

DISEÑO DE UN RADIOTELESCOPIO PARA ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA DE LA FACES/UNAH

Yvelice Castillo*

RESUMEN

Presentamos una propuesta para diseñar un radiotelescopio (en adelante, RT), a partir de una antena parabólica, del orden de los 2 metros de diámetro. La antena se conecta a un receptor, que a su vez se conecta a una computadora. Se desea que este RT pueda ser operado mediante Internet, por cualquier usuario autorizado. Esta antena nos permitiría realizar trabajos de investigación en el campo de la radioastronomía, en el que no hemos podido incursionar, pues hasta ahora sólo hemos contado con equipo óptico. Una de las ventajas de los RT es que no dependen de las condiciones climatológicas, pudiendo operar las 24 horas sin interrupción, excepto para trabajos de mantenimiento periódico. También permitiría a muchas más personas tener la experiencia de operar un radiotelescopio como lo hace un astrónomo profesional.

Palabras claves: radiotelescopio, antena, señal, receptor, parábola.

*Yvelice Castillo
Departamento de Astronomía y Astrofísica de la
Facultad de Ciencias Espaciales (DAAF/FACES)

INTRODUCCIÓN

El Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS/UNAH) fue fundado en 1997. Desde entonces hasta la fecha se ha expandido, hasta convertirse en abril del 2009 en la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)/UNAH, que cuenta con los Departamentos de Astronomía y Astrofísica, Percepción Remota y Arqueoastronomía.

Desde el año 1998, el OACS/UNAH tuvo una Maestría en Astronomía y Astrofísica, de la cual se graduaron 10 astrónomos, 9 de los cuales laboran actualmente como docentes de la FACES/UNAH, y la otra forma parte del cuerpo docente de la UNAN (Nicaragua). El año 2006 el OACS/UNAH obtiene la acreditación regional para la maestría mencionada, que se convierte en la Maestría Regional Centroamericana en Astronomía y Astrofísica (MARCAA), que inició su primera promoción el año 2008. Actualmente tiene cuatro estudiantes matriculados.

Desde sus inicios el OACS/UNAH contó con un telescopio óptico LX-200 de 16 pulgadas, que permitió realizar campañas de observación para el entrenamiento de los astrónomos de la Maestría en Astronomía y Astrofísica, con lo que se han logrado buenos resultados observacionales. Sin embargo, el cielo de Tegucigalpa tiene la desventaja de permanecer nublado la mayor parte del año, lo cual ha limitado la cantidad de observaciones a un valor mucho menor del deseado.

El Observatorio Onsala, de la Universidad de Chambers, en Suecia, nos permitió el uso de dos RT los días 16, 17, 18 de marzo y 2 de abril del 2009, con lo que adquirimos la experiencia en operación de telescopios remotos, en la longitud de onda de 21 centímetros (1420 Megahertz). Ingresamos remotamente a los servidores de los telescopios SALSA-2 y SALSA-3 (“Such a Lovely Small Antenna”), del Observatorio de Onsala, Göteborg, Suecia, con el apoyo de la señora Cathy Horellou, a cargo del proyecto. Empleamos el software “qradio” y el entorno gráfico KStars para maniobrar los telescopios, obteniendo espectros de nubes de hidrógeno atómico de La Galaxia, para construir luego una curva de rotación y un mapa de Nuestra Galaxia.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar un Radiotelescopio que permita a los estudiantes y docentes del DAAF/FACES/UNAH desarrollar actividades de investigación en Radioastronomía.

Objetivos Específicos

1. Diseñar el sistema de observación.
2. Diseñar el sistema de operación.
3. Diseñar el sistema de captura, almacenamiento, manejo y procesamiento de datos.
4. Diseñar las instalaciones y la logística.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las condiciones climáticas de Tegucigalpa dificultan realizar observaciones astronómicas suficientes y de la calidad adecuada para la producción de trabajo astronómico continuo a la altura de la ciencia mundial.

La accesibilidad al telescopio óptico de la FACES/UNAH es muy limitada, por el reducido número de noches que se puede hacer observaciones.

En el DAAF/FACES/UNAH no hemos realizado aún proyectos de investigación en Radioastronomía, por carecer de los equipos que se utilizan en esta rama de la Astronomía.

METODOLOGÍA

1. Funcionamiento. Los RT son instrumentos que recogen y analizan las ondas de radio que emiten los objetos espaciales. La *antena* del RT se encarga de recoger las ondas de radio que generan los átomos y las moléculas del espacio, y el *receptor* de hacerlas descifrables, de modo que la señal interceptada se reproduzca más convenientemente, en forma numérica o gráfica. Esta información es luego procesada por medio de computadoras. El radioastrónomo interpreta la información recibida.

2. Antena. La antena recibe energía en frecuencia de radio celeste, transformándola en una pequeña corriente eléctrica, la cual se puede medir después de muchos procesos. Las antenas más grandes pueden enfocar mejor la energía de una región pequeña en el cielo. La región del cielo en la

cual la antena es más sensible se conoce como patrón de haz de la antena. El diámetro del plato aumenta rápidamente si queremos una resolución similar a la de un telescopio óptico.

3. Tipo Parabólico. Los RT más comunes están formados por un disco metálico de forma parabólica, llamado reflector, receptor, o simplemente parabólica. Dicho disco recoge las ondas de radio y las hace converger en la antena situada en el centro. En seguida la señal se envía a una serie de instrumentos que la amplifican, la graban y la elaboran para extraer información. El diámetro de la parabólica es fundamental para garantizar la cantidad de señal disponible. Este tipo de antena se utiliza mucho en centros de investigación y en universidades, para ser operadas remotamente mediante Internet. Algunos ejemplos son: el telescopio de 40 pie del Observatorio Nacional de Radio de Estados Unidos (NRAO), el telescopio de 7 metros del Observatorio de Jodrell Bank, el telescopio de 34 metros de Goldstone-Apple Valley, y otros.

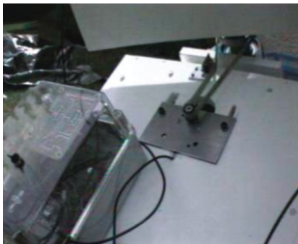
4. Antenas SALSA. Construidas en el Observatorio Espacial Onsala, de Suecia, de 2.3 m de diámetro. Su sensitivo receptor permite detectar rápidamente la emisión de radio debida a la línea espectral del hidrógeno atómico a la longitud de onda de 21 centímetros, y así trazar la distribución a gran escala del hidrógeno de Nuestra Galaxia. El RT puede ser operado remotamente a través de Internet. Los RT SALSA son antenas de televisión modificadas, con un diámetro de 2.3 m. Esto proporciona una resolución angular de alrededor de 7° . El receptor tiene un ancho de banda de 2.4 MHz. Nuestro propósito es lograr construir una antena similar a las SALSA-ONSALA de Suecia.

4.1 Diseño del sistema de observación

Durante el tiempo que se estuvo trabajando en este diseño, el señor Miguel Núñez, astrónomo aficionado, nos donó una parabólica de 16 pies (4.88 m), un receptor y cable coaxial. El modelo de esta antena se puede reproducir para construir una nueva, pues la donada está muy oxidada. Presentamos 6 solicitudes de donación de antenas y equipos, a empresas de cable y televisión. Se podría presentar el proyecto a algunas embajadas para la adquisición de todos los componentes nuevos. El taller de máquinas herramientas del Departamento de Ingeniería Mecánica de la UNAH ofreció su colaboración con el proyecto, siempre y cuando les dotemos de los materiales.

4.2 Diseño del sistema de operación

Para los ejes de declinación y de ascensión recta se prefiere emplear un sistema de poleas con banda ranurada, porque éste permite la rotación en 360° . La utilización de poleas entre dientes diferentes genera una reducción, la correa puede tensarse fácilmente y así reducir el juego al mínimo en los cambios de dirección, y los componentes son relativamente baratos. Los sistemas polea-banda frecuentemente garantizan una gran precisión. Los motores se fijan en placas.

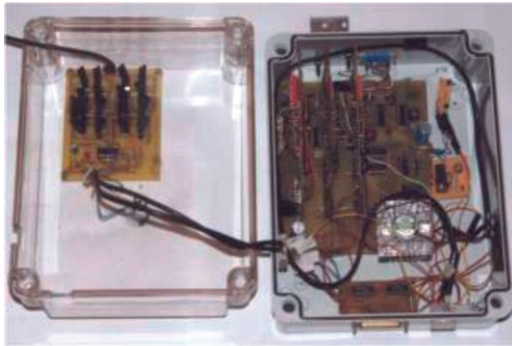


Polea menor en la placa del motor

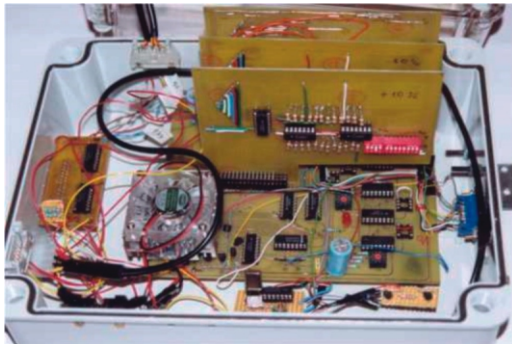


Polea mayor sobre el eje de ascensión recta

Se requiere además un panel de controles con una serie de tarjetas electrónicas para los controles de mando de ambos motores. En las figuras siguientes se muestran algunos tipos de tarjetas de control y un diagrama simplificado de controles.



Conjunto de tarjeta principal, tarjeta de motor de declinación y tarjeta de interfaz para computadora.



El principio general de estas tarjetas es generar las frecuencias adecuadas correspondientes a la lógica de comando.

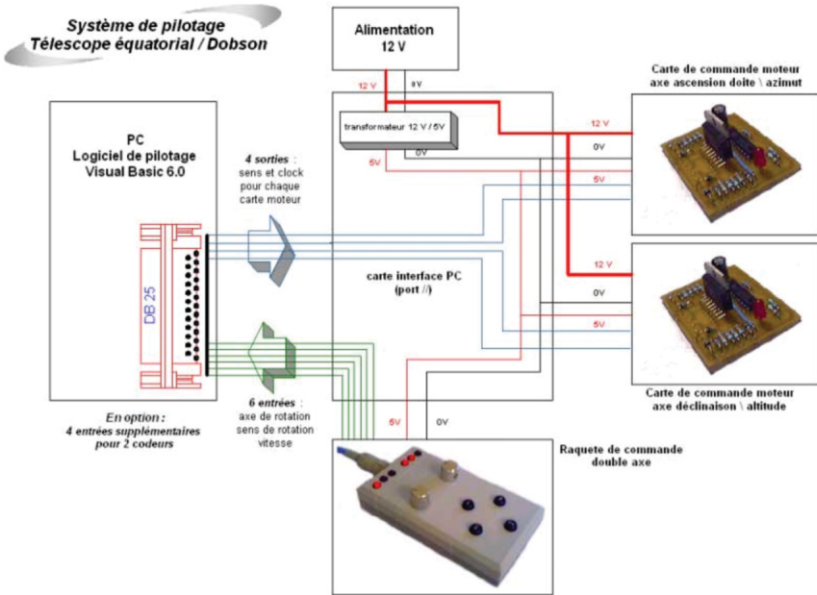


Diagrama de un sistema electrónico-informático adaptable a todo tipo de telescopio equipado con dos motores, ya sea para monturas ecuatoriales o altazimutales.

4.3 Diseño del sistema de captura, almacenamiento, manejo y procesamiento de datos

La Empresa “Radio Astronomy Supplies”, especialista en equipos para radioastronomía, nos ha ofrecido el sistema base de radiotelescopio SpectraCyber®. Diseñado por el ingeniero Carl Lyster y su equipo, el SpectraCyber® utiliza modos Continuo y Espectral. Se incluye con este sistema el amplificador de bajo ruido (LNA) WD5AGO, del ingeniero Tommy Henderson. Este sistema es utilizado en todo el mundo por muchas organizaciones, como universidades, observatorios, investigadores y observadores, con resultados excelentes.



Frecuencia de recepción	1420.405 MHz (21cm)
Salidas de Modo	Continuo o Espectral
Amplificador IF programable	10 a 27.5 dB en pasos de .25 dB
Rango de barrido de hidrógeno en reposo	+/- 2 MHz
Integración sobre canal de espectrómetro:	3, .5, 1.0 segundos
Integración sobre el canal continuo:	3, 1.0, 10.0 segundos.
Ganancia programable DC para cada canal:	x1, x5, x10, x20, x50, x60
Último ancho de banda IF para espectrómetro:	7.5 KHz fijo
Conector RF	Tipo N – Entrada de 1420 MHz
Conector de computadora:	Tipo DB – RS232
Salida de Potencia Fuente de Ruido:	Salida de Relay (+12VDC) para suministrar potencia para fuente de ruido externa.
Procesamiento de señal:	Convertidor a/d de 12 bit
Offset DC para cada canal:	0-5 V DC, resolución de 12 bit
Ancho de banda IF de último continuo:	3Db, BW=8Mhz
Modulo de Convertidor de 1.4 GHz (dentro de la parte posterior)	
Frecuencia central (CF)	1420.4057 MHz
Figura de Ruido (sólo convertidor)	1 dB (Aprox.)
Ganancia	65 dB
Rechazo de la imagen	> 50 dB
Requerimientos de Potencia	+12 Vdc @ 200 ma
Parte posterior del receptor (montado en parte superior-posterior)	
Ajuste y control	Controlados por computadora
Software	Basic y Windows
Interface	Serial RS 232
IF	70 MHz
Ancho de banda	8 MHz
Ganancia Máxima (Sistema):	100 dB
Digitalización:	Convertidor de 12 Bit A/D
Conector de Entrada	N
Requerimiento de Potencia:	110 V AC o 240 V AC
Alimentación de la Antena	
Tobera de alimentación	Cilíndrica (aluminio)
Sintonizador	Estrangulación disponible (costo adicional)
Salida	Conector N

Amplificador de Bajo Ruido de 1.4 GHz (WD5AGO)	
Ancho de banda (BW 3DB)	1200 - 1500 MHz
Figura de Ruido (NF)	0.37 dB
Temperatura de Ruido	26 grados Kelvin
Ganancia	28 dB
Entrada/Salida de (50 Ohm):	Conectores N
Requerimientos de Potencia:	+12 a +15 V DC @ 100ma

El software qradio es uno de los que se pueden usar para traducir la señal del receptor a un gráfico. El sistema operativo de la computadora sería Linux, con escritorio KDE. Los softwares para controlar el radiotelescopio pueden ser los softwares qradio y KStars, los cuales permiten colocar la antena en la posición deseada. Se requerirá un transductor que nos permita operar el motor de seguimiento desde la computadora. Esta es una de las etapas más difíciles, pues para esto se requieren muchas pruebas de calibración del seguimiento.

4.4 Instalaciones y logística Personal

Actualmente hay un docente y un instructor encargados de la cúpula, a quienes se les puede confiar el mantenimiento del radiotelescopio y de sus componentes. Contamos con los estudiantes de la MARCAA, que podrían desarrollar proyectos de radioastronomía, y a futuro esperamos contar con estudiantes de Licenciatura en Astronomía y Astrofísica. Tenemos una serie de guías de laboratorio para realizar los primeros ejercicios.

RESULTADOS

1. Se definió cómo construir el plato de la antena parabólica, partiendo de una antena vieja que nos donó un astrónomo aficionado.
2. Para el control remoto de los ejes de declinación y de ascensión recta se propuso un sistema de poleas con banda ranurada.
3. Se obtuvo el diagrama de un sistema electrónico-informático adaptable a todo tipo de telescopio equipado con dos motores, ya sea para monturas ecuatoriales o alt-acimutales.
4. Cotización del sistema base de radiotelescopio SpectraCyber®, de la Empresa “Radio Astronomy Supplies”, especialista en equipos para radioastronomía.
5. Se consultó con el Departamento de Ingeniería Mecánica de la UNAH la posibilidad de construir el plato parabólico como una práctica de los estudiantes de ingeniería mecánica, obteniéndose una respuesta afirmativa de su parte, siempre y cuando se les suministren los materiales.
6. Obtención de espectros de nubes de hidrógeno atómico de La Galaxia, en la longitud de onda de 21 centímetros (1420 Megahertz), con los que se construyó la curva de rotación y el mapa de Nuestra Galaxia, operando remotamente los radiotelescopios de 2 metros, SALSA-1 y SALSA-2, del Observatorio de Onsala, de la Universidad de Chambers, en Suecia. En los anexos aparecen los espectros, la curva de rotación y el mapa de La Galaxia.

7. Con la experiencia de los telescopios SALSA se conoció que los softwares qradio y KStars facilitan mucho la operación de telescopios remotos, aparte de que operan bajo el sistema operativo LINUX, que es gratuito.
8. Se propuso una distribución tentativa de la antena y sus partes, en los predios de la FACES.

CONCLUSIONES

1. Al hacer el diseño de un radiotelescopio obtuvimos conocimientos y experiencia en radio tecnologías y estamos mejor preparados para una etapa posterior de instalación y puesta a punto de un radiotelescopio.
2. Un radiotelescopio complementaría la formación de nuestros profesionales de la Astronomía, para mantenerlos a nivel de la ciencia mundial.
3. Se lograría además una mayor y más amplia producción científica, a la altura de lo que hacen otras universidades del mundo.
4. Sin embargo, el nivel de interferencia en la zona es alto, debido a la subestación eléctrica próxima a la Villa Olímpica y a la numerosa cantidad de antenas de telecomunicaciones en el Cerro Cantagallo, por lo que es muy probable que deban introducirse antenas adicionales y buenos aterrizajes.

BIBLIOGRAFÍA

Burke, Bernard F. & Graham-Smith, Francis. An Introduction to Radio Astronomy. Reino Unido. Cambridge University Press. 1998.

Capitolo, Mario & Lonc, William. "Classroom Radio Telescope".
<http://www.ap.stmarys.ca/~lonc/radiotel.html>.

<http://radiojove.gsfc.nasa.gov/index.html>. Página principal de Radio Jove.

<http://ufro1.astro.ufl.edu/observatory.htm>. Observatorio de radio de la Universidad de La Florida.

<http://webmail.jb.man.ac.uk/distance/observatory/index.php>. Observatorio de Internet de Jodrell Bank.

<http://www.aoc.nrao.edu/~kdwyer/2006/lectures/>. Presentaciones Power point del 10° Taller de Verano de Imágenes de Síntesis. Junio 13-20, 2006.

<http://www.astrosurf.com/newton200/index.html>. Construction de Télescopes Motorises. Ccd Quickcam. Olivier Lobet, Thierry Restout, Cyrille Tessier.

<http://www.crya.unam.mx/~radiolab/Estudiantes.html>. Proyectos del Centro de Radioastronomía de México.

<http://www.cv.nrao.edu/course/astr534/IntroRadioastro.html>. Introducción a la Radioastronomía. NRAO.

<http://www.dxzone.com/cgi-bin/dir/jump2.cgi?ID=183>. EME, SETI, Radio Astronomy, DSP and Radio Amateurs.

<http://www.lewiscenter.org/gavrt/teachermaterials.php>. Material de referencia del Telescopio de Goldstone-Apple Valley.

<http://www.nrao.edu/engineering/mixers.shtml>

<http://www.nrao.edu/index.php/learn/radioastronomy>. Radio astronomy is the study of the invisible universe. National Radio Astronomy Observatory.

<http://www.nrao.edu/navbar/sitemap.shtml>. Mapa del Sitio del NRAO.

<http://www.radioastronomysupplies.com/index.php>. Radio Astronomy Supplies.

<http://www.setileague.org/articles/lbt.pdf>. Sitio del Radiotelescopio Itty Bitty.

<http://www.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/RADIO/index.html>. Sitio Web del Radiotelescopio de la Universidad Complutense de Madrid.

Kellermann, K. & Sheets, B. Serendipitous Discoveries in Radio Astronomy. Proceedings of a Workshop held at the National Radio Astronomy Observatory, Green Bank, West Virginia. National Radio Astronomy Observatory/Associated Universities, Inc. 1983.

Kraus, John D. "Radio Astronomy". 2nd Edition. Powell, Ohio. Cygnus-Quasar Books. 1986.

Radio-Sky Publishing. Resources for Amateur Radio Astronomers, Teachers, and Students. <http://www.radiosky.com/>.

Sitio web de los radio telescopio SALSA de 2.3 metros del Observatorio Espacial Onsala, de la Universidad de Chambers, Suecia.

http://www.euhou.net/index.php?option=com_content&task=view&id=122&Itemid=156