

CONCLUSIONES

La realización de esta tesis trajo mucho aprendizaje no solo en lo teórico y práctico, sino en las cuestiones administrativas como fue el proceso que tuvimos que seguir simplemente para conseguir la información de los requisitos y trámites para obtener una licencia y/o permiso de aficionado.

Se logró la instalación y la operación de la estación terrena para satélites de órbita baja para el servicio de radioaficionados. En el desarrollo de la tesis se dejó documentado el proceso de instalación y de operación de la estación terrena utilizada, en los capítulos 6 y 7 respectivamente, así como el equipo que se utiliza y la configuración de cada una de sus partes para poder funcionar.

El haber hecho esto y dejar la estación terrena funcional, permitirá a estudiantes y profesores de la Facultad realizar contactos satelitales, investigaciones en materia de tecnología espacial, entre otras cosas. Se logró tener contacto con varios satélites (16), de los cuales decidimos trabajar con 6 de ellos para conocer su telemetría, que independientemente de si sus parámetros obtenidos estaban fuera o dentro del rango de operación para un correcto funcionamiento, nos permitió comprobar que la instalación y operación de la estación terrena fue correcta, ya que los parámetros de telemetría obtenidos para cada satélite concuerdan con aquellos proporcionados por sus propietarios.

Los resultados de telemetría obtenidos de los satélites elegidos nos indicaron que en general el funcionamiento de estos fue el correcto durante el mes de pruebas, sin embargo consideramos importante puntualizar ciertos aspectos:

- ◆ SEEDS II: El valor de temperatura del receptor normalmente debería tener un valor entre -10 y 30 °C, sin embargo, de acuerdo a sus propietarios, actualmente este valor esta fuera de orden y sus propietarios están trabajando en ello.
- ◆ SwissCube: El valor de voltaje de la batería 1 se encuentra un poco por debajo de lo normal y la temperatura de la misma batería se encuentra en los límites de buen funcionamiento.
- ◆ HO-68: Las fallas que presenta este satélite en alguno(s) de sus subsistemas hicieron que sus propietarios apagaran sus transpondedores por lo que prácticamente todos los parámetros obtenidos para este satélite fueron ceros.
- ◆ CO-57: Con este satélite al tener 8 años en operación, nos pudimos dar cuenta que algunos satélites de radioaficionados pueden durar más de 3 años como comúnmente duran.
- ◆ RS-30: La corriente que se tiene a bordo del satélite está por debajo de su valor normal, lo que podría ocasionar fallas en alguno(s) subsistema(s) del satélite produciendo su falla parcial o total.

Es importante conocer el estado de salud de un satélite, ya que si algún parámetro del mismo se encuentra fuera del rango aceptable para un buen funcionamiento puede ocasionarle serios problemas como dañar otras partes, dejar de funcionar alguno(s) de sus subsistemas o incluso el mismo satélite, ocasionando que su estación terrena ya no pueda tener control sobre el mismo. Por ello, al tener conocimiento del estado de salud del satélite, permitirá a su estación propietaria enviarle comandos para que regule esos parámetros que se puedan encontrar fuera de su rango y de esta forma el satélite pueda volver a funcionar correctamente y tener un tiempo de vida útil mayor.

Factor que tuvimos que considerar y es de gran importancia para cualquiera que desee trabajar con equipos de este tipo es que los equipos son muy sensibles, por mencionar algunos ejemplos, cuando ya no se utilizaba el equipo y en sí la estación terrena, era necesario desconectar los sistemas de antenas para evitar algún tipo de descargas, además era necesarios ponerlas a 90° de elevación para evitar algún tipo de descalibración del sistema de antenas, o si los movimientos de la pantalla en el controlador az/el se pasaban de los 0° el sistema se descalibraba.

Como se pudo ver en la tesis, no es fácil el trabajo con satélites de órbita baja. Para la operación de la estación terrena utilizada, se debe tener un cuidado importante, ya que es manual y se requiere de completa atención en 2 factores principales, el control en los movimientos de azimut y elevación y el ajuste de frecuencias ocasionado por el efecto Doppler. Sin embargo lo realizamos de la mejor manera y logramos el contacto satelital. Otra cuestión importante es que siempre se deben actualizar los elementos keplerianos y conocer que problemas ha tenido recientemente cada satélite para conocer si se puede tener contacto con ellos o no.

Al no recibir paquetes como era pensado se buscó la manera de recibir la telemetría enviada en clave Morse, entonces en base a lo que recibíamos (CW) fue necesario buscar la forma de poder decodificar y obtener la telemetría deseada desde el inicio, conociendo así un poco el Código Morse, utilización de programas para poder realizar la decodificación, así como el análisis de la forma de onda de la señal recibida en bases a duraciones de pulsos, entre muchas otras cosas.

Se pudo conocer que los radioaficionados no pueden trabajar en todas las frecuencias y que existen organizaciones reguladoras de las mismas y dependiendo del servicio es la frecuencia asignada. Así pues, de acuerdo a la potencia con que se quiera transmitir y a las características de dicha transmisión, el radioaficionado debe elegir el permiso adecuado para poder realizar la transmisión. Esto es importante que sea de conocimiento más público ya que el acceso a toda esta información es bastante restringido.

En el capítulo 5 de esta tesis se documentó el proceso y requisitos que se necesitan para la obtención del permiso para poder operar estaciones terrenas del servicio de radioaficionados, cuestión que es importante para aquellas personas interesadas que en un futuro quieran hacer uso de la estación terrena y obtener el permiso de operación para poder transmitir.

Por otro lado, se puede aprovechar la estación terrena para el desarrollo e investigación en proyectos de ciencia y tecnología espacial. Una forma es utilizarla para recibir datos de los satélites que actualmente tienen aplicaciones en órbita baja, como algunos de los que se contactaron en el desarrollo de esta tesis. Otra forma es que la estación terrena puede servir como base sólida para proyectos de cooperación interinstitucionales, como al actual proyecto nanosatelital UNAM, UPM y UNI.

La estación terrena también puede ser utilizada para fines educativos como son la elaboración de prácticas de laboratorio en asignaturas relacionadas con temas satélites. Además, realización de servicio social y elaboración de tesis para mejoras de la estación, como realizar la automatización del seguimiento satelital (rotores de azimut y elevación) y de la corrección de frecuencias por el efecto Doppler.

Por lo anterior, consideramos que esta tesis generará información importante para las siguientes generaciones de estudiantes, profesores e investigadores de la Universidad interesados y/o relacionados con el tema.