GNU Radio en el Allen Telescope Array

Dr. Daniel Estévez EA4GPZ

28 de Febrero de 2021
Micromeet 2021 (online)

En septiembre, GNU Radio y el SETI Institute comienzan una colaboración.
Como parte de ésta, algunas personas de la comunidad GNU Radio tenemos ahora acceso remoto al ATA durante los fines de semana.

SETI Institute and GNU Radio Join Forces

SETI INSTITUTE

PRESS RELEASE

DATE

September 8, 2020

CONTACT

Rebecca McDonald,
Director of Communications
SETI Institute
189 Bernardo Ave.,
Suite 200
Mountain View, CA
94043
rmcdonald@seti.org

September 8, 2020, Mountain View, CA – The SETI Institute and GNU Radio are officially joining forces to continue work already underway for signal processing at the SETI Institute's Allen Telescope Array (ATA) at the Hat Creek Radio Observatory (HCRO). This collaboration is an extension of work begun in 2019 to build open-source hardware and software, accessible to both hobbyists and professional SETI scientists, including a GNU Radio module known as gr-ata. Additionally, the SETI Institute will manage contracts and grants for GNU Radio, allowing access to new funding streams to support research and education.

Agradecimientos

El hardware para GNU Radio en el ATA ha sido financiado por Breakthrough Listen y Berkeley SETI Research Center.

Muchas gracias por su enorme apoyo al personal del ATA / SETI Institute: Wael Farah, Alex Pollak, Ellie White y Steve Croft.

Gracias también al equipo de GNU Radio en el ATA: Derek Kozel, Paul Boven, Mike Piscopo, Jeff Long, Marcus Leech, Apostolos Spanakis-Misirlis, Nate Temple...

Estructura de la charla

1. Visita virtual: ¿Qué es el Allen Telescope Array?
2. ¿Qué estamos haciendo en el ATA?
3. Ideas para colaboración: ¿Qué puede hacer el ATA por vosotros y qué podéis hacer vosotros por el ATA?

Estructura de la charla

1. Visita virtual: ¿Qué es el Allen Telescope Array?
2. ¿Qué estamos haciendo en el ATA?
3. Ideas para colaboración: ¿Qué puede hacer el ATA por vosotros y qué podéis hacer vosotros por el ATA?

Hablaré principlamente de las antenas y equipos de ATA.
Una visita virtual de verdad: `https://youtu.be/LW9vgzfrhmE`

El Allen Telescope Array

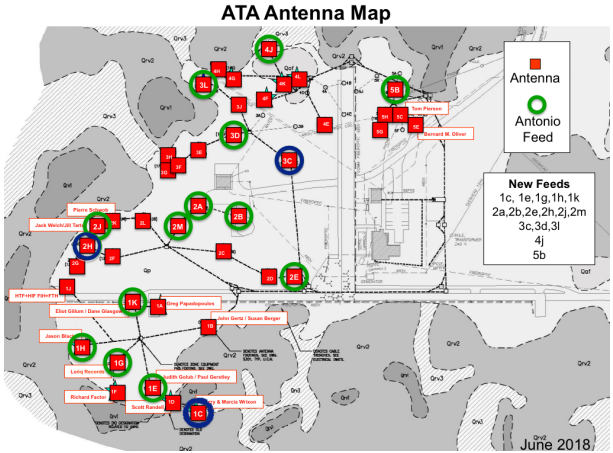
- Es el primer y (único) telescopio diseñado específicamente para SETI (búsqueda de vida extraterrestre inteligente)
- La construcción fue financiada por Paul Allen, de Microsoft. Comenzó a operar en 2007.
- Consta de 42 antenas de 6.1 m, con planes de ampliar a hasta 350

Antenas

Telescopio Gregoriano. Reflector principal 6.1 m. El feed está protegido por una cubierta que lo proteje de la radiación del suelo y las interferencias.

Antenas

Las antenas parecen colocadas al azar. Las posiciones están pensadas para que las baselíneas sigan una distribución normal. Las baselíneas más largas son de $\sim$ 300 m.



Feeds

El feed es logperiódico, lo cual da un ancho de banda muy grande

El feed es de polarización lineal dual: X/Y (horizontal/vertical)

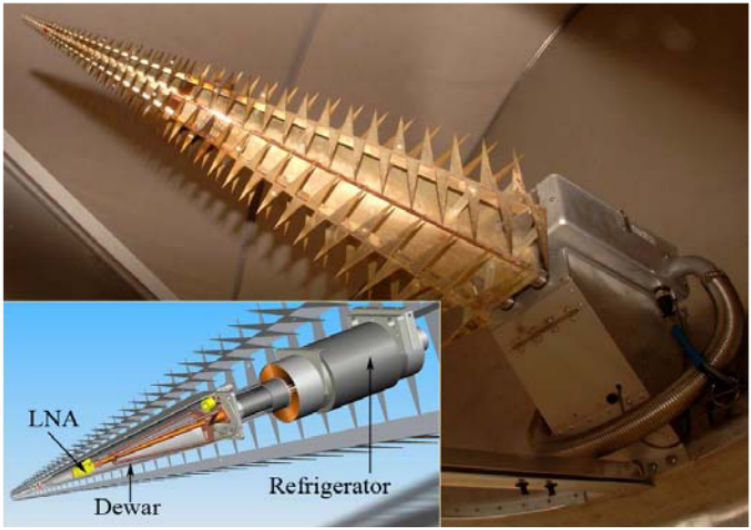
Dos tipos de feeds:

- “Viejos”, con cobertura de 0.5 GHz - 10 GHz; LNA criogénico
- “Nuevos” (donación de Franklin Antonio, de Qualcomm), con cobertura de 1 GHz - 15 GHz; feed completo en dewar criogénico; mejor figura de ruido en frecuencias altas

La alimentación del feed es balanceada. El LNA actúa de balun activo.

La salida del LNA es en fibra óptica. Todo el ancho de banda de cada polarización se manda por fibra hasta la sala de procesamiento.

Feed viejo

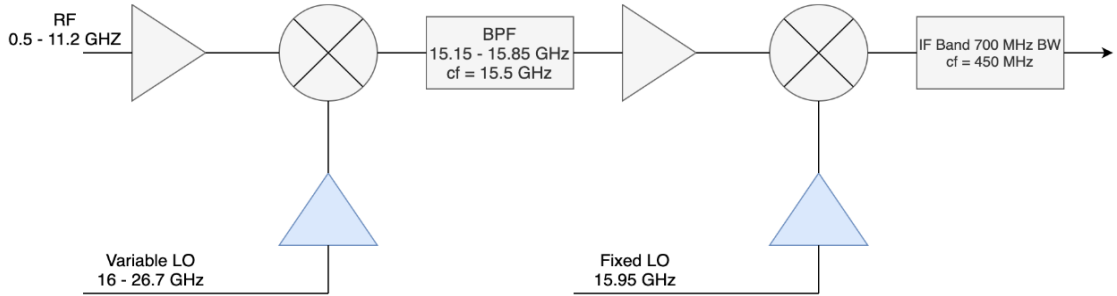


Feed nuevo

RFCB: downconverter

El RFCB recibe las señales de la fibra óptica y hace de downconverter para bajar a una IF centrada en 512 MHz y con 700 MHz de ancho de banda.

Hay 4 osciladores locales con sintonizaciones independientes, de modo que se puede observar en 4 bandas de frecuencia distintas simultáneamente.



USRPs (GNU Radio)

GNU Radio usa un USRP N321 y un N320 conectados a la salida IF del RFCB.

Características USRP N32x: hasta 200 MHz ancho de banda, 2 canales RX, ADC 14 bit

Sincronización al 1PPS y 10 MHz del telescopio. Posibilidad de compartir el LO entre todos los canales de los dos USRP.

Generalmente tenemos acceso a un número reducido de antenas, y a un solo LO del RFCB. Cada USRP se utiliza para recibir las dos polarizaciones de una antena.

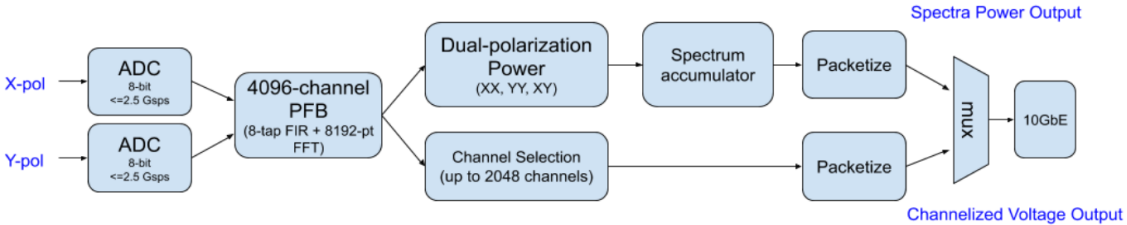
SNAPs de CASPER (digitalizadores del ATA)

La instalación del ATA usa tarjetas SNAP de CASPER para digitalizar la IF del RFCB

Cada SNAP digitaliza las dos polarizaciones de una antena a 2048 Msps

Una FPGA reduce la tasa datos. Hay dos modos de funcionamiento:

- Espectrómetro, con canales de 250 kHz
- Banco de filtros polifase (PFB), con salida 4 bits IQ por cada canal de 250 kHz



Estructura de la charla

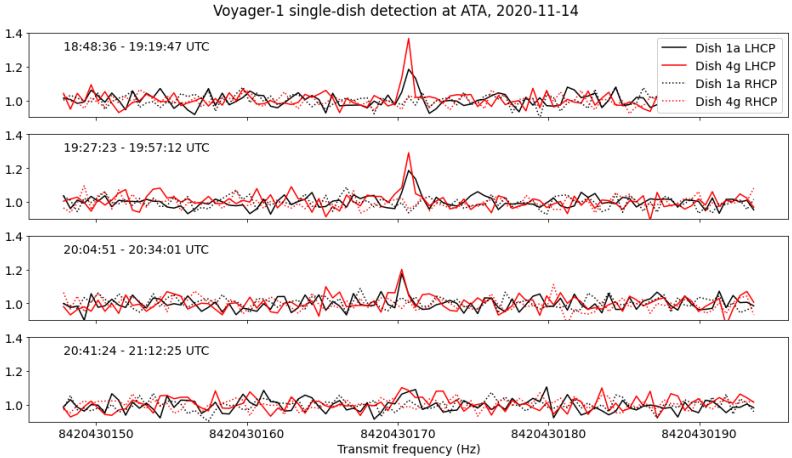
1. Visita virtual: ¿Qué es el Allen Telescope Array?
2. ¿Qué estamos haciendo en el ATA?
3. Ideas para colaboración: ¿Qué puede hacer el ATA por vosotros y qué podéis hacer vosotros por el ATA?

¿Qué estamos haciendo en el ATA?

- Recepción de sondas interplanetarias y otros satélites
- Radioastronomía: recepción de líneas espectrales y radiación de continuo, pulsares
- Interferometría
- Polarimetría

Sondas interplanetarias: Voyager-1

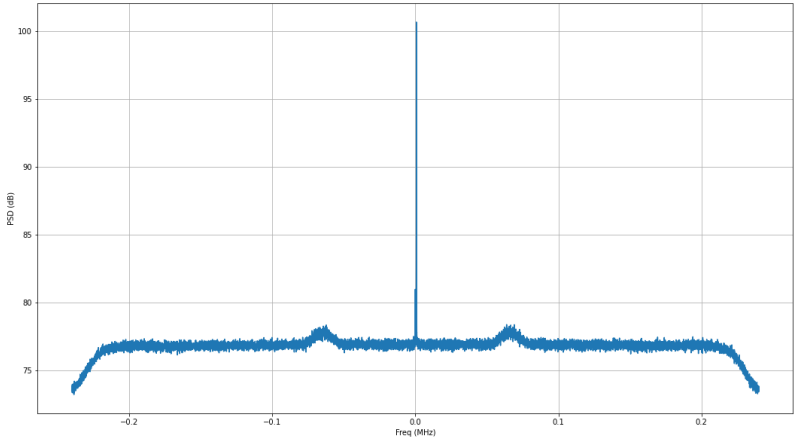
Voyager-1 detectado en Noviembre de 2020, con solamente una antena y grabaciones de 30 minutos (hubieran bastado 5 minutos)



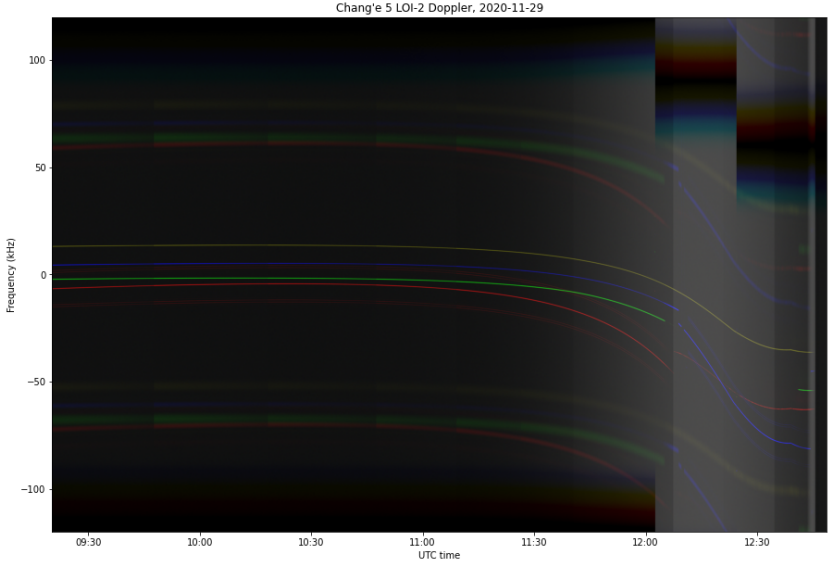
Sondas interplanetarias: decodificación de telemetría

Sondas decodificadas: Tianwen-1, Chang'e 5

Tianwen-1 a 188 millones de km, polarización lineal



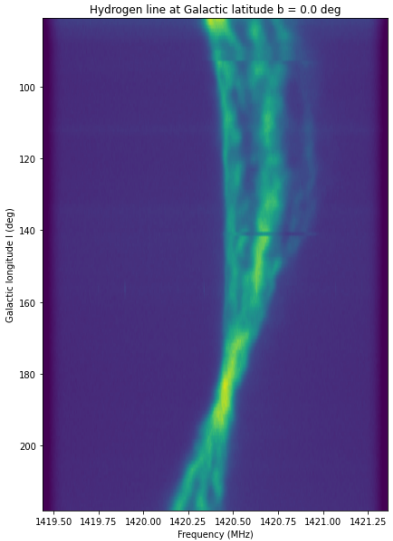
Circularización de órbita lunar de Chang'e 5



Radioastronomía: línea de hidrógeno

El hidrógeno radia una línea espectral en 1420.4 MHz

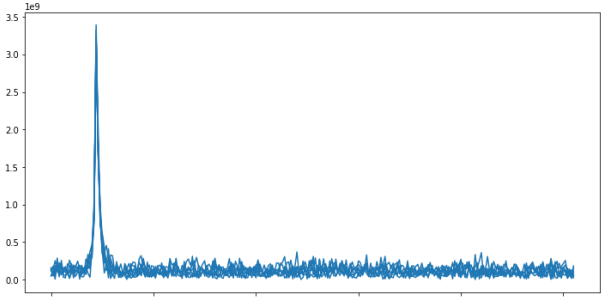
Utilizando el Doppler, podemos ver la estructura de los distintos brazos de la via láctea



Interferometría

- Es la aplicación natural de un array de 42 antenas
- Permite observar objetos astronómicos débiles
- Permite localizar con precisión la posición en el cielo de sondas interplanetarias. Útil para determinación de órbitas (p.ej.: Chang'e 5)
- Permite elaborar imagenes de objetos astronómicos: work in progress

Recepción interferométrica del quasar 3C286 (redshift 0.85)



Estructura de la charla

1. Visita virtual: ¿Qué es el Allen Telescope Array?
2. ¿Qué estamos haciendo en el ATA?
3. Ideas para colaboración: ¿Qué puede hacer el ATA por vosotros y qué podéis hacer vosotros por el ATA?

Colaboración con la comunidad

Una de los aspectos de las actividades GNU Radio en el ATA es la colaboración con la comunidad, entendida en un sentido amplio

Siempre estamos abiertos a nuevas ideas de colaboración con instituciones educativas, amateurs, etc.

Constantemente estamos haciendo experimentos y publicando datos (grabaciones IQ, etc.)

¿Qué puede hacer el ATA por vosotros?

Una antena de 6 m es grande, pero no es mucho más grande que la antena que puede tener un aficionado (ej: 10.5 dB más que una antena de 1.8 m).

Muchas observaciones que el ATA puede hacer, también las podeís hacer vosotros con más tiempo de integración (x125 para una antena de 1.8 m).

El ATA puede servir para hacer una prueba rápida y sencilla sobre una idea de observación, y comprobar si merece la pena invertir esfuerzo en poner a punto una estación más modesta.

El ATA sirve para familiarizarse con la interferometría en radioastronomía. Puede ser una forma asequible de montar una estación de radioastronomía modesta.

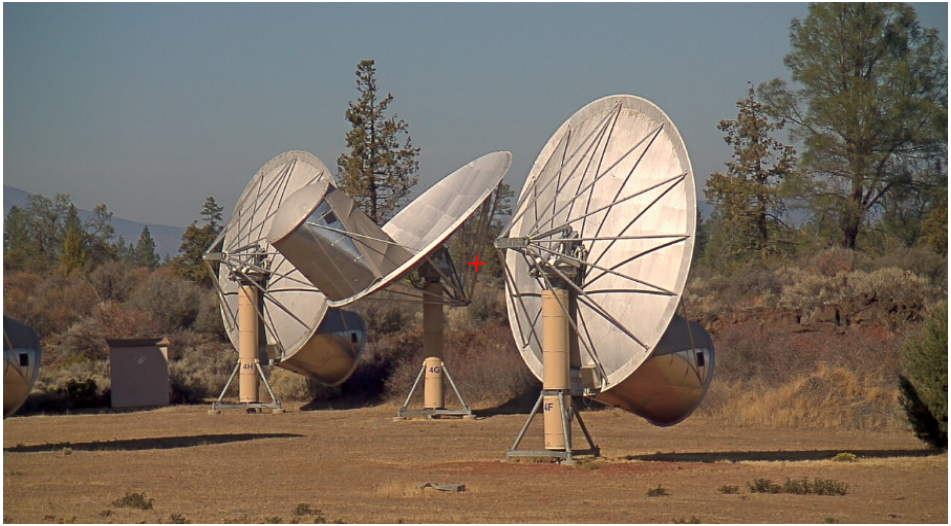
También como plataforma para experimentar con cosas más exóticas: holografía, VLBI...

¿Qué podéis hacer vosotros por el ATA?

Una estación más pequeña puede tener ventajas sobre el ATA. El ancho de haz más grande facilita buscar satélites si no tenemos buena información sobre su posición.

En el caso de Chang'e 5, en el ATA estuvimos usando como gran ayuda las posiciones obtenidas por amateurs como DF2MZ, CT1BYM, VE7TIL, etc.

Ayudar en el procesamiento de datos. El ATA es una máquina enorme de generar datos (grabaciones IQ, etc.), pero hace falta tiempo para hacer cosas interesantes con ellos.

Y sobre todo: aporte de ideas interesantes para usar el ATA

¡Muchas gracias!