

HITO 1: MCPC

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

19 de setiembre de 2011

1 MCPC y CubeSat Laí

El proyecto MCPC esta comprendido en el marco del proyecto Laí, el mismo es un emprendimiento promovido por la Facultad de Ingeniería que consiste en diseñar, construir y operar un satélite. Para esto, se utiliza el estándar CubeSat. Durante 2008 y 2009, se liberaron cuatro globos sonda con sistemas de telemetría, instrumentación y carga científica, siendo los mismos desarrollados por estudiantes. 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. Además, se debe diseñar el sistema de control de actitud del Satélite.

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

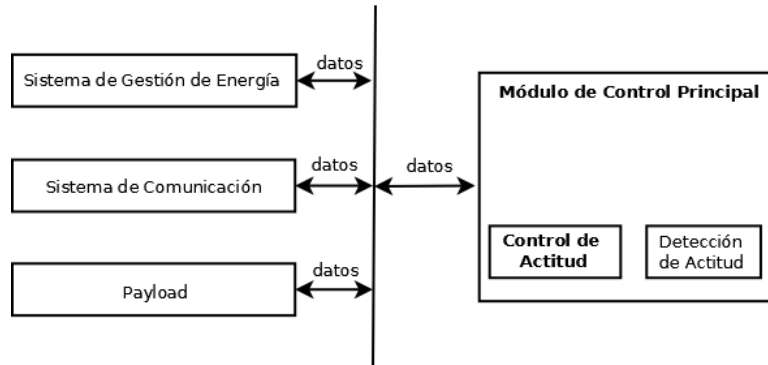


Figure 1: Diagrama de módulos

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:

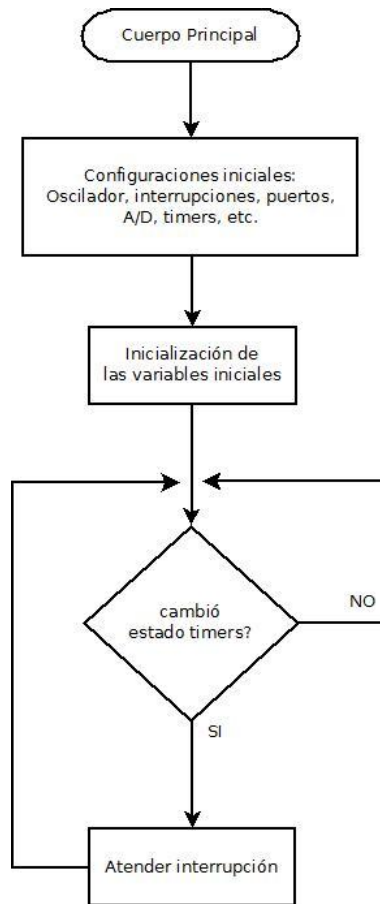


Figure 2: Diagrama de flujo

7 Comparación con el cronograma

Para evaluar los avances y compararlos con la planificación tomaremos en cuenta lo realizado hasta el 1° de Setiembre. Según el cronograma realizado a inicio del proyecto las actividades que deberían estar finalizadas para esta fecha son:

- _ Estudio del protocolo I2C.
- _ Estudio del módulo Determinación de Actitud.
- _ Estudio del Sistema de Gestión de Energía.
- _ Estudio del módulo de Telemetría.
- _ Elección de Microcontrolador.
- _ Inicio de la elaboración del pseudocódigo.

Estudio del protocolo I2C.

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.

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

Estudio del Sistema de Gestión de Energía.

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 Telemetría.

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.

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 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.

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 ade-

lante. 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.

8 Plan a futuro

Se continuará avanzando en la elaboración del pseudocódigo con el objetivo de comenzar la implementación en los próximos meses. Si bien hasta el momento se está cumpliendo con el cronograma planteado, en las etapas siguientes se tiene previsto continuar con la profundización del estudio del control de actitud además del pseudocódigo. Esto puede ocasionar la extensión de los tiempos estimados en cada una de las próximas etapas, sin embargo no se espera superar los tiempos de buffer considerados.

A continuación se presentan las tareas restantes del proyecto:

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.