

HITO 2: MCPC

Martín Ardao, Mariángel Fernández, Mercedes Mato
Tutor: Juan Pechiar

18 de febrero de 2012

1 MCPC y CubeSat Laí

Originalmente, el proyecto MCPC estaba comprendido en el marco del proyecto Laí, el mismo era un emprendimiento promovido por la Facultad de Ingeniería que consistía en diseñar, construir y operar un satélite, utilizando el estándar CubeSat. Actualmente forma parte de un proyecto más ambicioso llamado Antelsat, y cuyos objetivos abarcan los del proyecto Laí sumados a la posibilidad de tomar imágenes desde el satélite. Este cambio de dirección implica la creación de un dispositivo mayor tanto en tamaño como en complejidad.

Durante 2008 y 2009, se liberaron cuatro globos sonda con sistemas de telemetría, instrumentación y carga científica, siendo los mismos desarrollados por estudiantes de la Facultad de Ingeniería. Luego, se comenzó con la construcción de los distintos módulos que en un futuro conformaran el nanosatélite, algunos de estos proyectos ya finalizaron. Si bien, a nivel nacional no hay antecedentes de un proyecto de estas características, internacionalmente hay varios ejemplos de universidades que cuentan con nanosatélites, de su propio diseño que hoy en día están en funcionamiento.

El proyecto MCPC consiste en diseñar y construir el módulo de control principal de un nanosatélite del tipo CubeSat.

Para lograr que el CubeSat cumpla con las tareas para las cuales fue diseñado, es necesario que todos los módulos que lo conforman funcionen correctamente por separado y como parte de un todo.

Uno de éstos módulos es el de control de actitud el cual se encarga de posicionar correctamente al nanosatélite, según las tareas a realizar. Por otra parte, el módulo de control principal es el encargado de gerenciar estos módulos.

2 Diagrama de módulos

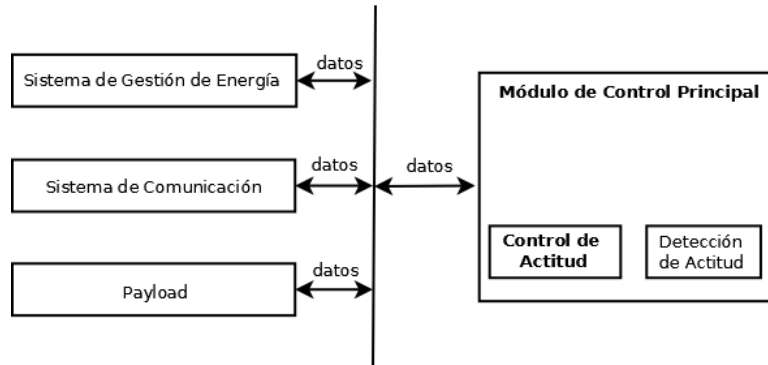


Figure 1: Diagrama de módulos

3 Sistema de gestión de energía

Es el encargado de obtener energía solar y suministrarla a todos los módulos del satélite. Para eso utiliza paneles solares los cuales cargan la batería en la fase iluminada de la órbita. Estando la batería cargada el resto del satélite puede acceder a esta energía siempre que respete los límites de consumo previamente establecidos. Los límites están impuestos por la unidad de control. También se encarga de controlar las fallas referentes al consumo de energía de los demás módulos, tanto sea sobrecargas, sobretensiones o fenómenos generados por eventos espurios. La radiación también puede causar errores en dispositivos lógicos. Por ese motivo el sistema se encarga de detectar y corregir esos errores (SEU y SEL).

4 Sistema de detección de actitud

Es el encargado de determinar la ubicación del satélite respecto a un sistema de referencia. El movimiento de un satélite se puede describir mediante su posición, velocidad, actitud y velocidad angular. La posición y la velocidad están relacionadas con el movimiento de traslación mientras que la actitud y la velocidad angular con la posición respecto a su centro de masa. Por lo general la traslación y la actitud se pueden estudiar en forma independiente. Es importante resaltar que se asuma conocida la ley horaria que describe la traslación del satélite y que se usará como dato en el sistema de determinación de actitud. Esta se puede lograr si se cuenta con uno o mas vectores cuyas direcciones respecto al satélite sean conocidas, para este caso se utilizará el vector sol y el vector campo magnético terrestre, los cuales son determinados mediante sensores.

5 Sistema de telemetría

El sistema de Telemetría es el encargado de la transmisión de información entre el satélite y la estación terrena. A través de este módulo, el Control Principal intercambiará instrucciones, comandos y datos de estado con tierra para su posterior procesamiento.

El módulo contará con un sistema transmisor, uno receptor y un modem. Se conectará a través del bus principal con el Control Principal y con el Sistema de Gestión de Energía. Deberá ser capaz de cumplir los siguientes requerimientos:

- _ Establecer un canal de comunicación sin fallas.
- _ Proveer la posibilidad de pausar y retomar la comunicación dependiendo de si está o no dentro de la huella de comunicación.
- _ Priorizar entre distintos tipos de información (comando, datos).
- _ Proveer la posibilidad de transmitir una baliza.
- _ Trabajar de manera compatible con la comunidad amateur de radio.

6 Sistema de control principal

Este sistema está encargado de integrar los diferentes módulos que componen el satélite, gerenciando y registrando toda la información intercambiada entre ellos. Además, es quien controla la actitud del satélite mediante consultas periódicas al sistema de detección de actitud.

El siguiente diagrama de flujo representa el algoritmo en alto nivel que se va a implementar:

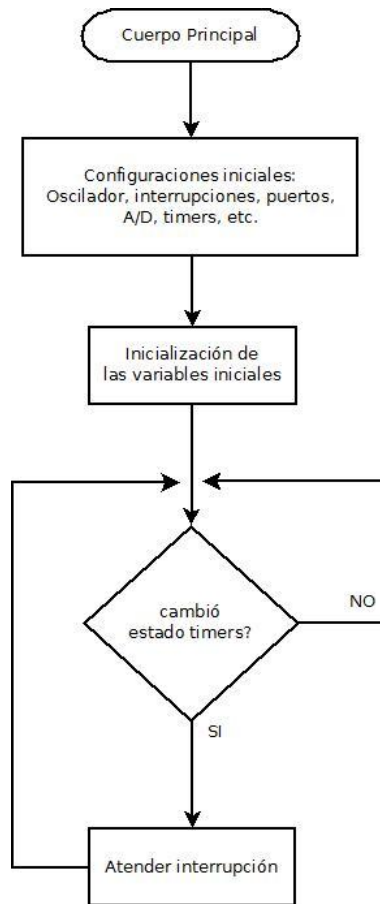


Figure 2: Diagrama de flujo

7 Comparación con el cronograma

7.1 Avance hasta el hito 1 _ Setiembre 2011

El avance realizado hasta la entrega del primer hito coincidió en gran medida con el cronograma planteado, logrando las metas establecidas de manera satisfactoria.

Las tareas involucradas y los porcentajes de completitud fueron los siguientes:

- _ Estudio de I2C.
- _ Estudio de los módulos Determinación de Actitud.
- _ Estudio del módulo SGE.
- _ Estudio del módulo de Comunicación.
- _ Elección de Microcontrolador.
- _ Inicio de la elaboración del pseudocódigo.

Estudio I2C (100%)

El estudio de este protocolo pudo ser finalizado en el tiempo previsto, quedando

algunos detalles a determinar para los cuales es necesario avanzar en otras áreas del proyecto.

Estudio del módulo de determinación de Actitud (100%)

Esta tarea implicaba el estudio de la documentación realizada para el Proyecto Laí. Al igual que en el caso del estudio de I2C se logró finalizar en el tiempo previsto, siendo posible además estudiar documentación de otros proyectos similares.

Estudio del módulo de Gestión de Energía (100%)

Fue posible resumir y entender los puntos más importantes de este módulo. Si bien hay detalles que se deberán ver cuando el proyecto se encuentre en una fase más avanzada, hoy se cuenta con la información necesaria para avanzar en la etapa en la que nos encontramos.

Estudio del módulo de Comunicación (100%)

Este es un caso particular ya que no se contaba con documentación debido a que es un módulo que aún está en desarrollo. Por este motivo solo se pudo hacer suposiciones generales tomando como referencia otros proyectos similares. Cuando se comenzó con la planificación se estaba al tanto de la situación y se planteó como objetivo lograr tener una buena idea de cómo interactuaría éste módulo con el de Control Principal, por lo que se puede concluir que se cumplió con el objetivo, quedando tareas pendientes para finalizar cuando se cuente con la información necesaria.

Elección del Microcontrolador (100%)

Cuando le asignamos el tiempo a la elección del Microcontrolador consideramos que íbamos a tener que evaluar ciertas características de interés para el proyecto y determinar, de los posibles candidatos cual era el que mejor cumplía con los requisitos. El grupo encargado del Módulo de Determinación de Actitud realizó una evaluación como la que se tenía planificada y llegaron a que el microcontrolador MSP430 de Texas Instruments era el más adecuado para el proyecto. Por sus características es posible implementar las rutinas propias del Control Principal y el Control de Actitud en el mismo controlador. De esta forma se ahorra en hardware y por lo tanto en espacio y dinero. Por este motivo se pudo usar tiempo destinado a la tarea de la elección del controlador a otras tareas, de forma tal de poder cumplir con el cronograma. En este punto está claro que en caso de haber tenido que hacer el proceso de elección no habríamos llegado a tiempo con otras tareas.

Pseudocódigo (10%)

No es fácil evaluar los avances en esta tarea. Si bien se comenzó con lo que se considera la base, se va a tener una idea más clara de la situación más adelante. A medida que se avanza en el proyecto surgen detalles que hacen al mecanismo de integración e interacción de todos los módulos y que fuerzan cambios en lo planificado en una primera instancia.

7.2 Avance hasta el hito 2 – Febrero 2012

A continuación se presentan las tareas del proyecto pendientes a Setiembre de 2011:

Table 1: Tareas a realizar

<i>Tarea</i>	<i>Fecha inicio</i>	<i>Fecha fin</i>	<i>Descripcion</i>
Pseudocódigo	15/08/11	01/11/11	Desarrollo del esbozo de la solución a implementar en lenguaje natural.
Implementación	02/11/11	01/02/11	Desarrollo de la solución en lenguaje C, construcción del circuito.
Pruebas	02/02/12	14/03/12	Testeo y verificación de los criterios de éxito.
Documentación	16/02/12	16/04/12	Documentación del trabajo realizado desde el comienzo del proyecto.
Hito 2 y documentación	01/02/12	16/02/12	Preparación de la presentación de avance con la documentación correspondiente.

De las tareas detalladas en el cuadro anterior, salvo lo correspondiente al Hito 1 y documentación, ninguna fue cumplida según el cronograma debido a diversos motivos.

El grado de avance de cada uno es el siguiente:

– Pseudocódigo (50%)

- Implementación (10%)
- Pruebas (0%)
- Documentación (30%)
- Hito 2 y documentación (100%)

Los principales motivos que llevaron a un atraso sustancial en las tareas se detallan abajo.

Código I2C

El avance general del proyecto trajo, entre otros requerimientos, la necesidad de enfocar la comunicación I2C de una forma distinta a la que se tenía pensada en un principio. Esto implicó reunir los requerimientos de cada módulo en lo que respecta a la intercomunicación y elaborar un protocolo común a todos. Si bien esto simplifica de forma significativa el funcionamiento del satélite, no resulta una tarea sencilla y requiere una gran inversión de tiempo no prevista desde el inicio.

Estudio del módulo de Gestión de Energía

El módulo de Gestión de Energía sufrió algunos cambios con la incorporación al nuevo proyecto Antelsat. Estos cambios se reflejaron en el flujo de funcionamiento del Control Principal, agregando nuevos requerimientos sobre la marcha.

Elección del Microcontrolador

Se mantuvo la elección de la familia realizada en la primer etapa. En esta segunda instancia se definió el microcontrolador específico a utilizar (MSP430F5438), y se hizo un estudio más a fondo de las características propias del modelo a emplear.

Pseudocódigo

Los cambios permanentes en esta segunda etapa del proyecto hicieron que la producción del pseudocódigo se viera frenada. A medida que fue avanzando el tiempo, para lograr una mayor aproximación a la planificación inicial, la elaboración del pseudocódigo fue postergada y hasta el momento no ha sido retomada.

Implementación y Pruebas

Como consecuencia del punto anterior, estas etapas no pudieron ser llevadas a cabo, generando un atraso importante con respecto al cronograma.

8 Conclusiones

Lamentablemente, el avance para el segundo hito no se asemeja con lo presentado en el primero.

La principal dificultad se presentó a la hora de dimensionar las tareas. Primero por falta de experiencia, y segundo por modificaciones que surgieron durante el avance del proyecto en disponibilidad de horas hombre.

La mala planificación llevó a que no pudiera ser cumplido el cronograma de acuerdo a lo planteado, sumado a las variaciones del alcance, que aún hoy sigue sin estar totalmente definido.

La realidad se alejó tanto de la planificación, que los planes de contingencia quedaron inaplicables para la situación actual. Esta condición nos obligó a replantear los objetivos del proyecto, para poder cumplir con los tiempos estimados, y se eliminó la elaboración del módulo de control de actitud.

9 Plan a futuro

En los restantes meses se intensificará el trabajo invertido en la implementación y prueba del código de manera de alcanzar las fechas previstas. Existe la posibilidad de no lograr el total de los objetivos a tiempo. En caso de no lograrlos, se solicitará una prórroga especial.