



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DE CONTROL PARA EL
COMPUTADOR A BORDO DE UN PICO-SATÉLITE

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
ELECTRICISTA

CARLOS EDUARDO GONZÁLEZ CORTÉS

PROFESOR GUÍA:
MARCOS DÍAZ QUEZADA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JORGE LÓPEZ HIDALGO

SANTIAGO DE CHILE
OCTUBRE 2012

Resumen

El presente documento corresponde al avance con la estructura principal que debería tener el informe de trabajo de título

Índice general

1. Introducción	1
2. Contextualización	2
2.1. Fundamentación y objetivos generales	2
2.2. Bibliografía y Estado del Arte	2
2.2.1. Satélites	3
2.2.2. Satélites tipo Cubesat	3
2.2.3. Microcontroladores	3
2.2.4. Sistemas operativos	3
2.2.5. Arquitectura de Software	4
2.3. Objetivos específicos	4
3. Implementación	5
3.1. Arquitectura de software	5
3.1.1. Arquitectura Global	5
3.1.2. Controladores de hardware	5
3.1.3. Sistema operativo	5
3.1.4. Aplicación	5
4. Pruebas y resultados	6
4.1. Pruebas modulares	6
4.1.1. Pruebas a Console	6
4.1.2. Pruebas a Hauskeeping	6
4.1.3. Pruebas a Dispatcher	6
4.1.4. Pruebas a Executer	6
4.2. Pruebas de arquitectura	6
4.3. Pruebas de integración básica	6
5. Conclusiones	7
5.1. Conclusiones generales	7
5.2. Conclusiones específicas	7
5.3. Trabajo futuro	7

Capítulo 1

Introducción

Este capítulo considera la introducción al trabajo realizado en esta memoria. Considera: la estructura que presenta el documento; la importancia y fundamentos del trabajo realizado; objetivos generales y específicos; la metodología de trabajo; resultados y conclusiones obtenidas. Todo a modo general considerando que es el último capítulo a escribir pues resume todo el trabajo realizado.

Capítulo 2

Contextualización

2.1. Fundamentación y objetivos generales

Esta memoria se enmarca en el desarrollo del proyecto SUCHAI que consiste en la implementación, lanzamiento y operación de un pico-satélite Cubesat, siendo esta la primera aproximación en esta materia para la universidad y el país. Uno de los componentes fundamentales de un satélite es su computador abordo, sistema encargado de dar inteligencia y operatividad al satélite durante todo su tiempo de vida útil en el espacio. En el caso de un pico-satélite se tiene el desafío de dotar de todas la funcionalidades estándar de un satélite en un sistema computacional de recursos extremadamente limitados, estamos hablando de sistemas embebidos que utilizan microcontroladores de baja potencia y capacidad de cómputo como microcontroladores PIC24 o PIC18.

El objetivo de este trabajo es el diseño, desarrollo e implementación del *software* que gobierna el computador a bordo del satélite. Se requiere diseñar una arquitectura de *software* que abarque desde controladores de hardware hasta la aplicación final para el control de satélite. Esta arquitectura debe cumplir con requerimientos de calidad de *software* como modularidad, expansibilidad y facilidad de mantenimiento estando adaptada en específico a sistemas embebidos que emplean microcontroladores de gama media.

La implementación se llevará a cabo en específico para el satélite SUCHAI y busca proveer la funcionalidad básica de este sistema que incluye la interacción de un computador a bordo, un sistema de control de energía y un sistema de comunicaciones. De esta manera el *software* de control se cuenta como un recurso más que será considerado y adaptado a la necesidades específicas del proyecto en la etapa de integración general de sistemas del satélite.

2.2. Bibliografía y Estado del Arte

Se deben revisar los siguientes temas que son parte del contexto del proyecto realizado.

2.2.1. Satélites

En general sobre lo qué es una satélite y tópicos transversales a todo proyecto aeroespacial.

Pico-satélites

Satélites de menos de hasta 1Kg de peso y un volumen inferior a 1L.

2.2.2. Satélites tipo Cubesat

Estándar y aplicaciones de satélites tipo Cubesat desarrollados por Calpoly.

Estándar

Aplicaciones

2.2.3. Microcontroladores

Tópicos relacionados con microcontroladores de gama media, especialmente tipo PIC24. Su arquitectura, forma de trabajo y aplicaciones.

Microcontroladores PIC

Descripción

Arquitectura

Aplicaciones

2.2.4. Sistemas operativos

Tópicos de sistemas operativos, en especial sistemas operativos de tiempo real para el desarrollo de sistemas embebidos.

FreeRTOS

2.2.5. Arquitectura de Software

Patrones de diseño

Command Pattern

2.3. Objetivos específicos

Los objetivos específicos del proyecto se enumeran a continuación

- Diseñar una arquitectura de *software* para el sistema de control del satélite
- Implementar controladores de hardware para el microcontrolador
- Implementar controladores de periféricos principales (Transceiver, EPS y RTC)
- Integrar un sistema operativo de tiempo real multitarea como sistema embebido
- Implementar el flujo principal de la arquitectura del *software* de control del satélite
- Integrar sistema de comunicaciones al *software* de control
- Integrar sistema de energía al *software* de control
- Pruebas del sistema integrado

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 se ha probado la implementación e integración del *software* con los módulos de comunicaciones y energía obteniendo un sistema satelital con las mínimas funcionalidades.

Capítulo 3

Implementación

En este capítulo se describe el proceso de diseño e implementación del software de control para el satélite. Considera el diseño de una arquitectura de software a nivel global y sobre todo el detalle de la aplicación final. La aplicación debe considerar requisitos de diseño tales como: ser modular; ser compacta en su ejecución; ser extensible.

Para el diseño de la arquitectura se ha utilizado un patrón de diseño llamado *command pattern* el cual se programa en lenguaje C para el compilador Microchip MPLAB C30 V3.3x utilizando el sistema operativo FreeRTOS. Todo esto sobre una plataforma de desarrollo CubesatKit que cuenta con un procesador PIC24FJ256GA110.

3.1. Arquitectura de software

3.1.1. Arquitectura Global

3.1.2. Controladores de hardware

3.1.3. Sistema operativo

3.1.4. Aplicación

Capítulo 4

Pruebas y resultados

En este capítulo se detallan y discuten los resultados obtenidos luego de la implementación del sistema. Se detalla una metodología para realizar las pruebas tanto a módulos aislados como del sistema integrando. Finalmente se analiza el funcionamiento del satélite con sus tres sistemas básicos integrados donde se realiza un chequeo de cumplimiento de estándares y funcionalidades esperadas por el equipo que dirige el proyecto SUCHAI.

4.1. Pruebas modulares

4.1.1. Pruebas a Console

4.1.2. Pruebas a Hauskeeping

4.1.3. Pruebas a Dispatcher

4.1.4. Pruebas a Executer

4.2. Pruebas de arquitectura

4.3. Pruebas de integración básica

Capítulo 5

Conclusiones

Finalmente se realizan las conclusiones del trabajo realizado, entregando información útil que se obtiene luego de realizar la investigación durante todo el proceso. También se plantea el trabajo futuro y/o pendiente. Además se entregan las ramas o líneas de investigación a seguir en base al trabajo realizado.

5.1. Conclusiones generales

5.2. Conclusiones específicas

5.3. Trabajo futuro