

# eEVN: Un radiotelescopio de ámbito europeo en tiempo real

## eEVN: a Real Time European Radiotelescope

◆ Francisco Colomer

### Resumen

Se describe la Red Europea de Interferometría (EVN) como gran instalación científica en astronomía, y su modernización al tener acceso a la transmisión de gran volumen de datos por la red de fibra óptica paneuropea GÉANT. La conexión de varios (hasta 18) radiotelescopios a un centro de análisis en Holanda, transmitiendo 1 Gbps de datos cada uno (ampliable a 30 Gbps a finales de esta década), proporciona nuevas capacidades y mejor control de calidad, abriendo por tanto nuevas vías de investigación astronómica. El Observatorio Astronómico Nacional (OAN), del Instituto Geográfico Nacional (IGN), es miembro de la red EVN y participa con sus radiotelescopios de 14 y 40 metros de diámetro en Yeves, Guadalajara.

**Palabras clave:** red europea de interferometría, EVN, astronomía, radiotelescopio.

### Summary

The European VLBI Network (EVN) is described as a large scale facility for astronomy, and its modernization after gaining access to large dataset transfer through the paneuropean fiber optics network GÉANT. Connecting several (up to 18) radiotelescopes to an analysis center in The Netherlands, each transmitting 1 Gbps (and up to 30 Gbps by the end of the decade) provides new capabilities and a better quality control, therefore opening new fields of astronomical research. The National Astronomical Observatory (OAN) of the Spanish National Geographical Institute (IGN) is full member of the EVN, participating with the radiotelescopes of diameter 14 and 40 meters in Yeves, Guadalajara.

**Keywords:** European VLBI Network, EVN, radiotelescope, Astronomy.

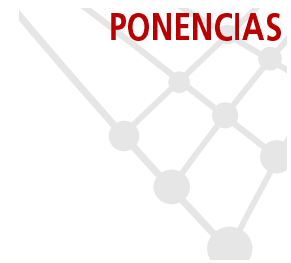
## 1.- Red Europea de Interferometría

La Red Europea de Interferometría (EVN, <http://www.evlbi.org/>) es una gran instalación científica en la que participan 14 institutos responsables del funcionamiento de 18 radiotelescopios distribuidos por todo el mundo. La EVN realiza observaciones de radiofuentes cósmicas con muy alta resolución espacial mediante la técnica de la Interferometría de muy larga base (VLBI), siendo la red con mayor sensibilidad que existe debido al gran tamaño de los telescopios que la componen. Con VLBI se consigue la resolución de un radiotelescopio "sintético" de tamaño equivalente a la distancia entre sus elementos.

De manera coordinada, los telescopios de una red interferométrica como la EVN realizan observaciones de radiofuentes tales como cuásares (los objetos más distantes del universo), núcleos activos de galaxias, lentes gravitacionales, regiones de formación estelar, envolturas circunestelares de estrellas evolucionadas, máseres, microcuásares, etc. La EVN opera recibiendo las ondas radio de estos objetos a longitudes de onda de entre 90 cm (UHF) y 7 mm. La resolución espacial obtenida es mejor que un milisegundo de arco (lo que permitiría distinguir una aceituna en Madrid vista desde Nueva York).

La gran sensibilidad de la EVN (20  $\mu\text{Jy/haz}$  en  $\sim 10$  horas, a 5 GHz, donde  $1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W/m}^2/\text{Hz}$ ) se consigue por la participación de telescopios de gran tamaño (los más grandes son antenas parabólicas con un diámetro de 305, 76, 40 ó 32 metros) y la recepción de una gran banda de frecuencias (en la actualidad hasta 512 MHz de anchura, registrada digitalmente en el sistema Mark-5). Los datos, que representan 1 Gbit por segundo, ó 10 Tbytes en 24 horas, son enviados al correlador en JIVE (Holanda), bien almacenados en discos o transferidos por la fibra óptica de la red GÉANT.

La reciente disponibilidad técnica de las transmisiones de gran volumen de datos por fibra óptica, a nivel mundial, tiene un gran impacto en el funcionamiento y en las capacidades de la gran instalación



◆  
La Red Europea de Interferometría es una gran instalación científica en la que participan 14 institutos responsables del funcionamiento de 18 radiotelescopios distribuidos por todo el mundo



◆  
El Observatorio  
Astronómico  
Nacional del  
Instituto Geográfico  
Nacional español es  
miembro de la red  
EVN/JIVE desde  
1993, con su  
radiotelescopio de  
14 metros de  
diámetro en Yebes  
(Guadalajara)

científica EVN. La conexión en tiempo real de los radiotelescopios al correlador, conocido como "e-EVN", permite la realización de proyectos de observación en modo dinámico ("targets of opportunity", como la explosión de una supernova) y la monitorización continua de la calidad de los datos proporcionados por la red.

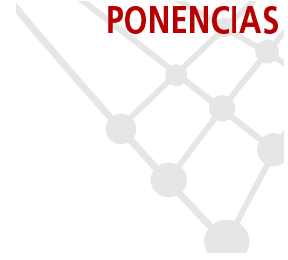
En los últimos meses se han realizado numerosas pruebas de transmisión de datos de la EVN al correlador a través de GÉANT, superándose los 600 Mbps en líneas públicas con tráfico. De hecho, es ya posible realizar observaciones rutinarias con 5 telescopios y una tasa de transferencia de 32 Mbps, adecuado para el estudio de líneas de emisión moleculares (de banda estrecha). El primer resultado científico se publicó el 4 de octubre de 2004. El objetivo es la transmisión de 1 Gbps por telescopio a corto plazo, alcanzando 30 Gbps por telescopio a finales de esta década.



## 2.- Participación española

El Observatorio Astronómico Nacional del Instituto Geográfico Nacional español (IGN/OAN, <http://www.oan.es/>) realizó sus primeras observaciones de VLBI en 1990, y es miembro de la red EVN/JIVE desde 1993, con su radiotelescopio de 14 metros de diámetro en Yebes (Guadalajara). En breve terminará la construcción de un nuevo radiotelescopio de 40 metros, que sustituirá al anterior en la red EVN, aportando su funcionamiento a muchas frecuencias (entre 2 y 115 Ghz) y mucha mayor sensibilidad. La conexión de este nuevo instrumento a la red de fibra óptica europea, a través de RedIRIS, es esencial para su óptima utilización, y está prevista que ocurra durante 2005, si bien queda por resolver la "última milla" (o "local tail"), ya que el telescopio está situado a uno 60 kms. del nodo de GÉANT más próximo.

Utilizando la misma instrumentación y similares procedimientos de observación se pueden realizar estudios geodésicos, como son los movimientos en la corteza terrestre, o el estudio de la rotación de la Tierra. Dichos estudios los coordina a nivel mundial el Servicio Internacional de VLBI para Geodesia y Astrometría (IVS, <http://ivscc.gsfc.nasa.gov/>), del que el IGN es una de las estaciones de observación.



El IVS gestiona varios tipos de campañas de observación, con varias configuraciones de radiotelescopios (intracontinental o mundial) y duraciones (de 2 a 24 horas). Se consigue con ello la medida de las posiciones de los telescopios con muy alta precisión (mejor que un milímetro) y, con el estudio de su variación, la medida del movimiento de las placas tectónicas terrestres. Otro resultado, no accesible mediante otras técnicas, es la medida de los parámetros de la rotación terrestre, como la duración del día y la posición del polo o eje de rotación, cuyos valores cambian debido a que la Tierra no se comporta como un sólido rígido sino que varía su rotación debido al acoplamiento de los diferentes “fluidos” que la componen (manto, corteza, atmósfera, océanos, etc.). En este último sentido, la transmisión de datos al correlador mediante GÉANT permitiría obtener los parámetros de rotación terrestre (EOP) en tiempo real, con novedosas e importantes aplicaciones.

### 3.- Otras iniciativas

Pero el instrumento e-EVN no es sino un ejemplo de muchas grandes instalaciones científicas para investigación astronómica que se están diseñando o construyendo en este momento, todas con gran necesidad de transmisión de gran volumen de datos por fibra óptica. En Gran Bretaña, la red MERLIN (<http://www.merlin.ac.uk/>) constará en 2007 de 7 radiotelescopios conectados por fibra óptica a lo largo de 217 kms, con una capacidad de 30 Gbps por telescopio. En Chile, el Gran Interferómetro Milimétrico de Atacama (ALMA, <http://www.oan.es/ign/home/astronomia/general/alma/>), en el que participa el IGN, constará en 2012 de 64 radiotelescopios de 12 metros de diámetro, con una red privada de fibra óptica de 120 Gbps de capacidad. Idéntica red de transmisión de datos tendrá el “Expanded Very Large Array” norteamericano (EVLA, <http://www.aoc.nrao.edu/evla/>) en 2010. Finalmente, el instrumento más ambicioso en fase de diseño, a finalizar en 2020, precisará la transmisión de varios Tbps: el “Square Kilometer Array” (SKA, <http://www.skatelescope.org/>), con un coste estimado de 1000 M USD, acumulará un kilómetro cuadrado de área colectora, 30 veces mayor que cualquier telescopio construido jamás, lo que lo convertirá en el más sensible del mundo para frecuencias entre 0.1 y 25 GHz.

◆  
e-EVN no es sino un ejemplo de muchas grandes instalaciones científicas para investigación astronómica que se están diseñando o construyendo en este momento

**Francisco Colomer**

(f.colomer@oan.es)

**Pablo de Vicente Abad**

(p.devicente@oan.es)

Observatorio Astronómico Nacional