

Características principales del Radiotelescopio IRAM-30M

Salvador Sánchez , Ingeniero Jefe de Grupo Telescopio



Contenido

- **Emplazamiento y construcción: un poco de historia**
- **Características mecánicas y de diseño**
- **Control de los ejes principales**
- **Control de los ejes secundarios y sistema Wobbler**
- **Sistema de control de temperatura**
- **Sistema de deshielo de la antena**
- **Protección del entorno radioeléctrico**

Un poco de historia:

-Entre 1973 y 1976 se crea el **SAGMA** (Scientific Advisory Group for Millimetre Astronomy) por astrónomos del Observatorio de Paris (Meudon) y de MPIfR (Bonn)

-Defienden la necesidad de crear en Europa un interferómetro y un gran radiotelescopio de simple disco para ondas milimétricas. Varias opciones de localización (Canarias, Atlas de Marruecos, Hawaii, Alpes, sur de España) Finalmente: Interferómetro en Plateau de Bure (Alpes) y Radiotelescopio 30M en Sierra Nevada.

-Se crea el **IRAM** en 1979 por Francia (CNRS), Alemania (MPG) y España (IGN). La sede central estará en Grenoble (Francia).

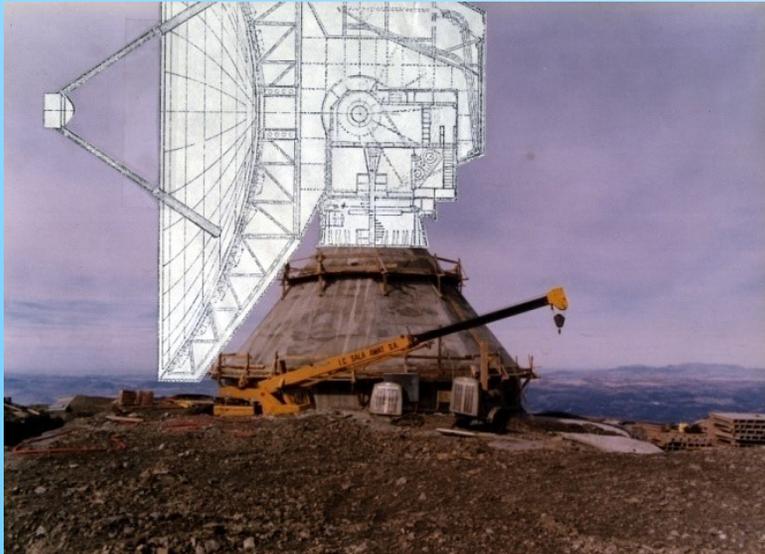
-En 1976 comienza el diseño del proyecto(MPI + Krupp+ MAN) y las campañas de toma de datos atmosféricos en varios puntos (Dr. Albert Greve) para elegir emplazamiento:
Loma de Dilar.



Sierra Nevada en 1979

Localización: Compromiso entre altitud (2870m) y cercanía a la estación de esquí para la carretera de acceso, suministros de agua, electricidad...etc

Obras de acceso y estructura 1979/1980



Transporte de piezas pesadas Junio 1981



Montaje cabina motores Septiembre 1981



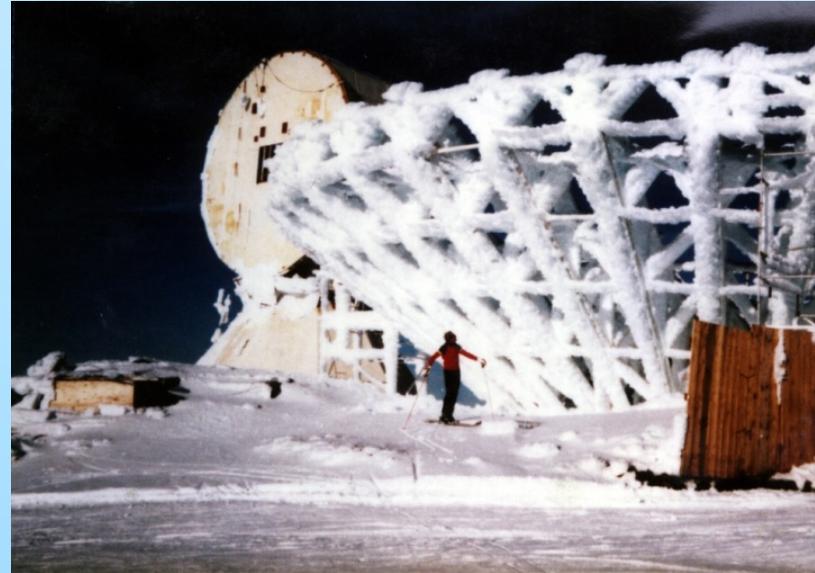
Principios de verano 1982



Instalaciones internas en 1983

Pruebas y primera luz 1984

Invierno 1981/1982



Instalación de paneles - Sep 82



Características principales



- **Diámetro** 30 m
- **Distancia Focal** 10.5 m
- **Subreflector Hiperboloide** 2 m
- **Montura Altacimutal**
- **Cassegrain con óptica Nasmyth**
- **Número de paneles del Reflector** 420
- **Peso** 800 tm.
- **Rango de Azimuth** 60° to 460°
- **Rango de Elevación** 0° to 90°
- **Máxima velocidad** 1°/sec
- **Precisión r.m.s. superficie** 60 μ m
- **Velocidad de viento máxima.** 200 km/h
- **Construido en acero**
- **Diseño de Homología**

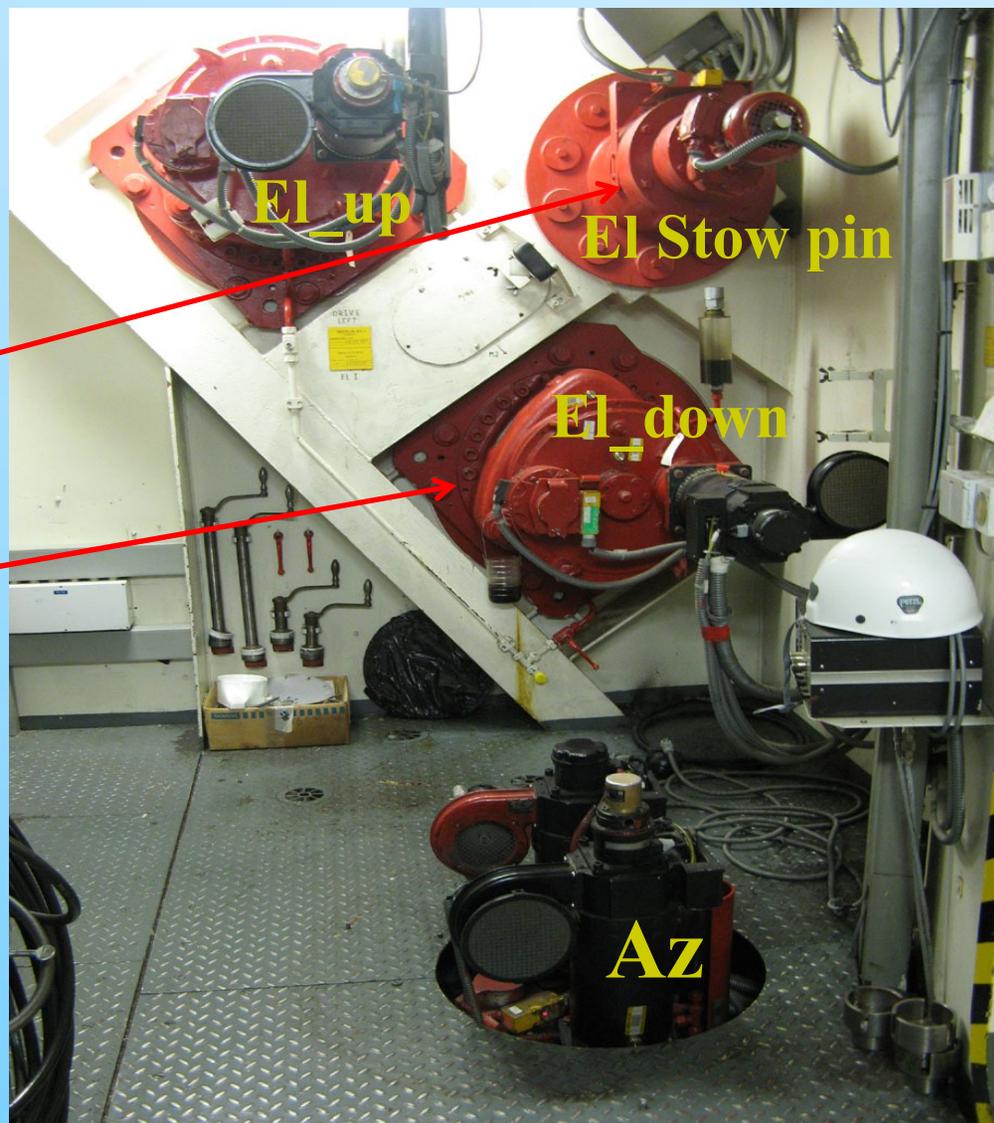
Control de los ejes principales (en funcionamiento desde 1982 hasta 2023)

- **La Antena se mueve con 2 grupos en Elevación (4 motores + 4 engranajes) y 1 grupo en Azimuth (4 motores + 2 engranajes).**
- **Cada grupo tiene dos motores, uno empuja y otro retiene, para evitar el efecto repiqueteo en los dientes del engranaje.**
- **Los motores de Elevación tienen una potencia de 10 Kw.**
- **Los motores de Azimuth son iguales pero al estar acoplados 2 en un mismo engranaje, se comportan como uno sólo.**
- **Son motores de DC con escobillas, revisados anualmente.**
- **Los Servoamplificadores para estos motores funcionan por modulación por anchura de impulsos.**
- **Los engranajes tienen una demultiplicación de 15000:1 y están formados por 3 etapas de planetario.**
- **La corona de la primera etapa de planetario sufre el mayor desgaste. Se cambiaron los engranajes entre 2010 y 2012. Está previsto otro cambio de esta primera corona de todos los engranajes durante 2024.**

Disposición de los grupos de motores (se muestra la mitad derecha)

- Barra para la posición seguridad de elevación 0° o 90° (Stow)
- Este engranaje contiene también un freno para bloquear el movimiento del eje.

-Para el eje de Azimuth existen los mismos elementos de seguridad.



Conexión de encoders de Antena y Motores

Encoder de antena

- 4 encoder incrementales Heidenhain ROD 800
- 36000 líneas por revolución (cada línea 36")

Encoder de motores

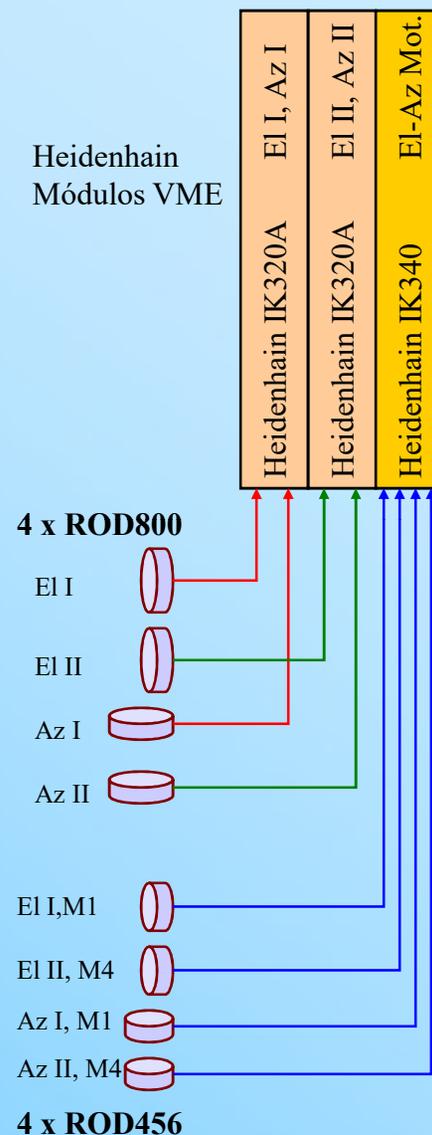
- 4 encoder incrementales Heidenhain ROD456
- 1800 líneas por revolución

IK320A

- Módulo VME usado para leer el encoder de posición ROD800
- Con cada módulo IK320 se pueden leer dos ejes.
- Las señales de salida son seno y coseno
- La posición se lee con una resolución de $36''/4096=0.0088''$

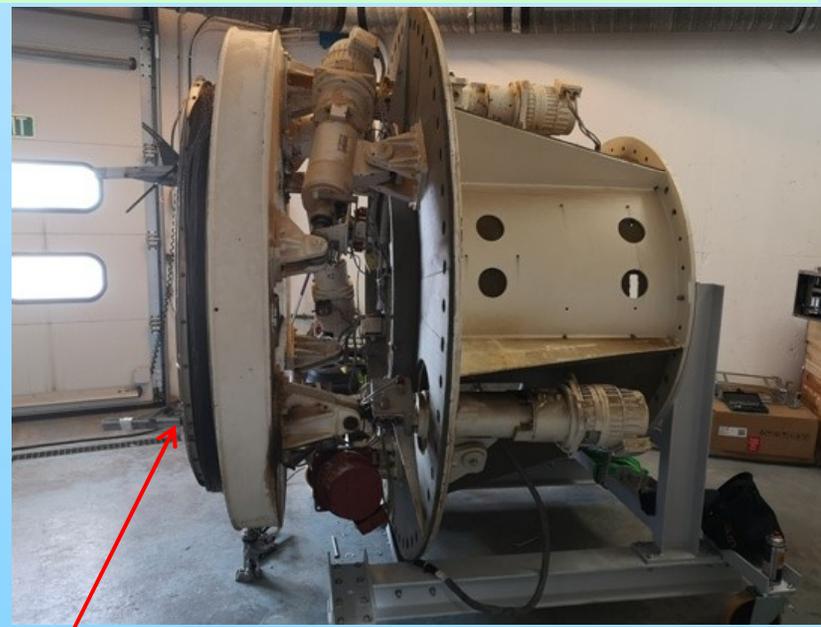
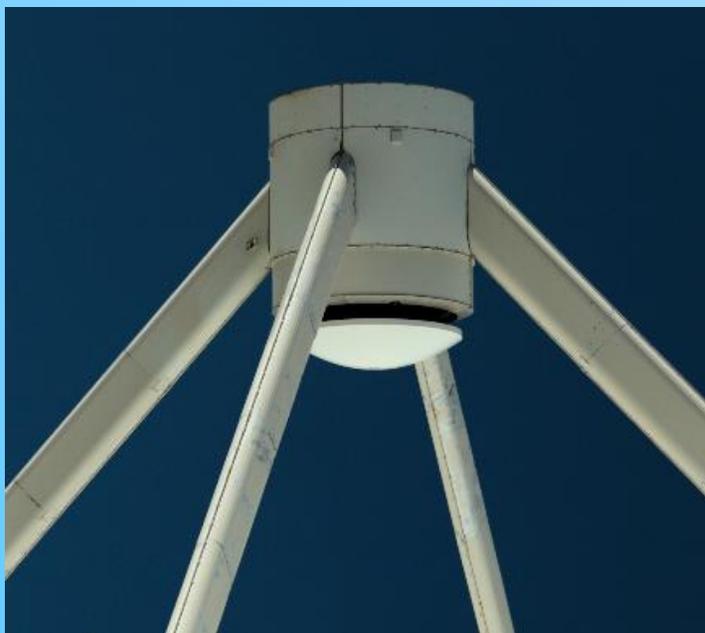
IK340

- Módulo VME para leer el encoder de motor ROD456.
- 4 encoders de motor se leen con cada módulo VME IK340.



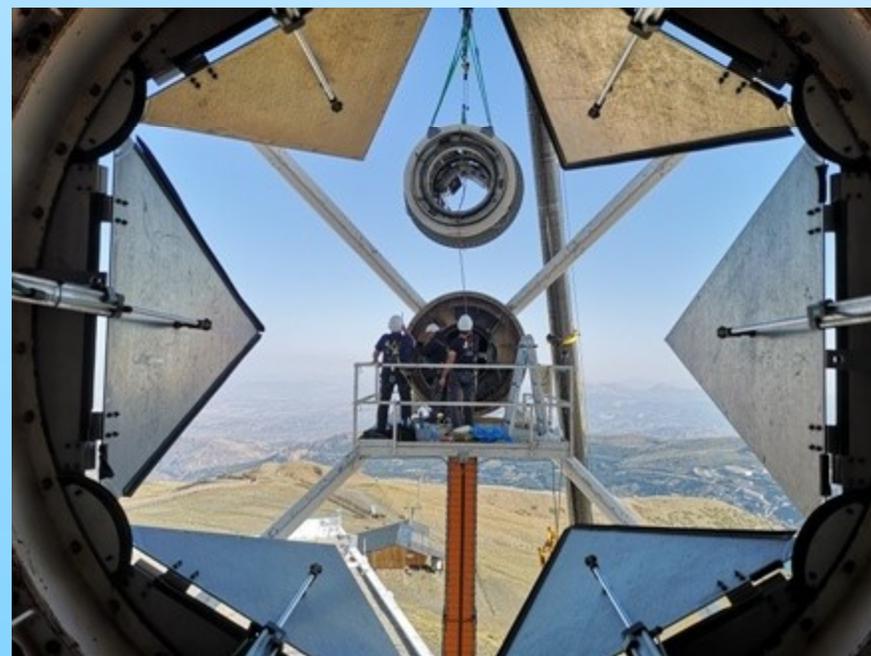
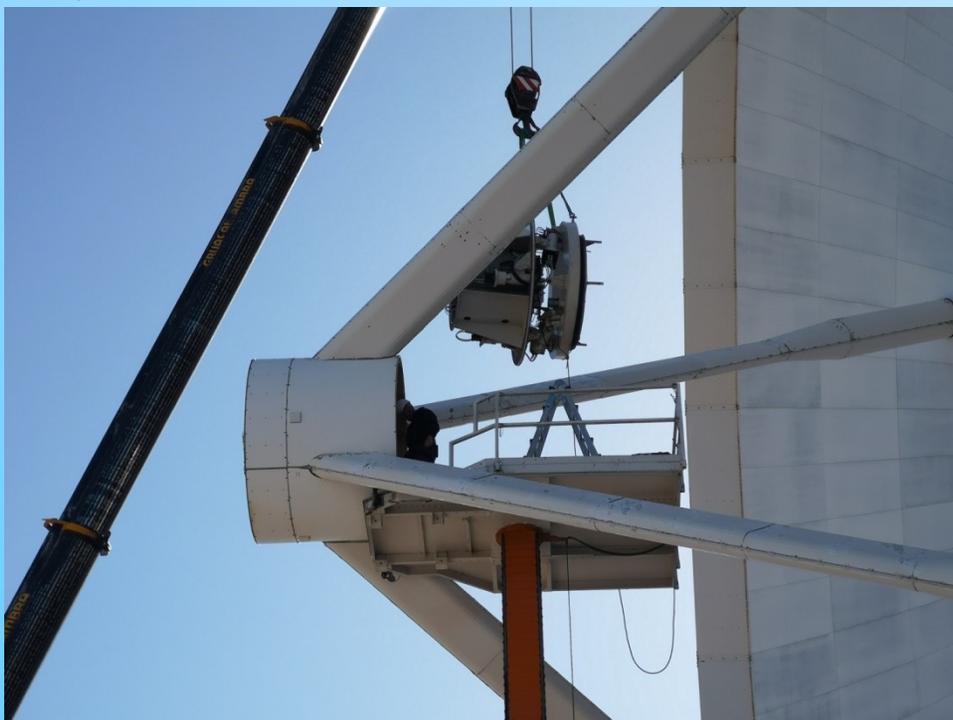
Control del Subreflector

- 3 Vertical + 3 Horizontal Spindles permiten que el Subreflector se desplace e incline
- El movimiento de los 6 motores permite aplicar las correcciones de Homología para compensar la deformación de la parábola con la elevación, así como el movimiento de Foco en el eje Z.
- Además de los movimientos anteriores el Subreflector puede rotarse.



Anillo libre que mantiene el Subreflector
y hace posible su rotación

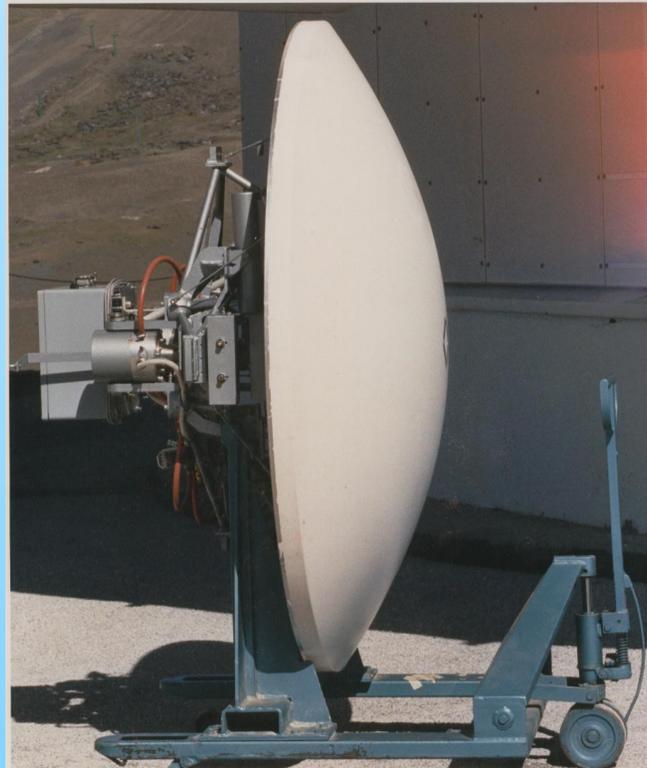
Desmontaje del hexápodo durante el Upgrade (Mayo 2023)



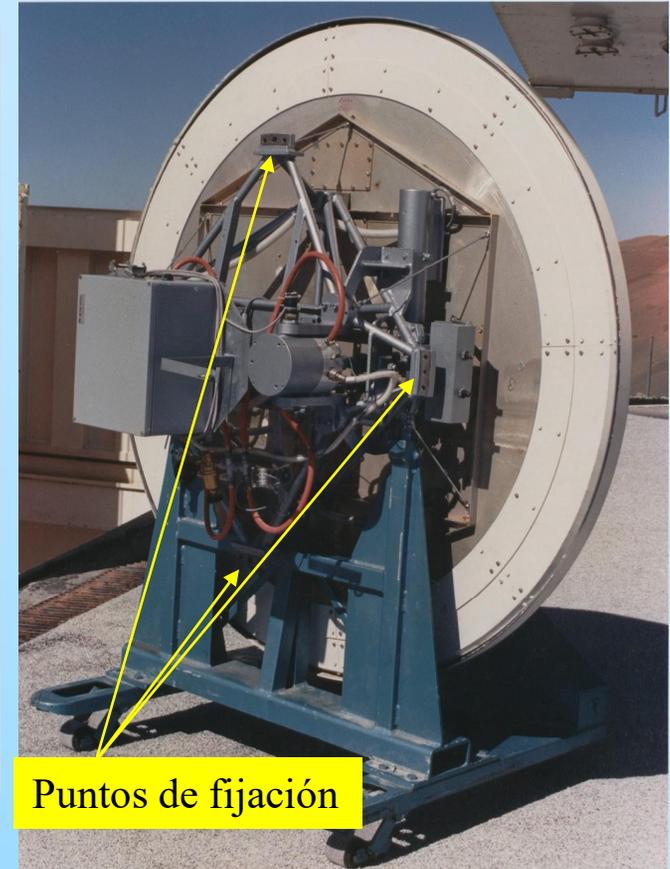
Vista desde el vertex en la cabina de Receptores

Vista del mecanismo de Subreflector y Wobbler

Subreflector y mecanismo del Wobbler una vez extraído del Foco Primario, en el carro especial de montaje.



Vista lateral



Puntos de fijación

Vista trasera con el mecanismo del wobbler

Movimiento del Wobbler

Impulsado por dos electroimanes

Amplitud máxima: óptica $\pm 0.4^\circ$, en el cielo $\pm 120''$

Frecuencia máxima: 2 Hz (a $\pm 45''$)

Tiempo de cambio de fase (blinking) : de 40 ms (a $\pm 15''$) a 90 ms (a $\pm 120''$)

Control de Temperatura de la Antena

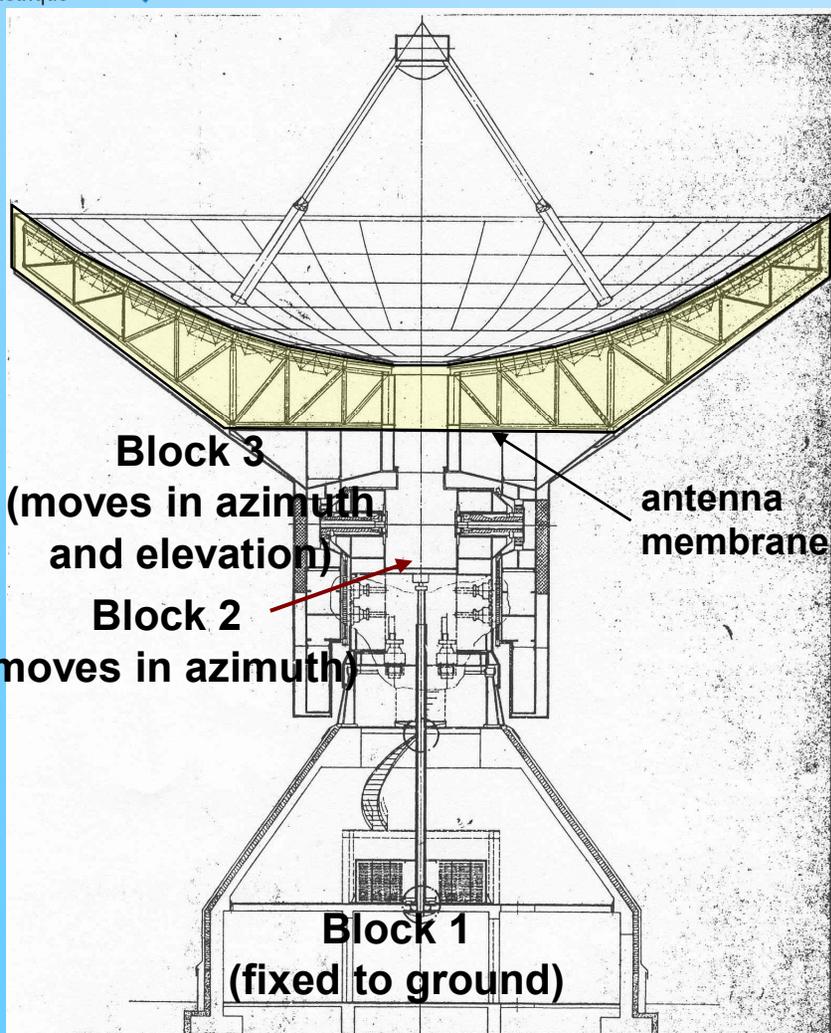


- La Antena está regulada en temperatura con los siguientes recursos

General	Compresor de Frío (apagado desde Oct-2012)	22 Kw
	Bombas de glycol	2 x 1.5 Kw
Estructura del Reflector	Bombas de glycol	1.5 Kw
	Ventiladores	5 x 3 Kw
	Resistencias calefactoras	5 x 6 Kw
Quadrupodo	Bomba de glycol	7.5 Kw
Cuello -Membrana	Ventiladores (1999)	4 x 0.5 Kw
Contrapesos	Ventiladores (2002)	2 x 0.5 Kw
	Calefactores (2002)	4 x 3 Kw

- 160 sensores de temperatura (tipo pt100) distribuidos alrededor de la Antenna para monitorizar la temperatura cada 5 minutos.
- La regulación de temperatura es mejor que 1° K respecto a la temperatura de referencia

Control de Temperatura de la Antena (2)



-En el diseño inicial de la antena, sólo la estructura de acero por encima de la membrana estaba regulada en temperatura.

-Esta estructura está típicamente entre 4 y 6 °K por encima de la temperatura ambiente.

-Contrapesos a la temperatura ambiente

conclusión:
FUERTE ASTIGMATISMO!

-Se corrigió en 2002 con la regulación en temperatura del área bajo la membrana y los contrapesos.

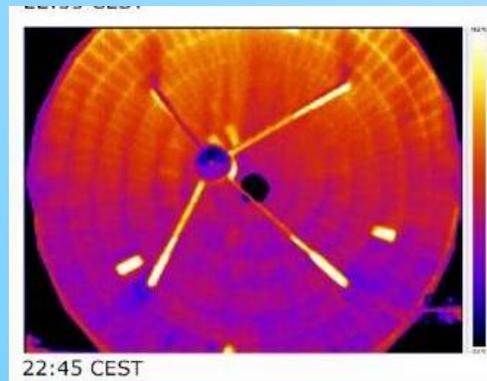
Sistema de deshielo de la antena(deicing)

La parte trasera de la antena, el reflector, el cuello, el cuadrupodo y el subreflector tienen elementos calefactores bajo sus superficies para evitar que se forme hielo cuando se dan las condiciones.

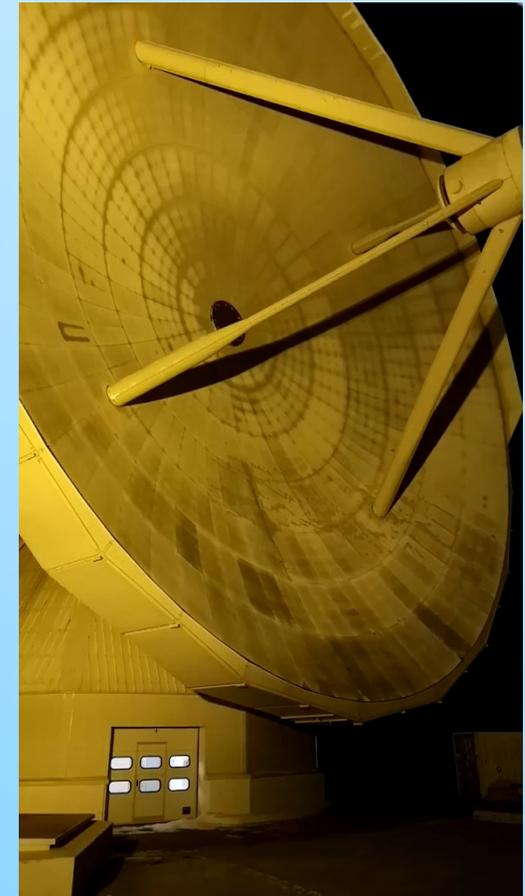
-Especial cuidado se tiene con el reflector primario.

-Es inevitable que después de las tormentas se formen más o menos acumulaciones o agujas de hielo.

-Siempre hay que asegurarse que no hay hielo en el Subreflector antes de mover en elevación, ya que podría caer y dañar la superficie. Se sube con la plataforma para inspeccionarlo si es necesario.



-Después de apagado el deicing son necesarias varias horas para que se recupere el control de temperatura de la superficie.



Sistema de deshielo de la antena(deicing) (2)

-Está formado por 12 sectores en la parte delantera y 22 en la parte trasera, cada uno programable individualmente en temperatura.

-Los elementos calefactores son resistencias óhmicas controladas por módulos tiristores.

-El consumo total del sistema es cercano a **1MW**. Nunca se puede poner todo al mismo tiempo porque sobrecargaríamos el transformador de alta tensión. Se prioriza siempre la parte delantera.

- Después de 40 años algunas resistencias (aprox. un 10%) fallan : oxidación de terminales, derivaciones...etc. Su reparación es muy complicada y costosa en términos de recursos y de tiempo de paralización del telescopio.

Armarios de control del sistema de deshielo en la sala del Cable Espiral



IRAM-30m Protección Radioeléctrica

Coordenadas IRAM-30m

Latitud: N 37° 03' 58"

Longitud: W 03° 23' 34"

Altura: 2904.0 m



Acuerdo de Cooperación

“El Gobierno Español buscará asegurar la calidad radioastronómica del observatorio IRAM-30M

Protección Radioeléctrica

- Aprobada en 18-June-2009 (Orden ITC/1679/2009)
- Buena protección en el rango de frecuencias 76 a 275 GHz (bandas de frecuencia de acuerdo con RR ITU) (nivel de protección de acuerdo a ITU-R 769/2* and CCIR 224-7**)
- Mínima protección a todas las frecuencias

* ITU-R 769/2, Criterio de protección usado en medidas de radio astronomía

** CCIR 224-7, Criterio de protección contra interferencias en servicios de radioastronomía

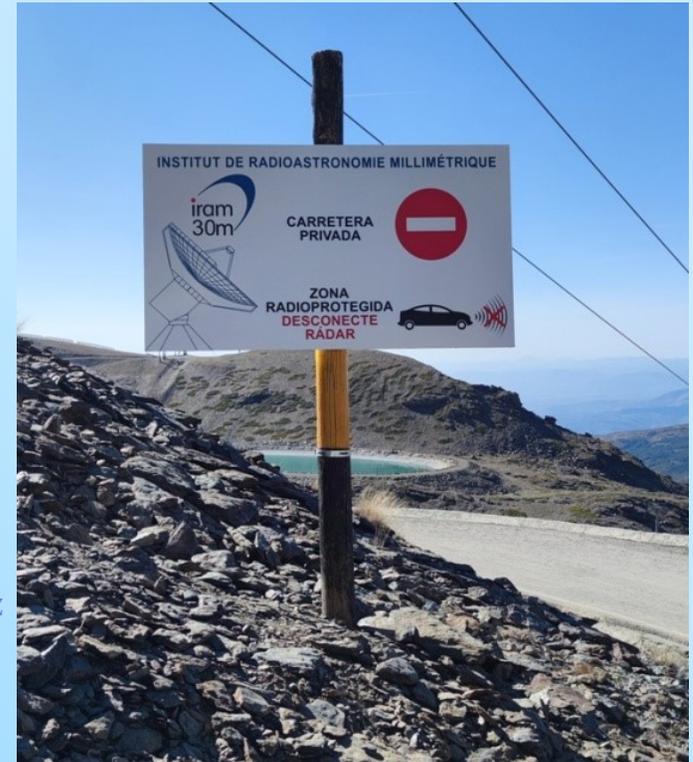
Además de radio comercial, radiocomunicaciones, telefonía móvil..etc hay otras fuentes de radiofrecuencia que pueden perturbar en banda de IF de 4 a 12 GHz o sus armónicos en banda de 70 a 115 GHz:

-Radares de automoción (SRR) funcionan en frecuencias de 77 a 81 GHz aunque tenemos la protección legal, es muy difícil que se cumpla.

-Dispositivos de control y comunicaciones de la Estación de Esquí (Cetursa Sierra Nevada) que nos rodea. frecuencias de WIFI, 5G y hasta 10GHz hemos llegado a medir.

- Satélites activos como el CLOUDSAT que opera a una frecuencia de 94 – 94.1 GHz y que, en caso de alinearse con la antena, el impacto de su radar de aproximadamente 550mW podría destruir las uniones SIS de los Receptores
Protecciones:

- La ventana del Vertex se cierra automáticamente a elevaciones $> 88.5^\circ$
- Monitorizamos la trayectoria del Cloudsat cada 5 s.
- Se genera una alarma si la separación antena-Cloudsat $< 25^\circ$





© NICOLAS BILLOT