019	5
8	3.2	Comprar materiales	6horas	10/22/2019	10/22/2019	7
9	4	Desarrollo de hardware	27.25días	10/28/2019	11/06/2019	
10	4.1	Diseño del circuito esquemático del poncho	6horas	10/28/2019	10/28/2019	8
11	4.2	Diseño del PCB del poncho	6horas	10/29/2019	10/29/2019	10
12	4.3	Implementación del PCB	6horas	11/04/2019	11/04/2019	11
13	4.4	Soldar los componentes	2horas	11/05/2019	11/05/2019	12
14	4.5	Primer chequeo del funcionamiento del poncho	2horas	11/06/2019	11/06/2019	13
15	5	Desarrollo de firmware	25días	11/11/2019	11/19/2019	
16	5.1	Confección de un diagrama de flujo del código	6horas	11/11/2019	11/11/2019	14
17	5.2	Desarrollo de código C para la comunicación I2C	6horas	11/12/2019	11/12/2019	16
18	5.3	Desarrollo de código para la entrada analógica	4horas	11/18/2019	11/18/2019	17
19	5.4	Integración del código	8horas	11/19/2019	11/19/2019	18
20	6	Documentación	61.25días	11/07/2019	11/27/2019	
21	6.1	Documentación del esquemático	4horas	11/07/2019	11/07/2019	14
22	6.2	Documentación del código C	4horas	11/20/2019	11/20/2019	19
23	6.3	Documentación del informe de avance	4horas	11/19/2019	11/19/2019	
24	6.4	Documentación del informe final	10horas	11/27/2019	11/27/2019	21,22
25	7	Verificación del prototipo	6.5días	11/24/2019	11/26/2019	
26	7.1	Armado del sistema y prueba del firmware	4horas	11/24/2019	11/24/2019	19
27	7.2	Verificación de la comunicación I2C	4horas	11/25/2019	11/25/2019	26
28	7.3	Verificación del sistema completo	4horas	11/26/2019	11/26/2019	27
29	8	Entrega del proyecto	0hora	12/04/2019	12/04/2019	24,28

Fig. 3. Desglose de tareas.

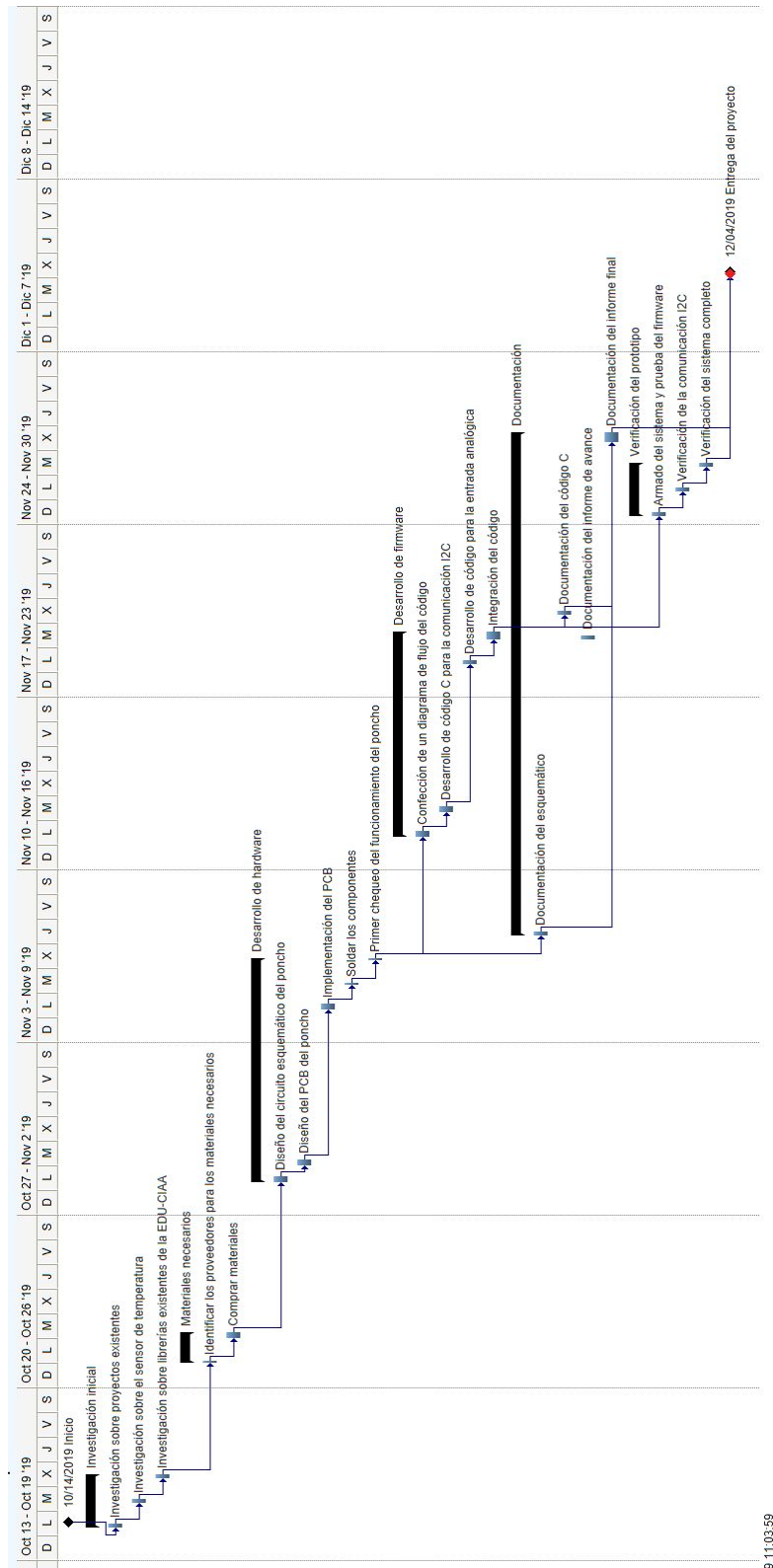


Fig. 4 Diagrama de gantt.

## 8. Gestión de riesgos

a) Los riesgos identificados en el proyecto son los siguientes:

- **Riesgo 1:** No conseguir los materiales necesarios para el poncho.
  - Severidad (10): Los materiales son de vital importancia para que el proyecto pueda ser finalizado en los plazos estipulados.
  - Probabilidad de Ocurrencia (1): Los componentes son productos de alta demanda en el mercado local.
- **Riesgo 2:** Comprar un componente defectuoso o roto.
  - Severidad (6): Un componente defectuoso podría retrasar el proyecto.
  - Probabilidad de Ocurrencia (1): Los componentes tienen una baja tasa de fallas.
- **Riesgo 3:** No tener la comunicación I2C funcionando en tiempo y forma.
  - Severidad (9): Se pondría en riesgo la finalización del proyecto.
  - Probabilidad de Ocurrencia (6): No se tiene experiencia en este tipo de comunicación.
- **Riesgo 4:** No tener la entrada analógica funcionando en tiempo y forma.
  - Severidad (6): Se anularía una parte del proyecto.
  - Probabilidad de Ocurrencia (1): Se tiene experiencia utilizando entradas analógicas en un microcontrolador.
- **Riesgo 5:** No lograr la integración del código (comunicación I2C y Bluetooth) en tiempo y forma.
  - Severidad (8): Se pondrá en riesgo el funcionamiento del proyecto.
  - Probabilidad de Ocurrencia (4): Juntar el código realizado por dos personas diferentes puede llevar más tiempo del estipulado en la planificación.

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como  $RPN = S \times O$ )

Riesgo	Severidad	Ocurrencia	RPN	Severidad*	Ocurrencia*	RPN*
1	10	1	10	10	1	10
2	6	1	6	6	1	6
3	9	6	54	9	1	9
4	6	1	6	6	1	6
5	8	4	32	8	1	8

Criterio adoptado:

- Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 20.

Nota:

- Los valores marcados con (\*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el PRN máximo establecido:

- **Riesgo 3:** No tener la comunicación I2C funcionando en tiempo y forma.
  - Severidad (9): Se pondría en riesgo la finalización del proyecto.
  - Probabilidad de Ocurrencia (1): En la planificación se estipulan los tiempos de investigación e implementación para que la comunicación funcione correctamente.
- **Riesgo 5:** No lograr la integración del código (comunicación I2C y Bluetooth) en tiempo y forma.
  - Severidad (8): Se pondrá en riesgo el funcionamiento del proyecto.
  - Probabilidad de Ocurrencia (1): Ambos desarrolladores mantendrán informados cada semana sobre el avance en el código.

## **9. Gestión de la calidad**

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

1. Requerimientos asociados a la medición de temperatura:
  - a. Verificación: se contrastará el resultado de las mediciones contra las tablas obtenidas de la hoja de datos del sensor de temperatura.
  - b. Validación: Para la validación se realizará las mediciones con un sensor de temperatura de mayor precisión.
2. Requerimientos asociado a la alimentación:
  - a. Verificación: Se contrastará la medición de la tensión de la salida de pila con un voltímetro.
  - b. Validación: Se realizará a través de la interfaz con el usuario final.