



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

17:53
10/07/2015
Kleber V.
PIJ-15-19

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

FACULTAD: OBSERVATORIO ASTRONÓMICO

DEPARTAMENTO: ASTRONOMIA Y ASTROFISICA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: RADIOASTRONOMÍA

1 Proyecto de Investigación

Título: Estudio de la distribución del Hidrógeno Fotoionizado en el Centro Galáctico

Resumen del proyecto

Con este proyecto pretendemos llevar a cabo observaciones de líneas de recombinación de Hidrógeno (H) de fuentes situadas en el Centro Galáctico (CG). Para las observaciones se usará un radiotelescopio. Dichas líneas se originan en fuentes llamadas regiones HII que contienen enormes cantidades de H fotoionizado. Los electrones libres presentes en el entorno de estas regiones son atrapados por el H fotoionizado, generándose de esta manera las líneas de recombinación al momento que el H cambia de estado de energía. Nuestro estudio permitirá estimar la densidad electrónica, entre otros parámetros físicos de las fuentes que investigaremos.

El radiotelescopio está siendo diseñado en el Observatorio. Cuando este instrumento esté operativo servirá para realizar las observaciones y disponer de los datos necesarios para nuestros estudios. La radiación del CG será captada mediante la antena y el receptor del radiotelescopio. Los datos serán guardados en un computador para su procesamiento e interpretación. El seguimiento de fuentes con el radiotelescopio se realizará con un motor de pasos controlado por un microprocesador.

El radiotelescopio además se podrá usar en observaciones de fuentes más cercanas tales como el Sol y los planetas del Sistema Solar.

Este proyecto también tiene un fuerte componente de difusión de resultados.

Palabras clave (3-5): Radiación, Hidrógeno, Electrones, Radioastronomía.

2 Datos personales y académicos del Director del Proyecto



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

5 | Objetivos, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

5.1 Objetivos

5.1.1 Objetivo General

- Estudiar la distribución del Hidrógeno Fotoionizado en el Centro Galáctico.

5.1.2 Objetivos Específicos

- Terminar la implementación de un radiotelescopio en el Observatorio Astronómico de Quito.
- Realizar observaciones de regiones del Centro Galáctico con un radiotelescopio.
- Determinar la masa total de Hidrógeno ionizado en fuentes observadas y publicar los resultados en una revista científica.
- Captar la radiación electromagnética a longitudes de onda radio proveniente de varias fuentes astronómicas.
- Participar en eventos científicos y tecnológicos a nivel nacional e internacional con el objetivo de mostrar tanto el funcionamiento del radiotelescopio como los resultados obtenidos con las observaciones radioastronómicas.

5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.

Uno de los objetivos científicos del Observatorio Astronómico es el desarrollo de instrumentación e investigación en Radioastronomía, por este motivo hemos planificado la implementación del laboratorio de Radioastronomía en el Observatorio Astronómico.

A nivel mundial muchos centros de investigación astronómica han decidido fortalecer la línea de investigación radioastronómica por muchos motivos, entre los cuales podemos destacar:

- La posibilidad de realizar observaciones tanto en el día como en la noche.
- Los relativos bajos costes de la construcción de instrumentación radioastronómica que trabaja a frecuencias determinadas.
- La posibilidad de alcanzar resoluciones espaciales impresionantes del orden de los milisegundos de arco, ello a través del empleo de técnicas interferométricas.
- A ciertas frecuencias a pesar de existir inestabilidades atmosféricas es posible conseguir datos de buena calidad.
- Complementar estudios astronómicos desarrollados a otras longitudes de onda.

En este sentido el proyecto "Estudio de la distribución del Hidrógeno Fotoionizado en el Centro Galáctico" pretende convertirse en un proyecto clave a desarrollarse en el laboratorio de Radioastronomía del Observatorio Astronómico.

5.3 Hipótesis ~~X~~

En el Centro Galáctico deben residir muchas regiones con componentes fotoionizados como consecuencia de la gran cantidad de radiación UV procedente de regiones de formación estelar reciente. El radiotelescopio permitirá captar la emisión de líneas de recombinación de Hidrógeno, consideradas trazadoras de componentes fotoionizados de fuentes astronómicas. Los datos que se tomarán nos permitirán derivar parámetros físicos tales como densidades electrónicas, masas, número de fotones ionizantes, entre otros, de las fuentes que se observarán.

5.4 Productos esperados

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. Publicaciones científicas (obligatorio); | X |
| 2. Disertación a la Comunidad Politécnica; | X |
| 3. Proyecto de Titulación; | X |
| 4. Tesis de Grado (maestría o doctorado); | <input type="checkbox"/> |
| 5. Aplicación tecnológica construida o implementada; | X |



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

6. Patente presentada;
7. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.

5.5 Detalle de los productos/resultados esperados

Hito	Fecha	Observaciones
Publicaciones científicas	12/2017	Hasta el 12/2016 se enviará un artículo a una revista científica.
Disertación a la Comunidad Politécnica	10/2017	Con antelación se difundirá por distintos medios la fecha de disertación de los resultados del proyecto.
Proyecto de Titulación	12/2017	Se tendrá al menos un estudiante realizando un proyecto de titulación usando los datos obtenidos con el presente proyecto.
Aplicación tecnológica construida	12/2017	Al final del proyecto se contará con un radiotelescopio operativo.
Perfil de proyecto de mayor impacto científico	12/2017	Se entregará un documento con una propuesta de investigación radioastronómica de gran impacto científico.

6 Descripción del proyecto, metodología, cronograma de trabajo



6.1 Descripción general del proyecto

Usaremos un radiotelescopio para la toma de datos que se usarán en nuestro estudio de la distribución del Hidrógeno Fotoionizado en el Centro Galáctico (CG). Emplearemos un receptor en el radiotelescopio, cuya función principal es detectar y medir la emisión a longitudes de onda radio originada en fuentes astronómicas. En el rango espectral radio hallamos una gran variedad de líneas de emisión, sin embargo nuestro estudio se basará únicamente en el estudio de líneas de recombinación de Hidrógeno (H). Dichas líneas se originan al momento que el H atómico ionizado atrapa un electrón libre y cambia su estado de energía. Dichas líneas son muy intensas en regiones compuestas principalmente por H fotoionizado conocidas como regiones HII. No obstante, otras fuentes cercanas a regiones HII contienen también un cierto componente de H fotoionizado, por tanto no únicamente observaremos regiones HII sino también nubes moleculares, entre otras fuentes situadas en el CG.

6.2 Metodología y diseño de la investigación

La metodología y diseño de la investigación que seguiremos para el desarrollo de nuestro proyecto son los siguientes:

1. Toma de datos con un radiotelescopio con una antena de dos metros de diámetro.
2. Procesamiento y análisis de datos.
3. Estimación de parámetros físicos de fuentes astronómicas.
4. Publicación de los resultados.

Toma de datos con un radiotelescopio

Como mencionamos, para las observaciones usaremos un radiotelescopio, el cual está siendo diseñado en el Observatorio Astronómico. En nuestro radiotelescopio emplearemos una antena parabólica con un diámetro de 2 metros, un receptor superheterodino que incluye un mezclador (1, 2), donde la señal débil se combina con la señal fuerte de un oscilador local a una cierta frecuencia, produciendo de este modo una señal de salida a una Frecuencia Intermedia (FI) que luego es amplificada con una ganancia entre 60 y 90 dB. En el circuito al amplificador de FI le sigue un detector de ley cuadrática que permite calibrar los datos. Al final del sistema contaremos con la fase de adquisición de datos empleando una tarjeta de sonido (2). Contaremos además con dos interfaces de usuario.

Usando el sistema de seguimiento del radiotelescopio observaremos distintas fuentes del CG (3,4). La señal recibida será almacenada en un computador después de pasar por los distintos dispositivos del receptor. El tiempo de observación será relativamente similar para todas las fuentes con el objetivo de obtener el mismo ruido en los datos (5). Las líneas de recombinación son intensas y en general se requiere poco tiempo de observación para conseguir buenos cocientes señal/ruido (5). Estudios previos han mostrado que para el estudio de la región de formación estelar reciente conocida como Sgr B2, situada en el CG, se requirieron tiempos de observación de pocos minutos para obtener cocientes señal/ruido ≈ 10 (5). El CG permanece cerca de 8 horas diarias sobre el horizonte ecuatorial, una ventana temporal bastante buena si la comparamos con las ventanas temporales inferiores a 3 horas disponibles en posiciones con latitudes superiores a los 40 grados (5, 6).



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos serán realizados usando el programa informático MADCUBAIJ (7). MADCUBAIJ es un programa libre que permite el procesamiento de espectros radioastronómicos. Este programa ha sido desarrollado en un centro de investigación español, con el cual hemos venido colaborando. Con MADCUBAIJ eliminaremos en los espectros la emisión producida por otros mecanismos de radiación y obtendremos promedios de espectros con el objetivo de mejorar el cociente señal/ruido (8). Con este programa también realizaremos la identificación de las líneas de recombinación de H, pues este programa ya cuenta con una base de datos con las intensidades y frecuencias teóricas de las líneas de recombinación de H para un amplio rango espectral (7).

Estimación de parámetros físicos de fuentes astronómicas

El área integrada de las líneas de recombinación de H está relacionada directamente con la densidad de electrones (9). Tanto la estimación de la densidad electrónica como la determinación de los posibles tipos estelares de las fuentes ionizantes y las medidas máximas de emisión se basarán en estudios teóricos (9, 10). La medición del área integrada de las líneas de recombinación de H presentes en los espectros se realizará mediante una herramienta disponible en el programa MADCUBAIJ (7).

Publicación de los resultados

Los resultados obtenidos se usarán en manuscritos que serán publicados en revistas científicas.

Bibliografía

1. Thomas L. Wilson et al., 2010, Tools of Radio Astronomy, Astronomy and Astrophysics Library, Springer.
2. Méndez Maigua P. D. y Sánchez Catota F. L. 2007, Diseño de un radiotelescopio para el Observatorio Astronómico de Quito, Proyecto para la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Ingeniería, Ecuador.
3. Morris and Serabyn, 1996, The Galactic Center Environment, Annu. Rev. Astronomy and Astrophysics, vol. 34, 645-701.
4. Morris R. Mark et al. 2011. The Galactic Center: A window to the nuclear environment of disk galaxies, Astronomical Society of the Pacific, Conference Series.
5. Mehringer D. M. et al. 1993, Radio continuum and radio recombination line observations of Sagittarius B2, The Astrophysical Journal, vol. 412, 684-695.
6. Mehringer D. M. et al. 1995, 6 centimeter formaldehyde absorption toward the Sagittarius B star-forming complex, The Astrophysical Journal Supplement Series, vol. 97, 497-511.
7. Martín-Pintado et al. 2014, Software MadcubaIJ (with ImageJ), http://cab.inta-csic.es/madcuba/MADCUBA_IMAGEJ/ImageJMadcuba.html.
8. Armijos Jairo, 2014, Química en las nubes moleculares del Centro Galáctico, Disertación doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Física Teórica.
9. Mezger P. G. and Henderson A. P., 1966, Galactic HII Regions. I. Observations of their continuum radiation at the frequency 5 GHz, The Astrophysical Journal, vol. 147, p. 471.
10. Kraus John D., 2005, Radio Astronomy, 2nd edition, Cygnus-Quasar Books.

- *Para la elaboración del cronograma de ejecución del proyecto se sugiere considere el tiempo para la adquisición de equipos, reactivos y materiales de laboratorio.*



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

6.3 Cronograma de trabajo anual: (Descripción)

Primer Año							
Actividad	Meses						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Estudio de los parámetros y variables relacionados con el diseño del radiotelescopio	50%	50%					100%
Diseños de todos los elementos constitutivos del radiotelescopio		25%	25%	25%	25%		100%
Construcción y automatización del radiotelescopio						50%	50%
Desarrollo de observaciones de fuentes astronómicas del Centro Galáctico						50%	50%
Procesamiento y análisis de datos							
Preparación de manuscritos para su envío a revistas científicas							
TOTAL	8.3%	12.5%	4.1%	4.1%	4.1%	16.7%	

Segundo Año 2							
Actividad	Meses						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Estudio de los parámetros y variables relacionados con el diseño del radiotelescopio							
Diseños de todos los elementos constitutivos del radiotelescopio							
Construcción y automatización del radiotelescopio	50%						50%
Desarrollo de observaciones de fuentes astronómicas del Centro Galáctico	50%						50%
Procesamiento y análisis de datos		25%	25%	25%	25%		100%
Preparación de manuscritos para su envío a revistas científicas			25%	25%	25%	25%	100%
TOTAL	16.7%	16.7%	8.3%	8.3%	8.3%	4.1%	300%

7	<p>Fechas de inicio y fin</p> <p>Estimamos que el proyecto iniciará el 1 de enero de 2016 y finalizará el 31 de diciembre de 2017.</p>
----------	---



8	<p>Infraestructura, equipos y fondos adicionales.</p> <p>8.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.</p> <p>El director del proyecto dedicara 4 HSS al proyecto, mientras que los colaboradores dedicaran 8 HSS.</p> <p>8.2 Infraestructura y equipos</p> <p>Para la implementación del radiotelescopio usaremos algunos equipos como tornos, fresadoras, cepilladora, taladros, soldadoras, hornos, entre otros, ya disponibles en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional. También usaremos los equipos disponibles en los laboratorios de Electrónica y Mecánica del Observatorio Astronómico.</p> <p>8.3 Breve justificación del equipo requerido</p> <p>Como hemos visto terminar la implementación del radiotelescopio es una parte fundamental de este proyecto, pues dicho instrumento permitirá obtener los datos requeridos para llevar a cabo la investigación científica propuesta. Para la implementación del radiotelescopio se requerirá la compra de varios materiales como amplificadores, filtros pasa banda, bobinas, reguladores, juegos de resistencias, una antena de 2 metros de diámetro, un receptor, transformadores, capacitores, microprocesadores, entre otros.</p> <p>8.4 Fondos Adicionales</p> <p>No existen fondos adicionales para ejecutar el presente proyecto.</p>
----------	--



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)			
<i>- Los costos para la elaboración del presupuesto estimado no deben incluir IVA.</i>			
<u>Primer Año y Segundo Año</u>			
Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)		Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato	Valor Unit.	Valor Total	
Cantidad Descripción 1 Ayudante de Investigación	817.00/mes 19608.00/2 años		
Subtotal		19608.00	24.9%
2. Maquinaria y Equipos		Valor Total	
Amplificadores, filtro pasa bandas, bobinas, capacitores, reguladores, resistencias, amplificadores, una antena, un receptor, una computadora, transformadores, microprocesadores, un oscilador, pulsadores, etc.		50000.00	
Subtotal		50000.00	63.6%
3. Reactivos y materiales de laboratorio			
Subtotal			
4. Literatura especializada			
Subtotal			
5. Viajes técnicos y de muestreo			
Subtotal			11.4%
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales	Valor Unit.	Valor Total	
Cantidad Descripción 3 Participación en un evento internacional	3000.00	9000.00	
Subtotal		9000.00	
TOTAL PRESUPUESTO		US\$ 78608,00 + IVA	100%