



**Universidad de Chile**

Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas

Departamento de Ingeniería Eléctrica

EL6908 - Introducción al Trabajo de Título

---

# Informe Preliminar

EL6908 - Introducción al Trabajo de Título

*Diseño e Implementación de una plataforma para experimentos en microgravedad y de electrónica en ambiente hostil con Nano-Satélites*

**Autor** : José Ogalde O.

**Profesor Guía** : Marcos Díaz Q.

**Profesor EL6908** : Jorge Lopez H.

16 de diciembre de 2015  
Santiago, Chile.

## Índice

<b>1. Identificación</b>	<b>3</b>
1.1. Alumno . . . . .	3
1.2. Profesor Guía . . . . .	3
1.3. Profesor Integrante . . . . .	3
<b>2. Definición del Tema de Trabajo de Título</b>	<b>4</b>
2.1. Título del tema . . . . .	4
2.2. Fundamentación y objetivos generales . . . . .	4
2.3. Bibliografía y Estado del Arte . . . . .	4
2.4. Objetivos específicos . . . . .	4
2.5. Antecedentes generales . . . . .	5
2.6. Antecedentes específicos . . . . .	5
2.7. Hipótesis de trabajo y metodología . . . . .	5
2.7.1. Plan de Trabajo . . . . .	6
<b>3. Apoyo para la realización de la memoria</b>	<b>6</b>
3.1. Infraestructura disponible . . . . .	6
3.1.1. Instalaciones . . . . .	6
3.1.2. Software . . . . .	6
3.2. Condiciones Contractuales . . . . .	6

## Índice de figuras

## 1. Identificación

### 1.1. Alumno

- **Nombre:** José Alberto Ogalde Ortiz
- **Rut:** 18.011.135-2
- **Nº de matrícula:** 2010115315
- **Dirección:** Avenida Blanco Encalada 1723, Dpto 102, Santiago.
- **Teléfono:** +56 9 6685 4005
- **Correo:** jose.ogalde@ing.uchile.cl

### 1.2. Profesor Guía

- **Nombre:** Marcos Díaz Quezada
- **Dirección:** Av. Tupper 2007, Of. 510, Santiago, Chile
- **Teléfono:** Fono: +56 9 9051 0540
- **Correo:** mdiazq@ing.uchile.cl

### 1.3. Profesor Integrante

- **Nombre:** Claudio Falcón
- **Dirección:** Av. Blanco Encalada 2008, Santiago, Chile.
- **Teléfono:** Fono: +56 2 9788 4695
- **Correo:** cfalcon@ing.uchile.cl

## 2. Definición del Tema de Trabajo de Título

### 2.1. Título del tema

Diseño e Implementación de una plataforma para experimentos en microgravedad y de electrónica en ambiente hostil con Nano-Satélites

### 2.2. Fundamentación y objetivos generales

Esta memoria se enmarca en el desarrollo del proyecto SUCHAI que consiste en la implementación, lanzamiento y operación de un nano-satélite Cubesat, siendo esta la primera aproximación en esta materia para la universidad y el país. La misión de un satélite es lo que define el objetivo y propósito de su lanzamiento. En el caso de los nano-satélites, la misión está dominada por la cantidad y tipos de *Payloads* que llevan consigo. Estos *payloads* normalmente corresponden a plataformas en las cuales se realiza alguna actividad de interés para la misión. Por ejemplo, en el proyecto SUCHAI los payloads a bordo del satélite corresponden a plataformas electrónicas que ejecutan experimentos físicos/geofísicos, pues uno de los objetivos de la misión de SUCHAI es el estudio científico sobre los fenómenos que gobiernan dichos experimentos.

El objetivo de este trabajo es el diseño, desarrollo e implementación de una plataforma de tipo *payload* que permita ejecutar experimentos físicos y de electrónica a bordo de un nano-satélite. Esto se puede dividir en tres objetivos generales:

- Diseñar e implementar una plataforma electrónica de tipo payload que permita ejecutar experimentos físicos y/o de electrónica dentro de un nano-satélite.

### 2.3. Bibliografía y Estado del Arte

Se considera la siguiente bibliografía para el desarrollo de este trabajo de título:

- L. Di Jasio *Programming 16-Bit PIC Microcontrollers in C*, 1st ed. USA: Elsevier, 2007.
- *Programming 16-Bit PIC Microcontrollers in C, Second Edition: Learning to Fly the PIC 24*

### 2.4. Objetivos específicos

Los objetivos específicos del proyecto se enumeran a continuación

1. Diseño e implementación de una arquitectura para PCBs orientada a albergar el setup de un experimento físico y/o de electrónica.
2. Integrar la PCB al bus del nano-satélite objetivo.
3. Implementar controladores de hardware para manipular cada uno de los elementos dentro de la PCB.
4. Implementar una API intermedia para los controladores de hardware, de forma que permita ejecutar el experimento por medio de comandos sencillos.
5. Agregar comandos a la API intermedia para procesamiento estadístico de los datos medidos (e.g. media, varianza, histograma, etc.).
6. Integrar los elementos de software dentro del software de vuelo nano-satélite objetivo.

7. Realizar pruebas de los controladores de hardware para cada uno de los elementos de la plataforma.
8. Realizar pruebas de los comandos diseñados para verificar el buen funcionamiento del experimento.
9. Realizar pruebas sobre el sistema integrado al nano-satélite.

El listado de objetivos presenta un orden temporal en la ejecución de estas tareas puesto que objetivo es dependiente del cumplimiento de los objetivos anteriores. El trabajo se puede considerar terminado cuando los resultados de las pruebas del sistema integrado son satisfactorias.

## 2.5. Antecedentes generales

El trabajo de memoria se enmarca en el proyecto SUCHAI (Satellite of University of Chile for Aerospace Investigation) cuyo objetivo es desarrollo, lanzamiento y operación de un nano-satélite tipo Cubesat con fines educacionales y de investigación. El proyecto es generado por el profesor Marcos Díaz quien convoca a alumnos de pregrado y postgrado a desarrollar el proyecto bajo la guía de ingenieros que han trabajado en el proyecto.

Al igual que otros nano-satélites, SUCHAI alberga diferentes payloads a bordo. En particular, uno de los payloads a bordo de SUCHAI estudia la inyección de potencia a un circuito RC en ambientes hostiles como lo es el espacio. Este estudio permite analizar las diferencias (si las hay) a nivel microscópico de la física que gobierna el circuito RC. Este análisis se hace mediante relaciones estadísticas de variables macroscópicas como la potencia inyectada. El desarrollo de este trabajo de título se enmarca en la implementación del experimento recién descrito.

Actualmente el proyecto se encuentra en la etapa final previa a su lanzamiento a finales de Diciembre del presente año, por lo que ya se ha trabajado bastante en la implementación del experimento. Sin embargo, se requiere un refinamiento de la plataforma actual para las futuras misiones del proyecto SUCHAI, por lo que el trabajo de título genera un aporte para los futuros experimentos físicos a bordo de las nuevas misiones de SUCHAI.

## 2.6. Antecedentes específicos

Los requerimientos y tipos de experimentos a bordo del nano-satélite están en constante evolución, pero este trabajo de memoria pretende formalizar; formar una estructura base; y documentar el método de diseño e implementación de un *setup* experimental a bordo de un vehículo espacial con recursos limitados.

## 2.7. Hipótesis de trabajo y metodología

La hipótesis de trabajo está centrada en las restricciones impuestas por el ambiente donde se desempeña el proyecto SUCHAI, como por ejemplo:

1. Altos gradientes de temperatura
2. Baja o nula presión
3. Evitar conflictos al integrar la plataforma al bus del SUCHAI
4. Limitada velocidad del microcontrolador
5. Limitada memoria para almacenamiento de datos
6. Los archivos de datos enviados a tierra deben ser pequeños debido al cuello de botella presente en el sistema de comunicaciones.

### 2.7.1. Plan de Trabajo

Se considera dedicar un total de 450-525 horas de trabajo durante el semestre de EL6909 lo que se traduce en el siguiente plan de trabajo:

1. 6-7 horas diarias de trabajo
2. 5 días a la semana
3. 15 semanas en el semestre

## 3. Apoyo para la realización de la memoria

### 3.1. Infraestructura disponible

#### 3.1.1. Instalaciones

El proyecto se desarrolla en las dependencias de la facultad, específicamente el laboratorio SPEL (*Spacial and Planetary Exploration Laboratory*), tercer piso del edificio de Electrotecnologías. Este laboratorio alberga proyectos relacionados a la exploración espacial e instrumentación para la geociencia.

#### 3.1.2. Software

La mayor parte del software utilizado durante el trabajo de título corresponde al lenguaje C orientado al microcontrolador PIC24F en conjunto al software de vuelo de SUCHAI. Los detalles sobre la configuración y operación del microcontrolador se encuentran en el datasheet del mismo.

**IDE o Entorno de desarrollo:** Para el desarrollo de la aplicación para el microcontrolador PIC24F se utiliza el entorno de desarrollo MPLABX de Microchip, que es gratuita y se observa en la figura ??; se utiliza el compilador XC16 para traducir el código del lenguaje C hacia código de máquina programable al microcontrolador.

### 3.2. Condiciones Contractuales

El desarrollo de este trabajo se enmarca dentro del proyecto SUCHAI el cual es patrocinado y financiado por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Siendo alumno regular de la carrera Ingeniería Civil Electricista de la Universidad de Chile, parte del trabajo realizado para esta memoria ha sido considerado en el desarrollo de la Práctica Profesional II y como parte de trabajos independientes como ayudante de laboratorio de SPEL.

### 3.3. Plan B

ADSF