



Pipeline de software para procesar datos grabados por la DSA3

Angel Cancio ¹, Marcelo Colazo ² & Beatriz García ¹

¹ Instituto en Tecnologías de Detección y Astropartículas (CNEA-CONICET-UNSAM)

² Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)

* angel.cancio@iteda.cnea.gov.ar



Índice:



Ubicación
&
Estructura

Cadena
de
Adquisición

1. Estación Terrestre & Antena

Desde noviembre de 2012, la red ESTRACK se complementó con una tercera Antena de Espacio Profundo ubicada en Malargüe, Argentina.

DSA-3 / MALARGÜE-1 / MLG1



Ubicación & Estructura

→ Red European Space Tracking (ESTRACK)



* Picture courtesy of ESA

Ubicación & Estructura

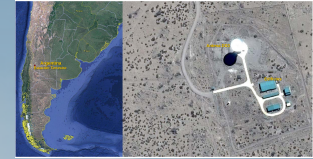
→ Deep Space Antenna 3 - Sitio



Ubicación & Estructura

Red European Space Tracking (ESTRACK)

Deep Space Antenna 3 - Sitio

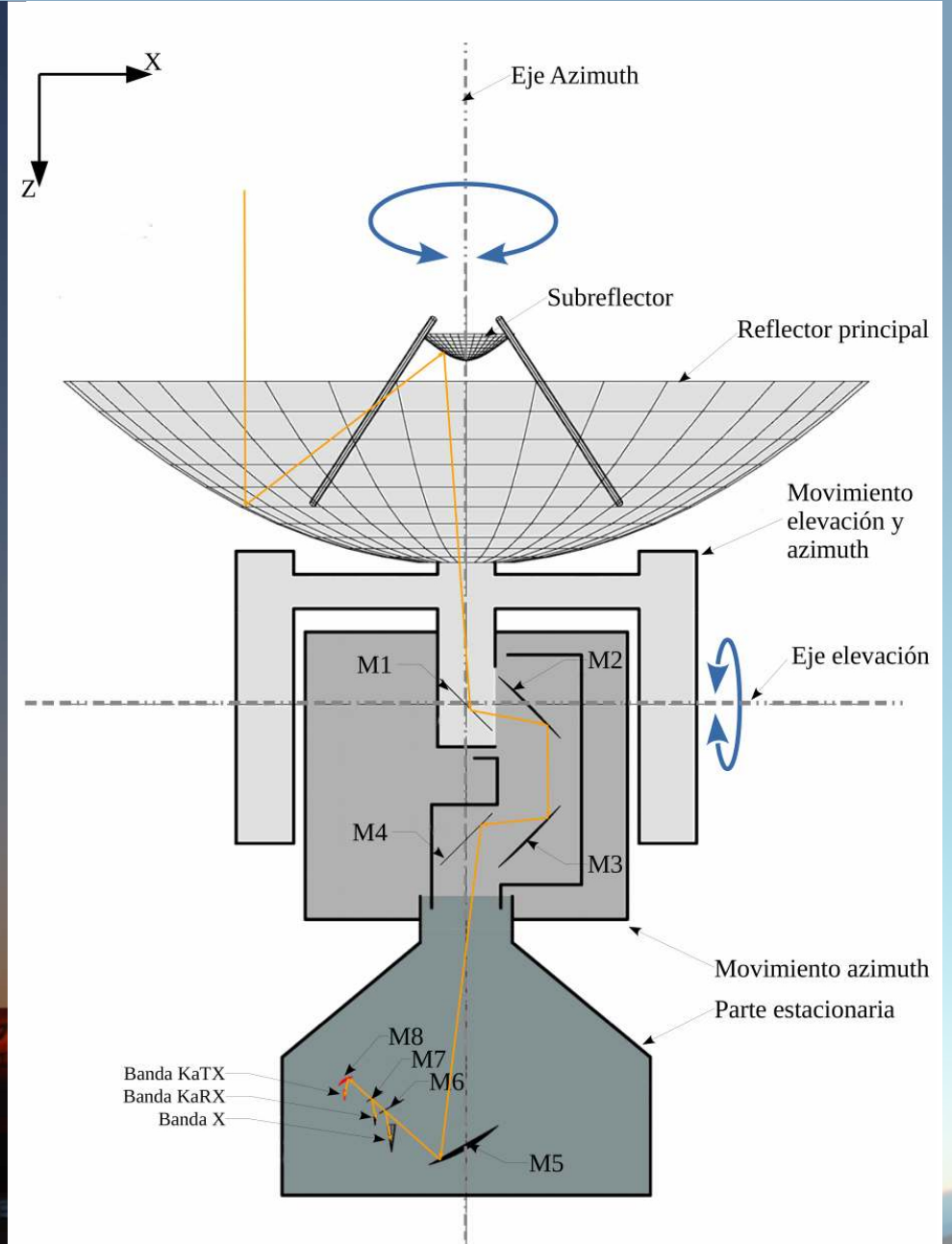


→ Deep Space Antenna 3 - Estructura



Ubicación & Estructura

→ Deep Space Antenna 3 - Estructura



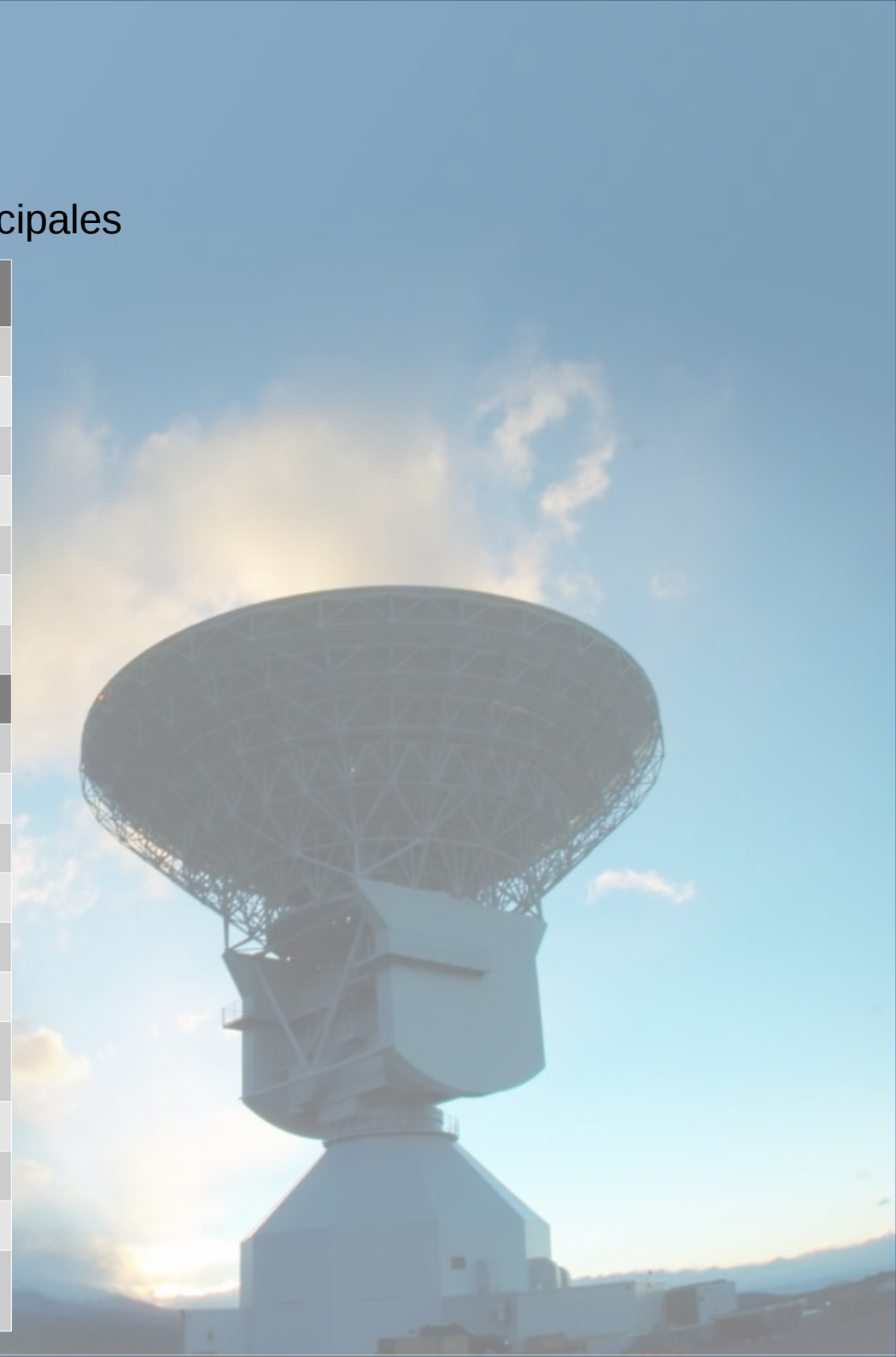
* Picture courtesy of ESA

Formaggi, M. (2007) *Enhanced Modeling and Design of Ground Station Antennas for Space Applications*, Doctoral Thesis, University of Pavia

Ubicación & Estructura

→ Deep Space Antenna 3 – Parámetros Principales

TERMINAL	MALARGÜE-1 / MLG1
Antenna Diameter [m]	35
X-band Beamwidth [deg]	Rx: 0.064 Tx: 0.074
Ka-band Beamwidth [deg]	Rx: 0.017
Antenna Speed [deg/s]	Az: 1.0 deg/s
	El: 1.0 deg/s
Azimuth Range [deg]	0 to 540
Elevation Range [deg]	0 to 90
DOWNLINK	
X-band RX band [MHz]	8400 - 8500
X-band Polarization	RHC, LHC, LINEAR
X-band G/T [dB/K]	50.8 (at 10 deg El.)
Ka-band RX band [MHz]	31800 - 32300
Ka-band Polarization	RHC, LHC
Modulation Schemes	IFMS compliant
Carrier Freq Search Range	+/- 1.5 MHz
Subcarrier Frequency	2 kHz to 1.2 MHz
1st Downconv. Frequency	640 – 540 MHz X-Band
	620 – 420 MHz Ka-Band
2nd Downconv. Frequency	70 MHz (X & Ka Bands)



Ubicación
&
Estructura

Cadena
de
Adquisición

1. Estación Terrestre & Antena

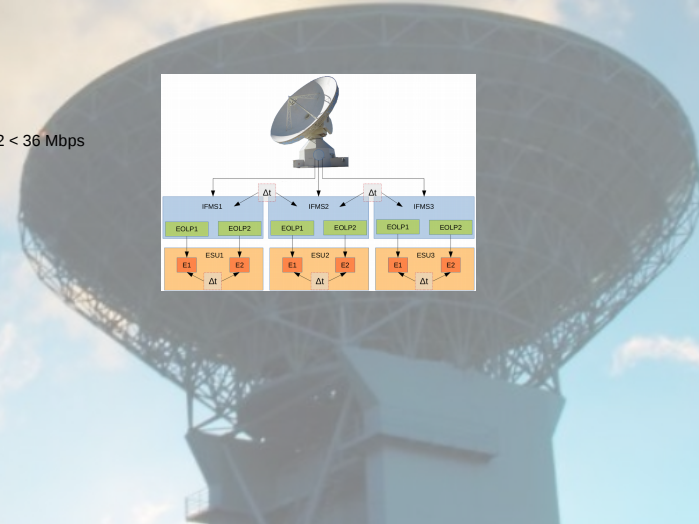
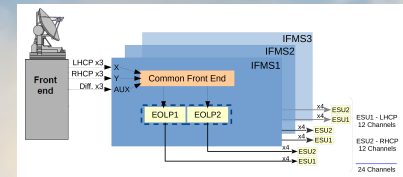
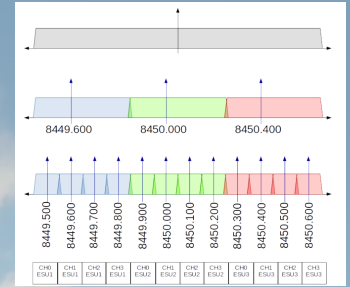
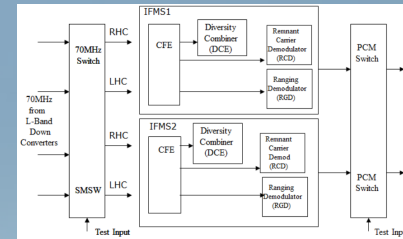
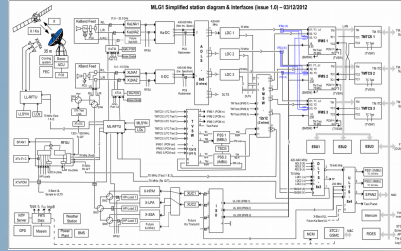
Desde noviembre de 2012, la red ESTRACK se complementó con una tercera Antena de Espacio Profundo ubicada en Malargüe, Argentina.

DSA-3 / MALARGÜE-1 / MLG1



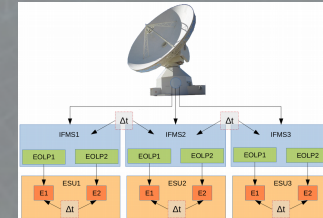
Cadena de Adquisición

→ Downlink: Diagrama de bloque



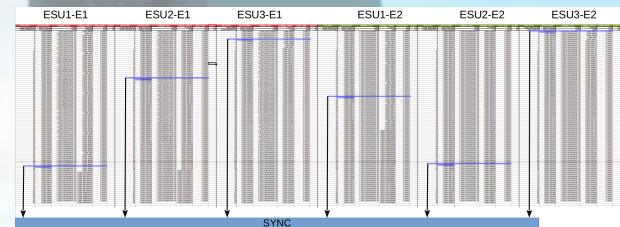
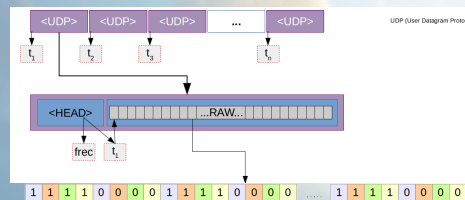
Sampling Rate > Bandwidth
 Sampling Rate x 4 (subchannels) x Quantization (bits) x 2 < 36 Mbps

SR x 4 x 16 x 2 < 36
 SR < 36 / (4 x 16 x 2)
 SR < 36 / 128
 SR < 0,281 MHz
 SR < 281 kHz



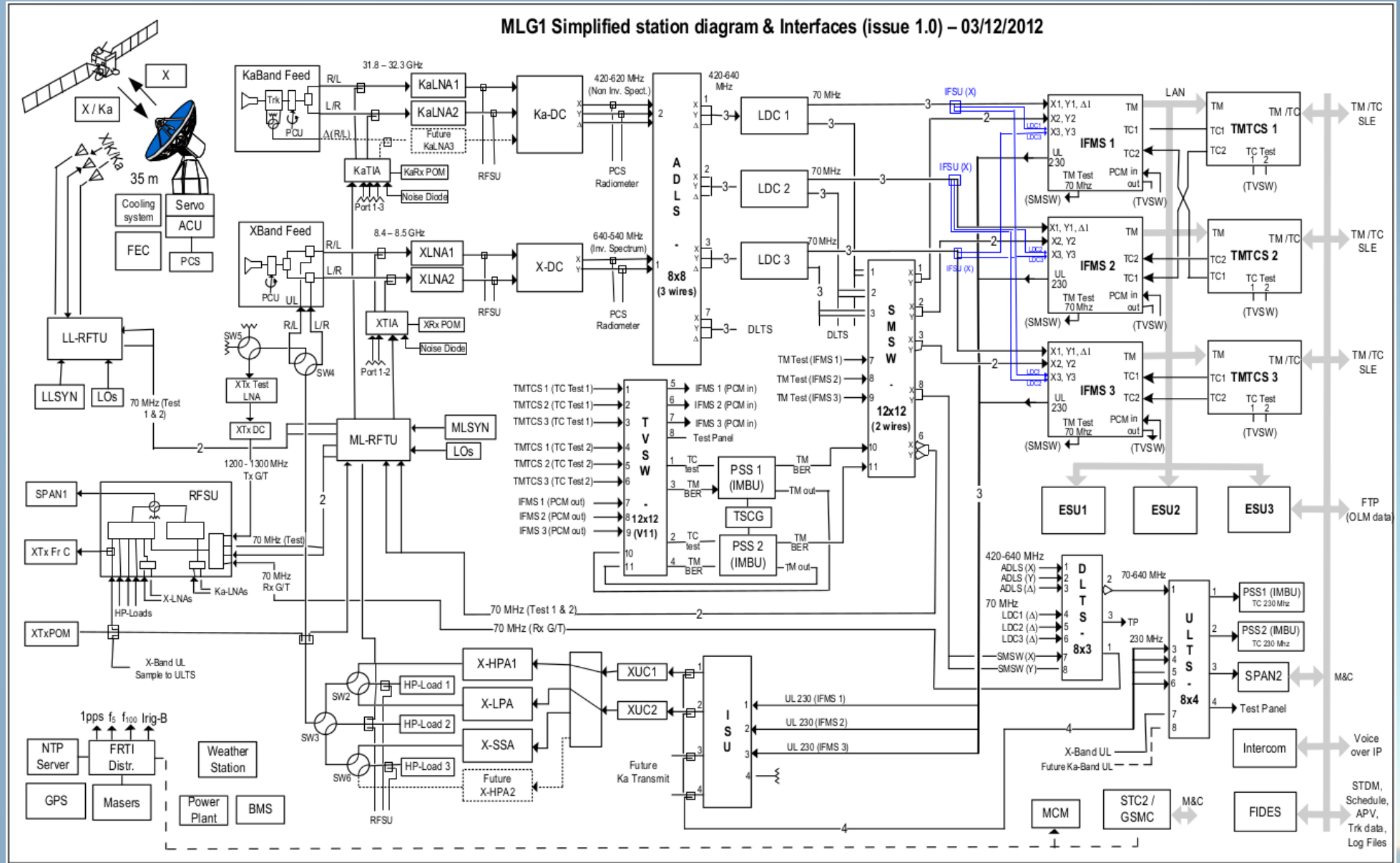
Algunos Destalles

Estructura y formato de datos



Cadena de Adquisición

→ Downlink: Diagrama de Bloques

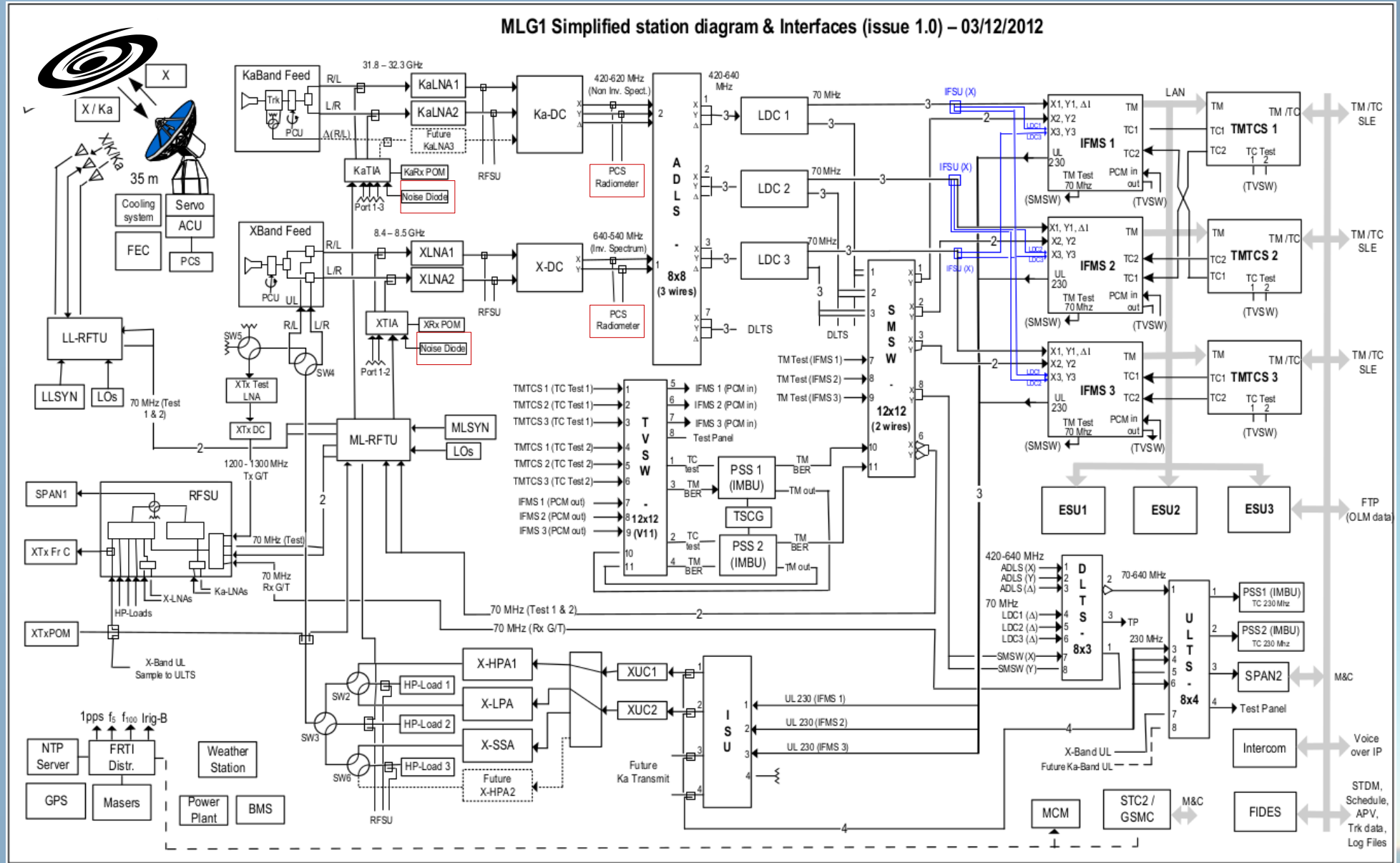


* Facilities Manual (EFM) - Section 6.10 Malargüe (MLG) Station

* ESA Desclasificado – Para uso oficial

Cadena de Adquisición

→ Downlink: Diagrama de Bloques

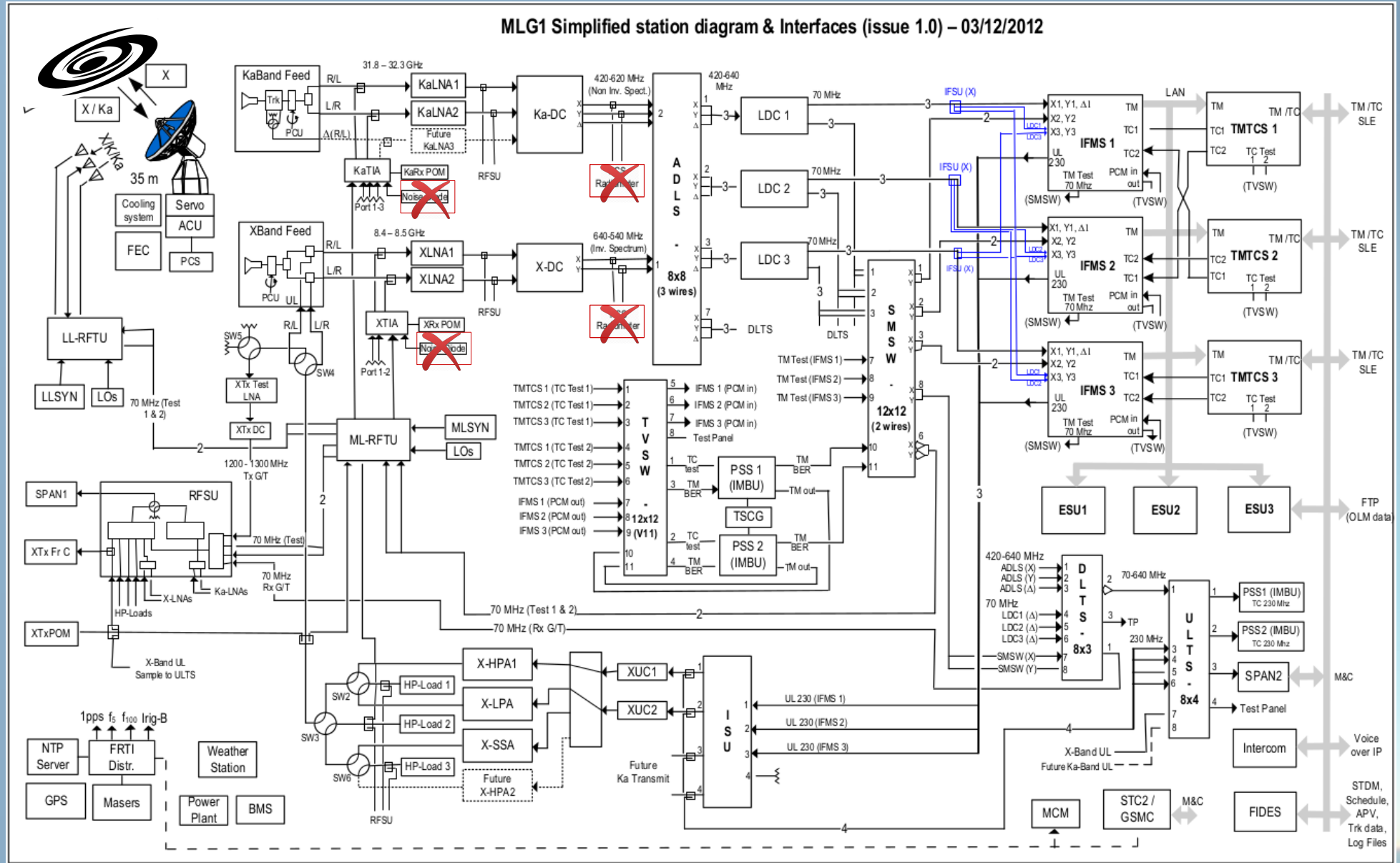


* Facilities Manual (EFM) - Section 6.10 Malargüe (MLG) Station

* ESA Desclasificado – Para uso oficial

Cadena de Adquisición

→ Downlink: Diagrama de Bloques

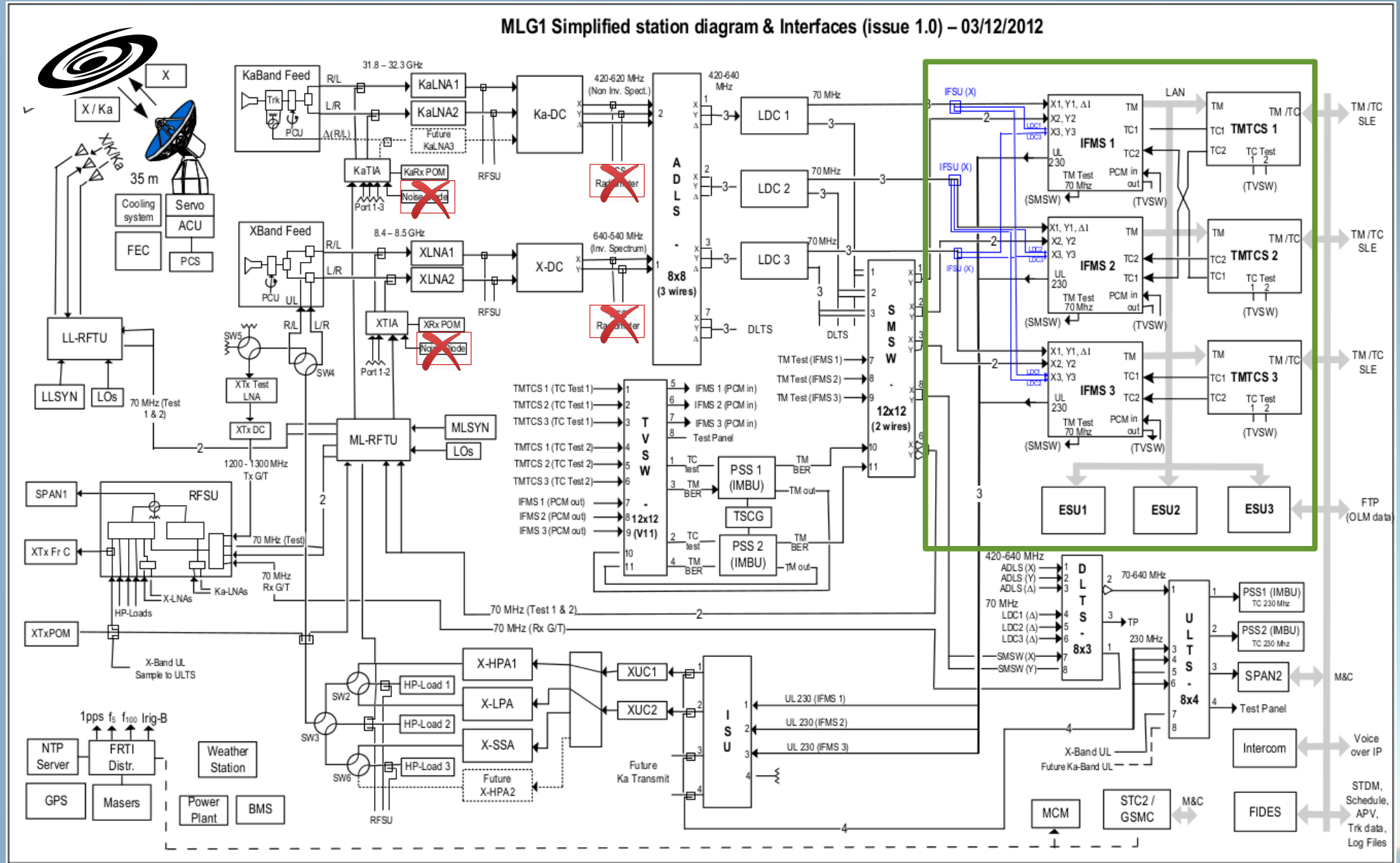


* Facilities Manual (EFM) - Section 6.10 Malargüe (MLG) Station

* ESA Desclasificado – Para uso oficial

Cadena de Adquisición

→ Downlink: Diagrama de Bloques

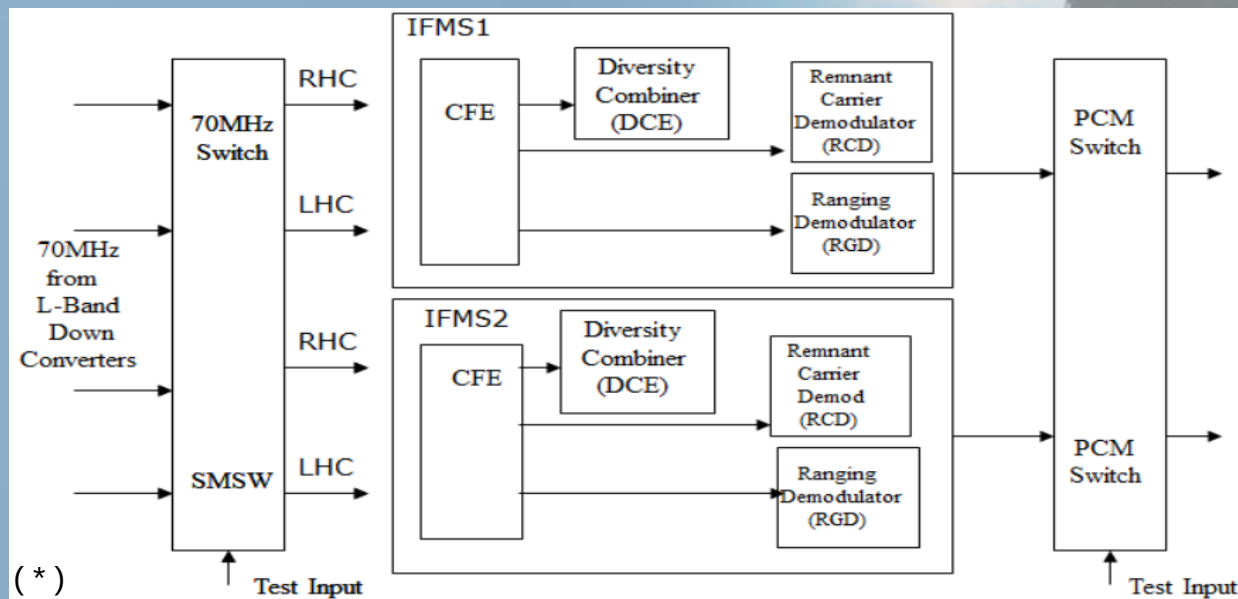
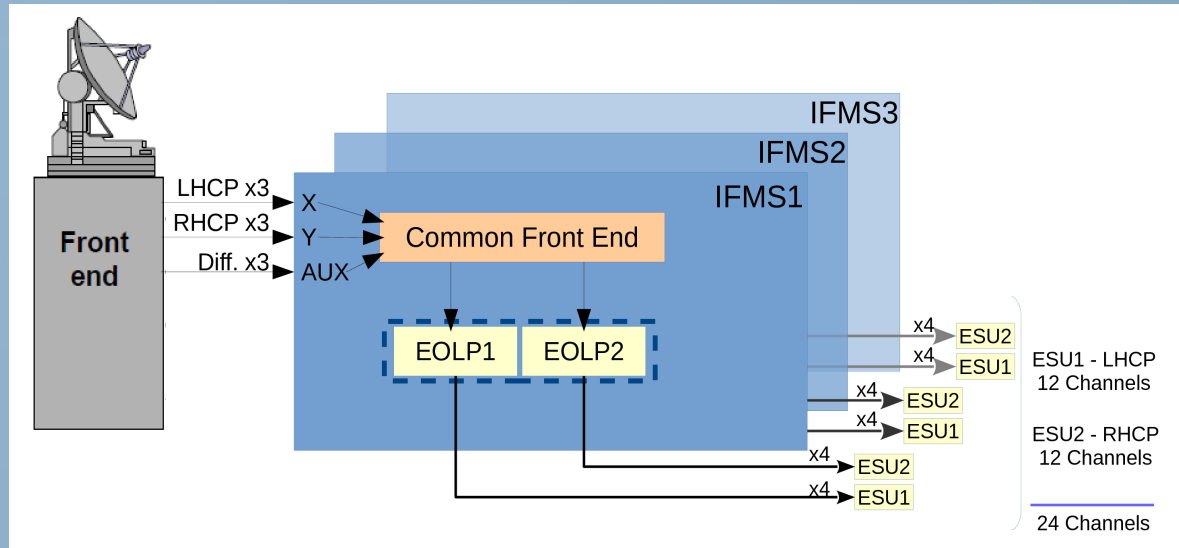


* Facilities Manual (EFM) - Section 6.10 Malargüe (MLG) Station

* ESA Desclasificado – Para uso oficial

Cadena de Adquisición

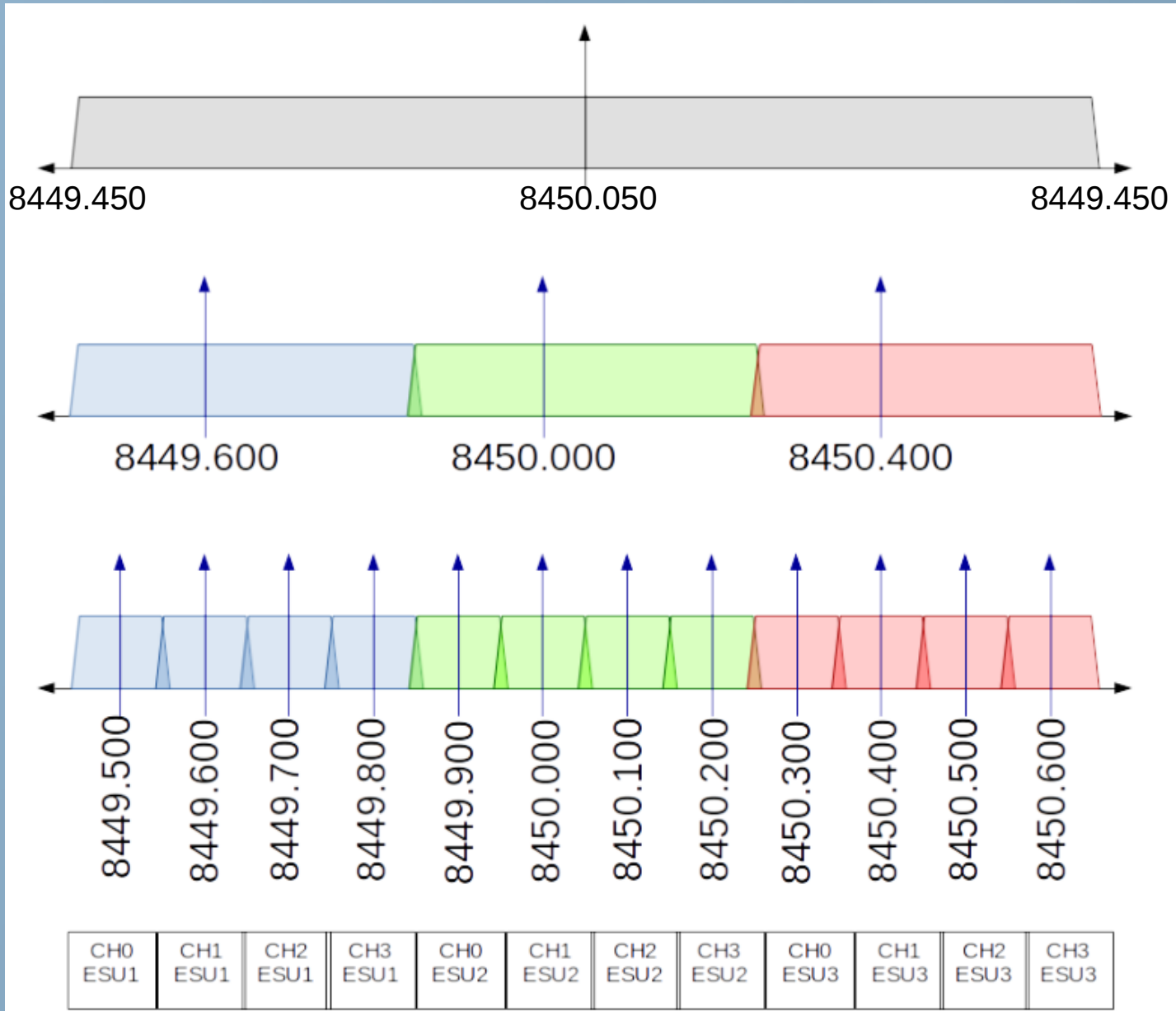
→ Downlink: Diagrama de Bloques Simplificado



* Cinarelli, D. (2012) *Innovative architecture of on-board and on-ground radio systems for space communication*, Università di Bologna. DOI 10.6092/unibo/amsdottorato/4820

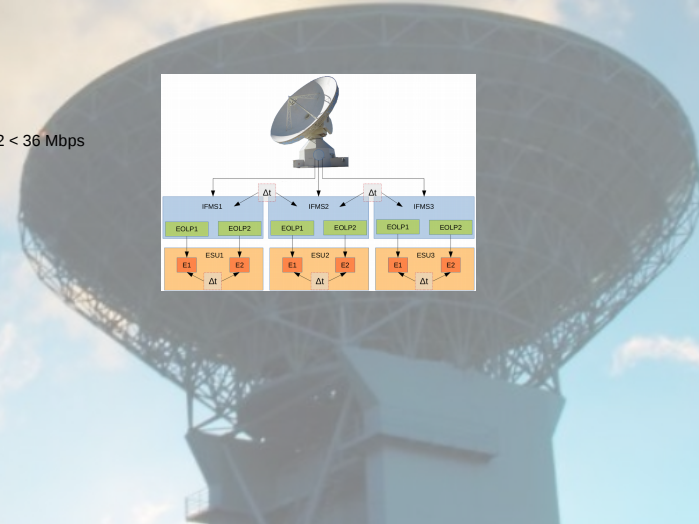
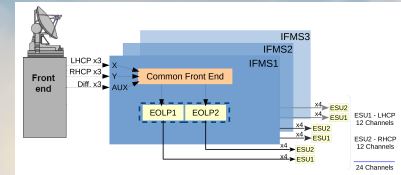
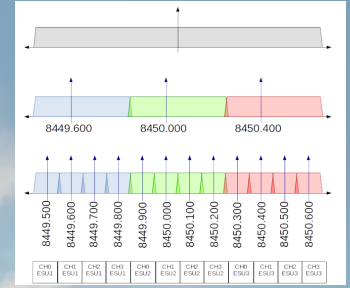
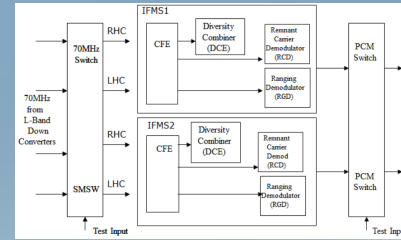
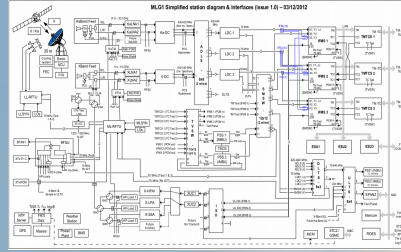
Cadena de adquisición

→ Downlink: Canales de Frecuencia (Banda X)



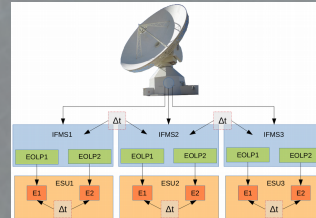
Cadena de Adquisición

Downlink: Diagrama de bloque



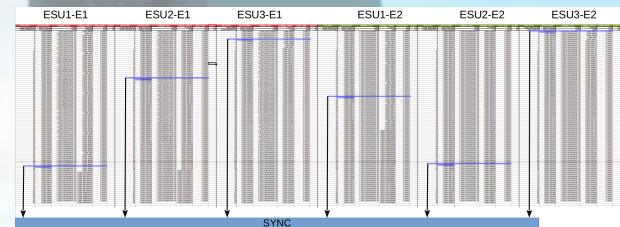
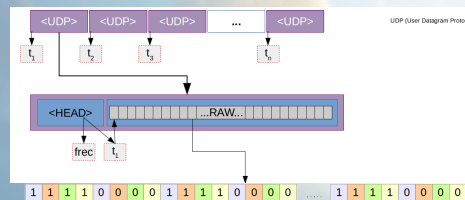
Sampling Rate > Bandwidth
 Sampling Rate x 4 (subchannels) x Quantization (bits) x 2 < 36 Mbps

SR x 4 x 16 x 2 < 36
 SR < 36 / (4 x 16 x 2)
 SR < 36 / 128
 SR < 0,281 MHz
 SR < 281 kHz



→ Algunos Destalles

Estructura y formato de datos



Cadena de Adquisición

→ Algunos detalles: Elegir la Frecuencia de Muestreo y la Resolución

Sampling Rate > Bandwidth

Sampling Rate x 4 (subchannels) x Quantization (bits) x 2 < 36 Mbps

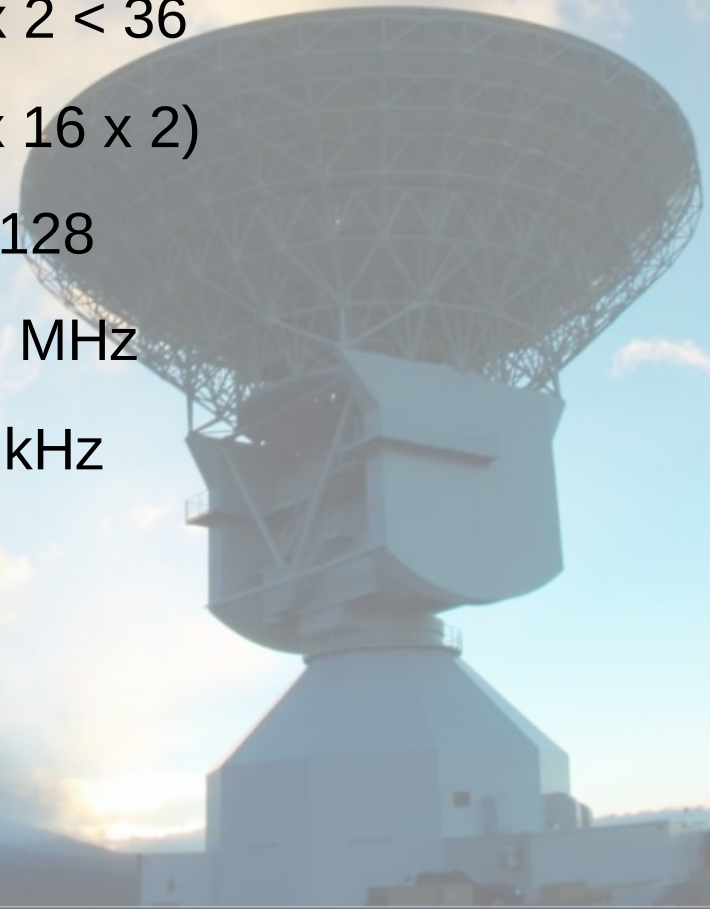
$$SR \times 4 \times 16 \times 2 < 36$$

$$SR < 36 / (4 \times 16 \times 2)$$

$$SR < 36 / 128$$

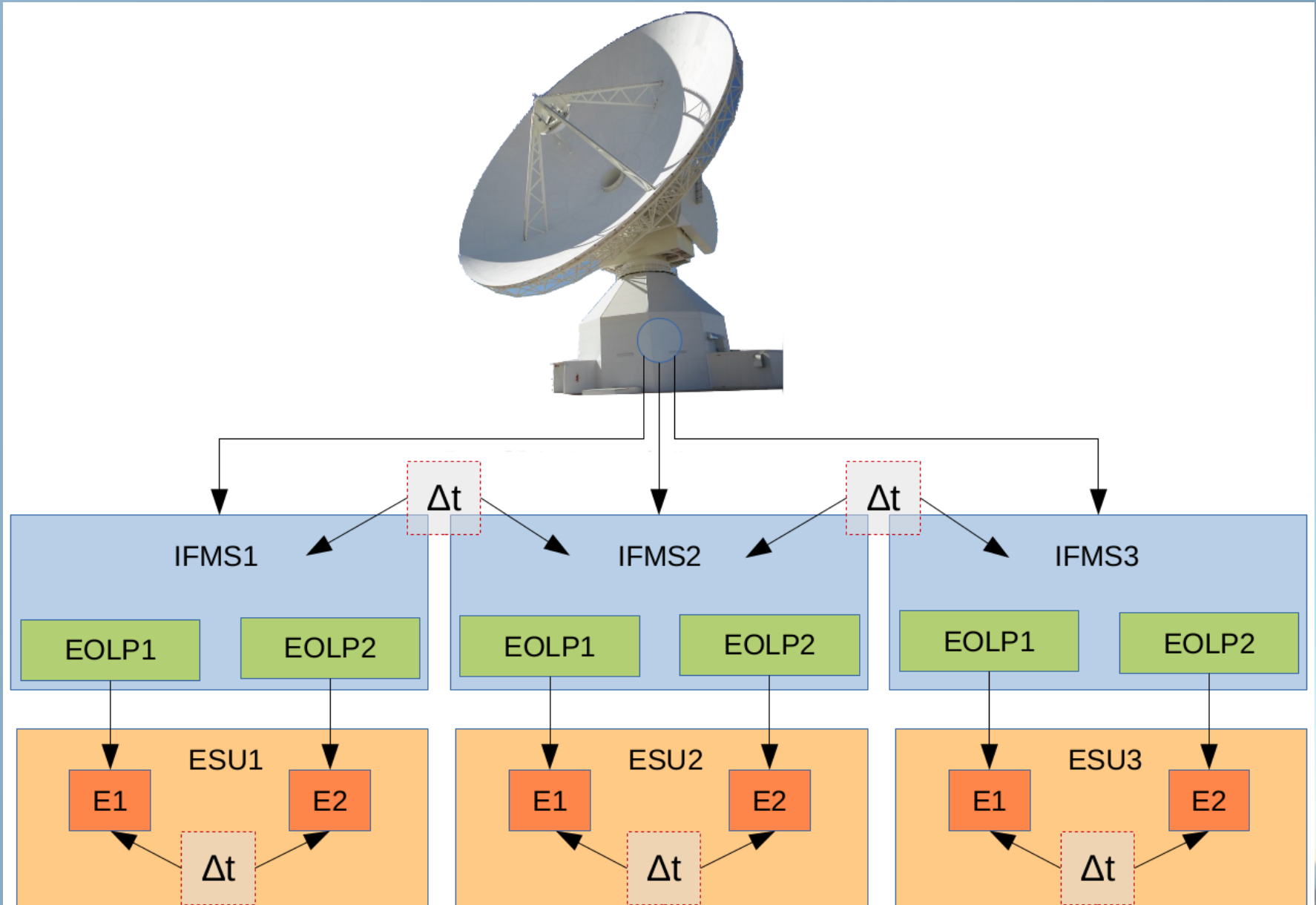
$$SR < 0,281 \text{ MHz}$$

$$SR < 281 \text{ kHz}$$



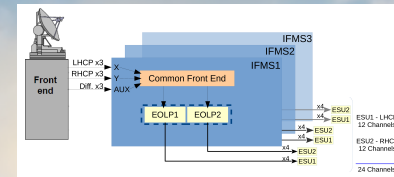
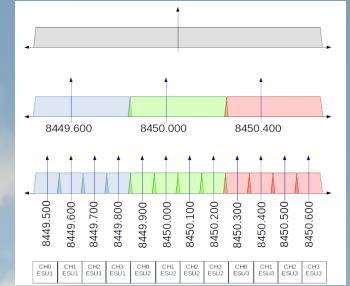
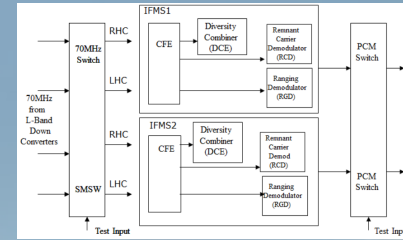
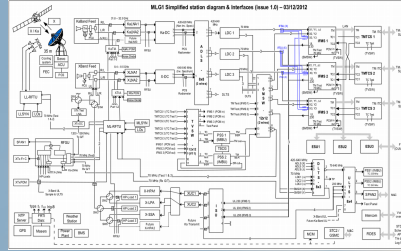
Cadena de Adquisición

→ Algunos detalles: Retardos entre cada IFMS y dentro de cada IFMS. → Sincronizar



Cadena de Adquisición

Downlink: Diagrama de bloque



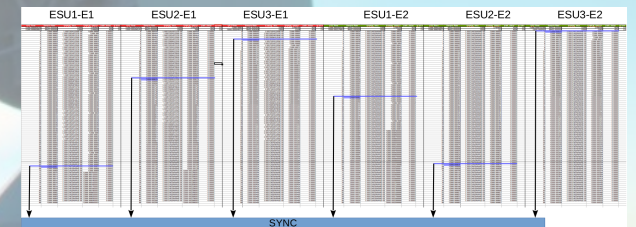
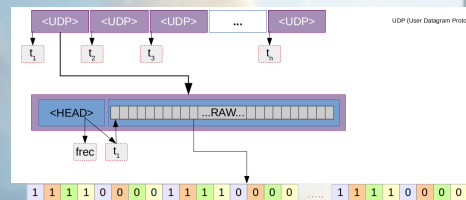
Algunos Destalles

Sampling Rate > Bandwidth
 Sampling Rate x 4 (subchannels) x Quantization (bits) x 2 < 36 Mbps

SR x 4 x 16 x 2 < 36
 SR < 36 / (4 x 16 x 2)
 SR < 36 / 128
 SR < 0,281 MHz
 SR < 281 kHz

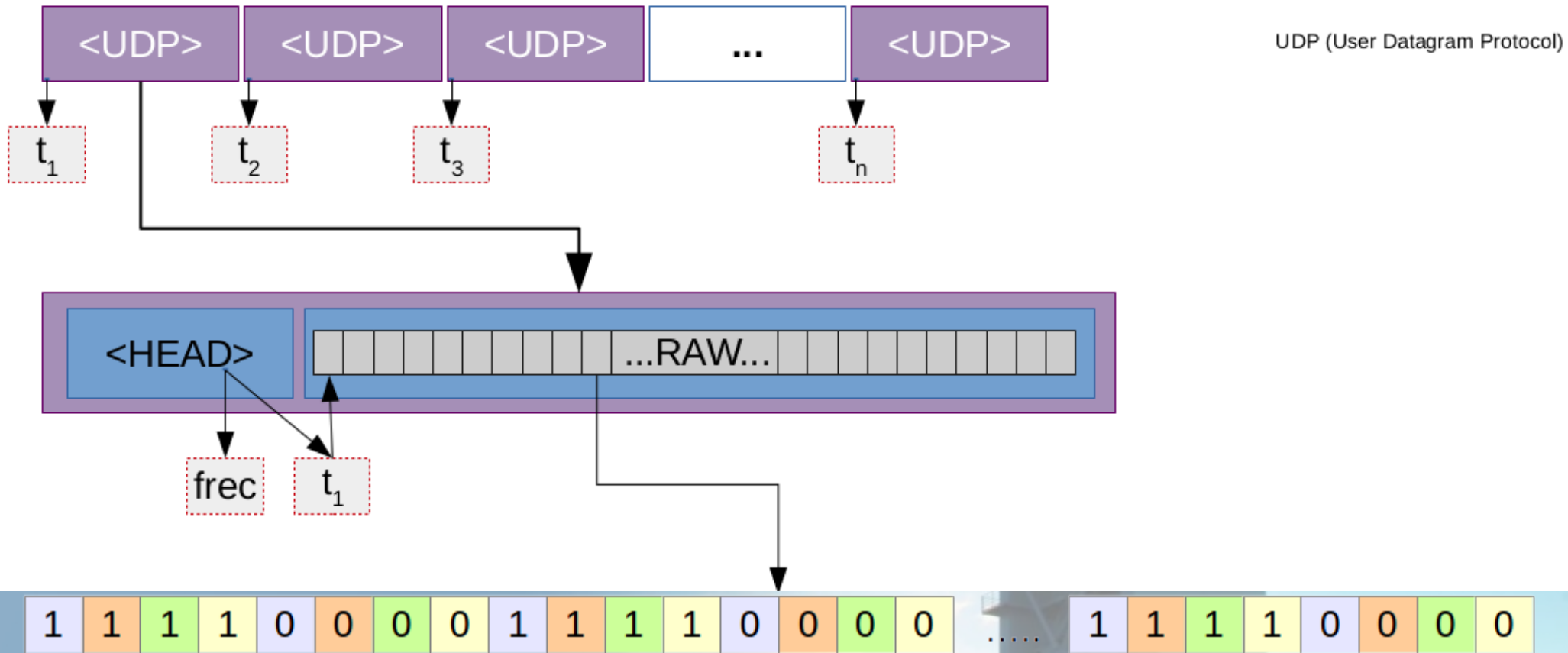


→ Estructura y formato de datos



Cadena de Adquisición

→ Estructura y formato de datos



Índice:



Método de
Observación

2. Como usar la antena?

Actualmente, no hay acceso al sistema de referencia de temperatura del instrumento. Usaremos fuentes de radio estándares como calibradoras.

Ejemplo



Método de observación

Existen varios procedimientos de observación para realizar mediciones ON / OFF, es decir, mediciones de la diferencia entre las potencias de salida en un punto definido (ON) y una posición de referencia cercana (OFF). La antena se mueve entre las posiciones de la fuente ON y OFF en un patrón definido (ON-OFF-ON-OFF o OFF-ON-ON-OFF).

Nota: La terminología ON/ON, ON/OFF no es completamente estandar!

Position switching o Conmutación de posición

Seleccionar una fuente estándar, seleccionar una fuente desconocida, y una posición de referencia próxima (OFF) para cada fuente respectivamente.

Se requieren:

- * Archivo de Catálogo y archivo de tareas
- * Un dispositivo de almacenamiento vacío (formateado) para grabar los datos

Comprobar siempre la disponibilidad de la antena para seleccionar la ventana de tiempo de observación.

Solicitar modo de adquisición EOLP, ganancia fija y AGC deshabilitado.

Método de Observación Ejemplo

MLG ESTRACK STATION ALLOCATION FILE

ESAF (eventfile: /home/eps1user/eps-2.5/environment/Generation_Area/stations/mlg/PLNVIEW_20170112T000000_20180103T000000_20170112T145618_v01-00.MLG-O)

Station Manning Times: Mon - Fri

Date	DOY	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mon Feb 6	(17.037)	0000				GAIA				0824																
Tue Feb 7	(17.038)	0015				GAIA				0747				LIPF												
Wed Feb 8	(17.039)		0111			GAIA				0830				LIPF												
Thu Feb 9	(17.040)	0000	EXMO	0108		GAIA				0829						1428									2311	
Fri Feb 10	(17.041)	0000				GAIA				0831						1406									2312	
Sat Feb 11	(17.042)	0000				GAIA				0833						1406									2313	
Sun Feb 12	(17.043)	0000				GAIA				0835						1406									2314	
Mon Feb 13	(17.044)	0000				GAIA				0652						1405									2316	
Tue Feb 14	(17.045)	0000	GAIA	0101		GAIA				0700						1405									2305	
Wed Feb 15	(17.046)															1405									2305	
Thu Feb 16	(17.047)															1404									2305	
Fri Feb 17	(17.048)	0000														1404									2304	
Sat Feb 18	(17.049)															1404									2304	

Método de Observación Ejemplo

MLG ESTRACK STATION ALLOCATION FILE

ESAF (eventfile: /home/eps1user/eps-2.5/environment/Generation_Area/stations/mlg/PLNVIEW_20170112T000000_20180103T000000_20170112T145618_v01-00.MLG-O)

Station Manning Times: Mon - Fri

Date	DOY	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mon Feb 6 (17.037)	0000	0014				GAIA																				
Tue Feb 7 (17.038)	0015					GAIA				0747				LIPF												
Wed Feb 8 (17.039)	0111					GAIA				0830				LIPF												
Thu Feb 9 (17.040)	0000	EXMO	0108			GAIA				0829																
Fri Feb 10 (17.041)	0000					GAIA				0831																
Sat Feb 11 (17.042)	0000					GAIA				0833																
Sun Feb 12 (17.043)	0000					GAIA				0835																
Mon Feb 13 (17.044)	0000					GAIA				0652																
Tue Feb 14 (17.045)	0000	GAIA	0101			GAIA				0700																
Wed Feb 15 (17.046)																										
Thu Feb 16 (17.047)																										
Fri Feb 17 (17.048)	0000																									
Sat Feb 18 (17.049)																										



Método de Observación Ejemplo

Archivo de Catalogo:

```
0521-365      05:22:57.984651 -36:27:30.850920
C0521OFF     05:22:57.984651 -37:27:30.850920
1934-638     19:39:25.026000 -63:42:45.630000
C1934OFF    19:39:25.026000 -64:42:45.630000
```

Archivo de tareas:

```
#Objeto: 1934-638
#setup freq de muestreo: 100KHz; resolución:
16-bits
2017/02/07/16:40:00    55 1934-638
2017/02/07/16:43:00    55 C1934OFF
2017/02/07/16:50:00    55 1934-638
2017/02/07/16:53:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:00:00    55 1934-638
2017/02/07/17:03:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:10:00    55 1934-638
2017/02/07/17:13:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:20:00    55 1934-638
2017/02/07/17:23:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:30:00    55 1934-638
2017/02/07/17:33:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:40:00    55 1934-638
2017/02/07/17:43:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:50:00    55 1934-638
2017/02/07/17:53:00    55 C1934OFF
2017/02/07/18:00:00    55 1934-638
2017/02/07/18:03:00    55 C1934OFF
2017/02/07/18:10:00    55 1934-638
2017/02/07/18:13:00    55 C1934OFF
2017/02/07/18:20:00    55 1934-638
2017/02/07/18:23:00    55 C1934OFF
```

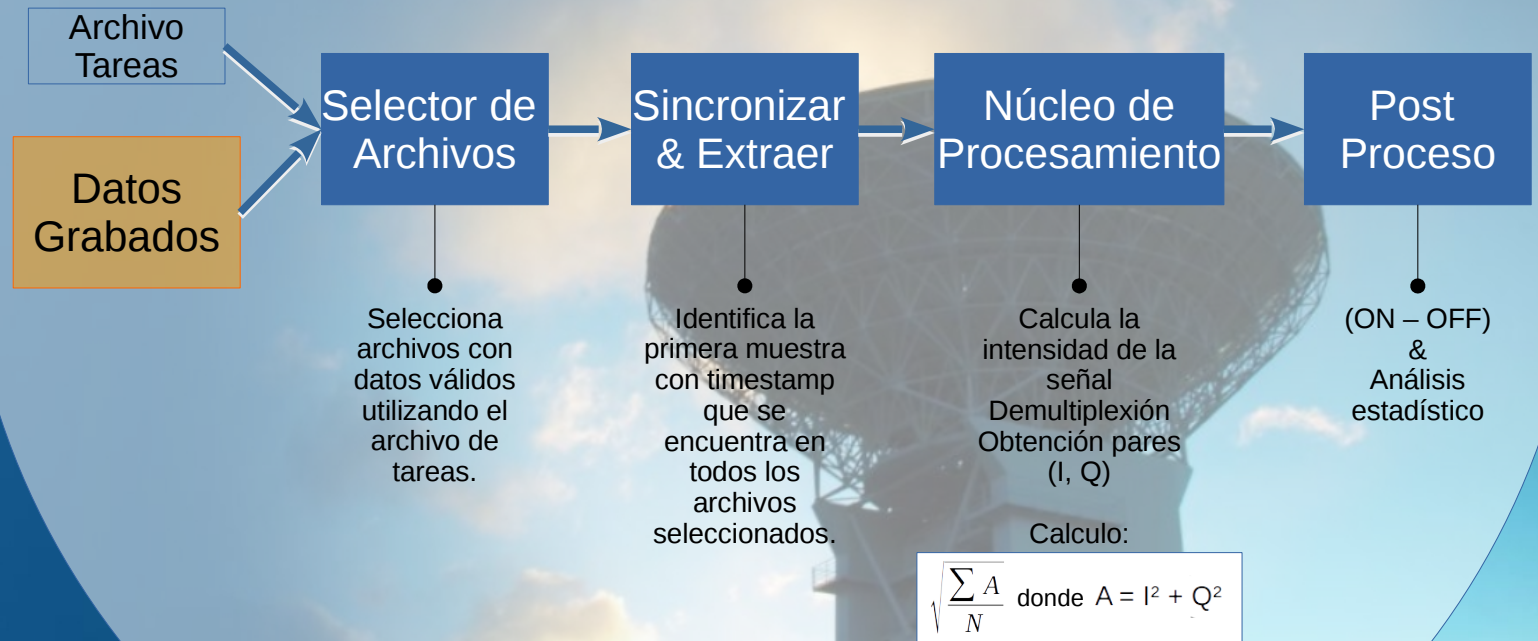


Índice:



3. Pipeline de procesamiento

Núcleo de
Procesamiento



Pipeline Procesamiento

Núcleo de procesamiento: Conversión de formato y cálculo de intensidad.

Mux bit array 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0

Demux

1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0

Entero complejo (IQ) y mapeo según Quantización 2, 4, 8 or 16 bits

1 0 Q= 1 0 I= 1 0 Q= 1 0 I= 1 0 Q= 1 0 I= 1 0 Q= 1 0

Cálculo $A=|Z|^2$

$$A = I^2 + Q^2$$

$$A = I^2 + Q^2$$

$$A = I^2 + Q^2$$

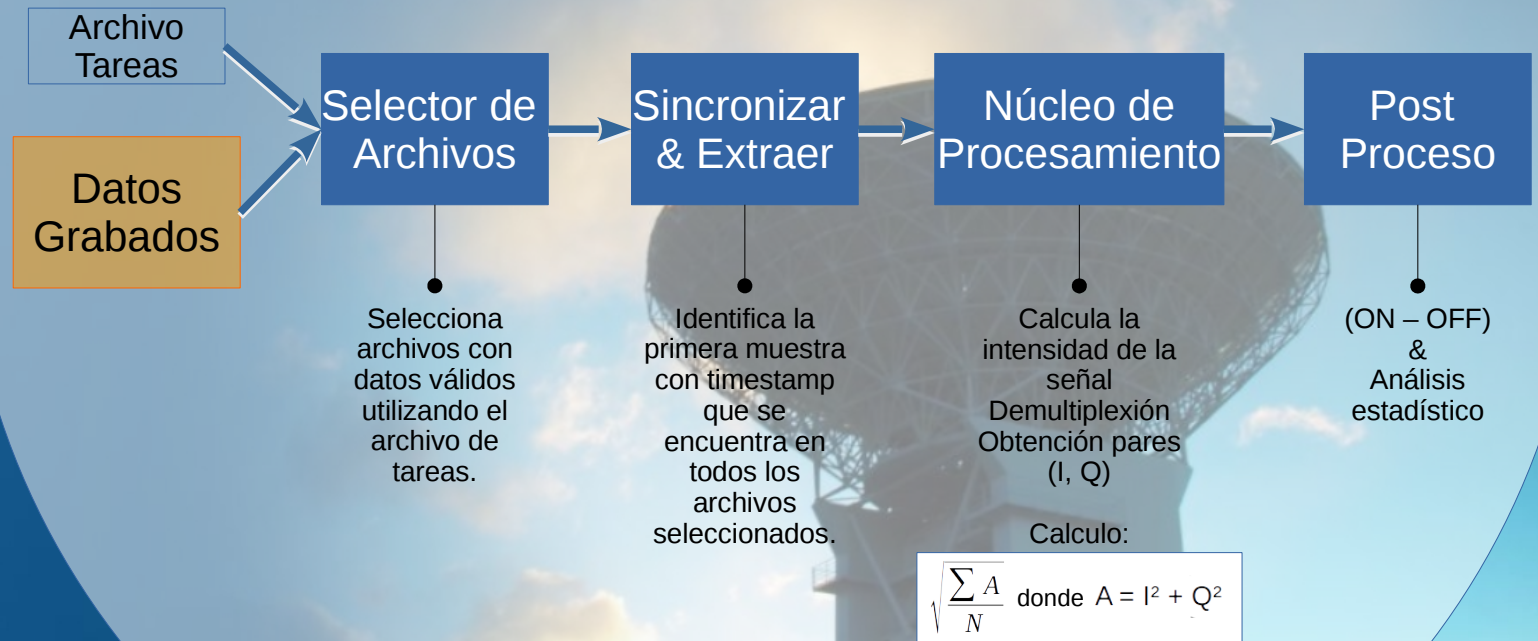
$$A = I^2 + Q^2$$

Raíz Cuadrática Media

$$\sqrt{\frac{\sum A}{N}}$$

3. Pipeline de procesamiento

Núcleo de
Procesamiento



Índice:



Preparando Observación

4. Prueba de Observación

Fuentes de Radio Estándares Calibradoras

PKS 1934-638

PKS 1934-638, una galaxia con un núcleo de Seyfert 2 (Fosbury et al. 1987)

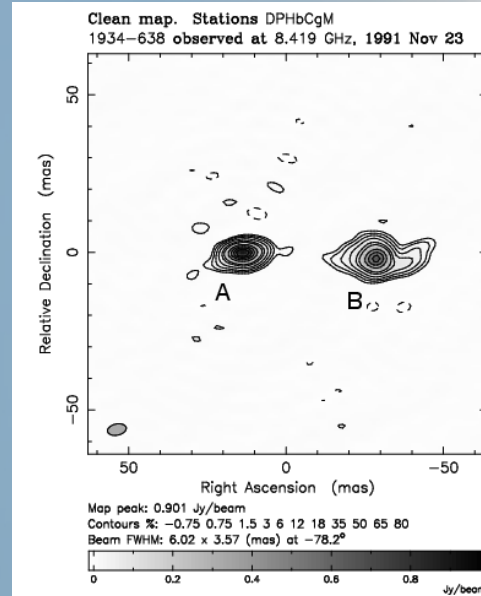
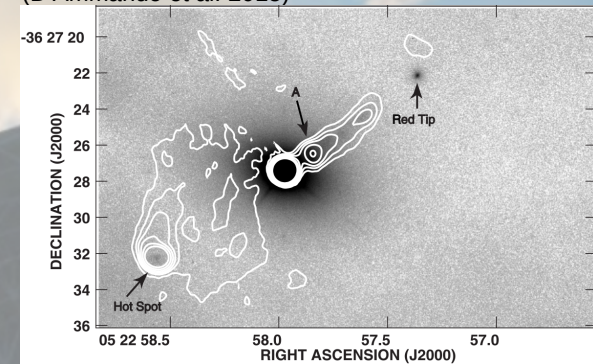


Imagen VLBI de PKS 1934-638 at 8.4 GHz (Tzioumis et al. 1997). Resolución de 5 mas. (Tzioumis et al. 1997)

PKS 0521-365

Objeto BL Lac. Falomo et al. (2009) and Leon et al. (2016)
PKS 0521-365 tiene corrimiento al rojo de $z = 0.056$ (D'Ammando et al. 2015)



PKS 0521-365 observado por MAD en la banda Ks. Los contornos representan el mapa de radio VLA a 15 GHz. Los niveles de contorno son: -1, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 mJy/beam (0.6x0.6 arcsec) R. Falomo (2009)

Ambas fuentes de radio son bien conocidos y ampliamente estudiadas.
PKS 1934-638. Reynolds, J. (1994); Sault, R.J. (2003); Partridge, B. (2016).
PKS 0521-365. R. Falomo (2009), Leon, S. (2015); Roesch, F. (2016).

Prueba de Observación

Preparando Observación: Selección de ventana de tiempo

MLG ESTRACK STATION ALLOCATION FILE

ESAF (eventfile: /home/eps1user/eps-2.5/environment/Generation_Area/stations/mlg/PLNVIEW_20170112T000000_20180103T000000_20170112T145618_v01-00.MLG-O)

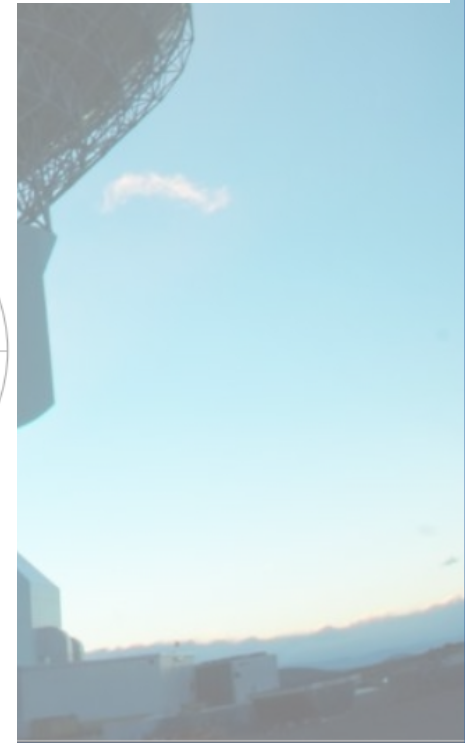
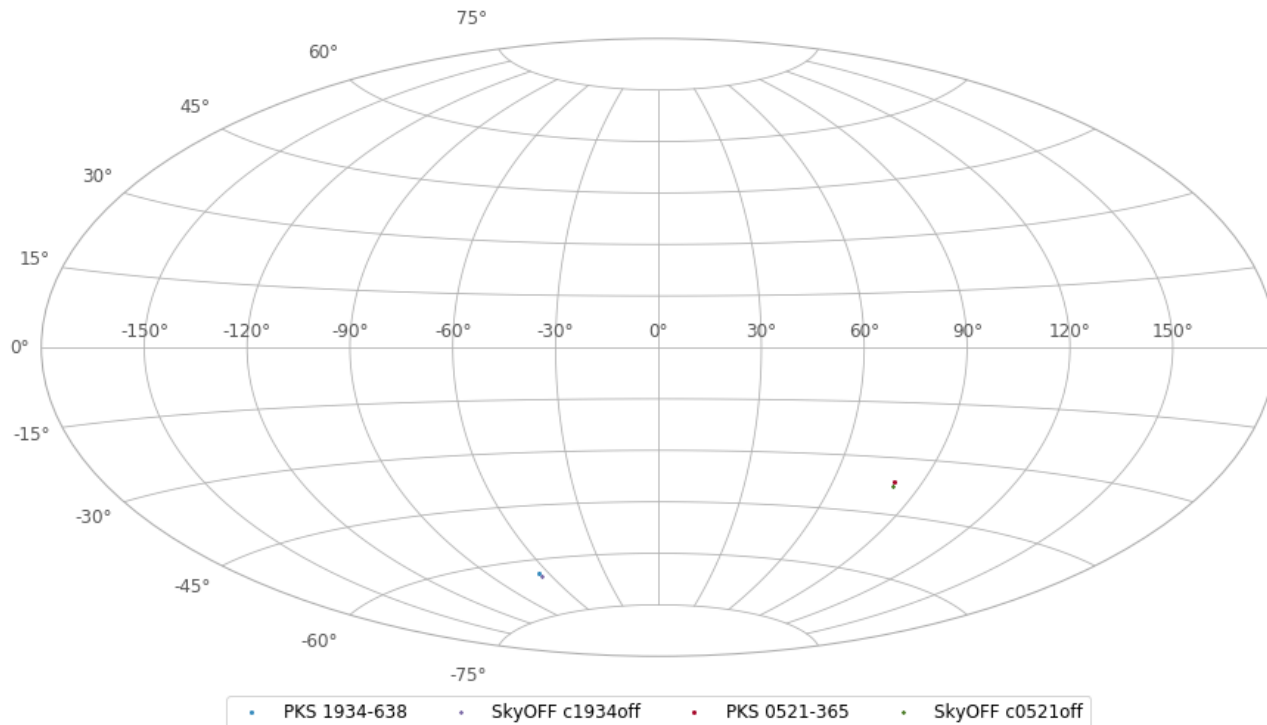
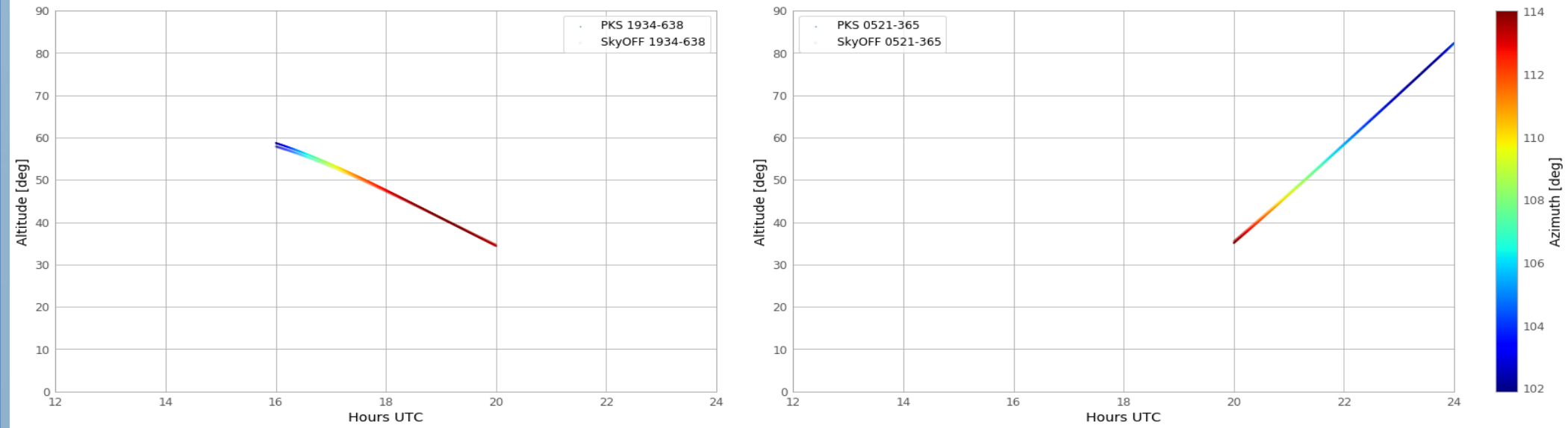
Station Manning Times: Mon - Fri

Date	DOY	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mon Feb 6 (17.037)		0000	0014			GAIA																				
			0014							0824																
Tue Feb 7 (17.038)		0015				GAIA				0747				LIPF												
										0747																
Wed Feb 8 (17.039)		0111				GAIA				0830				LIPF												
										0827																
Thu Feb 9 (17.040)		0000	EXMO	0108		GAIA																				
				0108						0829																
Fri Feb 10 (17.041)		0000				GAIA				0831																
Sat Feb 11 (17.042)		0000				GAIA				0833																
										0835																
Sun Feb 12 (17.043)		0000				GAIA																				
Mon Feb 13 (17.044)		0000				GAIA				0652																
Tue Feb 14 (17.045)		0000	GAIA	0101		GAIA				0700																
				0101																						
Wed Feb 15 (17.046)																										
Thu Feb 16 (17.047)																										
Fri Feb 17 (17.048)		0000																								
Sat Feb 18 (17.049)																										



Prueba de Observación

Preparando Observación: Visibilidad de las fuentes



Prueba de Observación

Preparando Observación: Redacción de archivos

Archivo Catálogo:

```
0521-365      05:22:57.984651 -36:27:30.850920
C0521OFF     05:22:57.984651 -37:27:30.850920
1934-638     19:39:25.026000 -63:42:45.630000
C1934OFF     19:39:25.026000 -64:42:45.630000
```

Archivo Tareas:

```
#Objeto: 1934-638
#setup freq de muestreo: 100KHz; resolución:
16-bits
2017/02/07/16:40:00  55 1934-638
2017/02/07/16:43:00  55 C1934OFF
2017/02/07/16:50:00  55 1934-638
2017/02/07/16:53:00  55 C1934OFF
2017/02/07/17:00:00  55 1934-638
2017/02/07/17:03:00  55 C1934OFF
2017/02/07/17:10:00  55 1934-638
2017/02/07/17:13:00  55 C1934OFF
2017/02/07/17:20:00  55 1934-638
2017/02/07/17:23:00  55 C1934OFF
2017/02/07/17:30:00  55 1934-638
2017/02/07/17:33:00  55 C1934OFF
2017/02/07/17:40:00  55 1934-638
2017/02/07/17:43:00  55 C1934OFF
2017/02/07/17:50:00  55 1934-638
2017/02/07/17:53:00  55 C1934OFF
2017/02/07/18:00:00  55 1934-638
2017/02/07/18:03:00  55 C1934OFF
2017/02/07/18:10:00  55 1934-638
2017/02/07/18:13:00  55 C1934OFF
2017/02/07/18:20:00  55 1934-638
2017/02/07/18:23:00  55 C1934OFF
```

Índice:



5. Resultados & más

Evaluación

Evaluar los datos registrados comparando con los datos y modelos publicados.

RAJ2000 "h:m:s"	DEJ2000 "d:m:s"	Bname	Ident	Mag mag	z	S80 Jy	S408 Jy	S1410 Jy	S2700 Jy	S5000 Jy	S8400 Jy
05 22 58.010	-36 27 31.90	B0521-365	N	16.8	55	89	36.1	16.3	12.5	9.23	6.4
19 39 25.010	-63 42 45.70	B1934-638	G	18.4	185		6.24	16.4	11.5	6.13	3

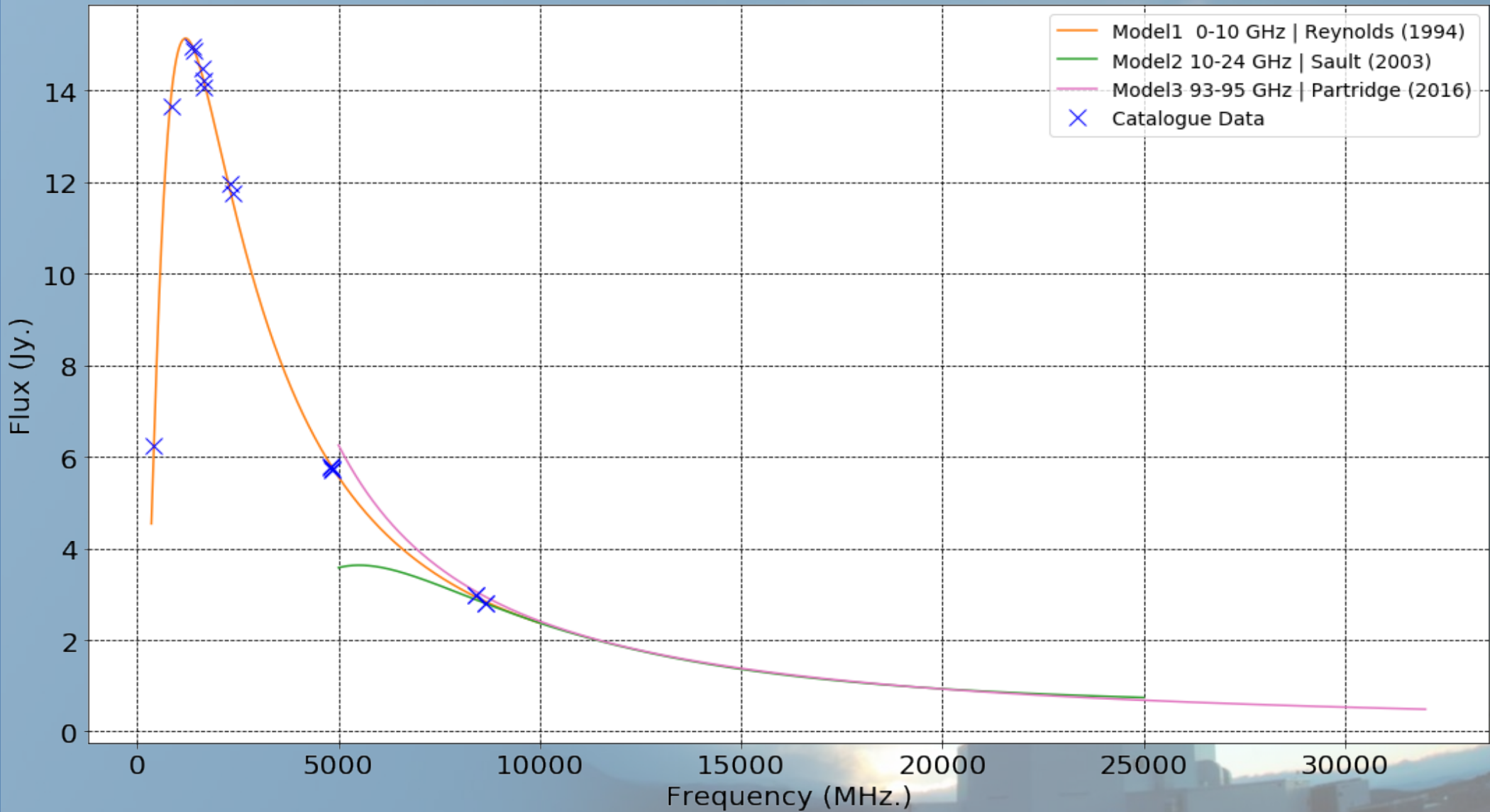
[2000,A&AS,143,9](#) , "The SIMBAD astronomical database", Wenger et al.



Resultados & más

Datos & Modelos Publicados

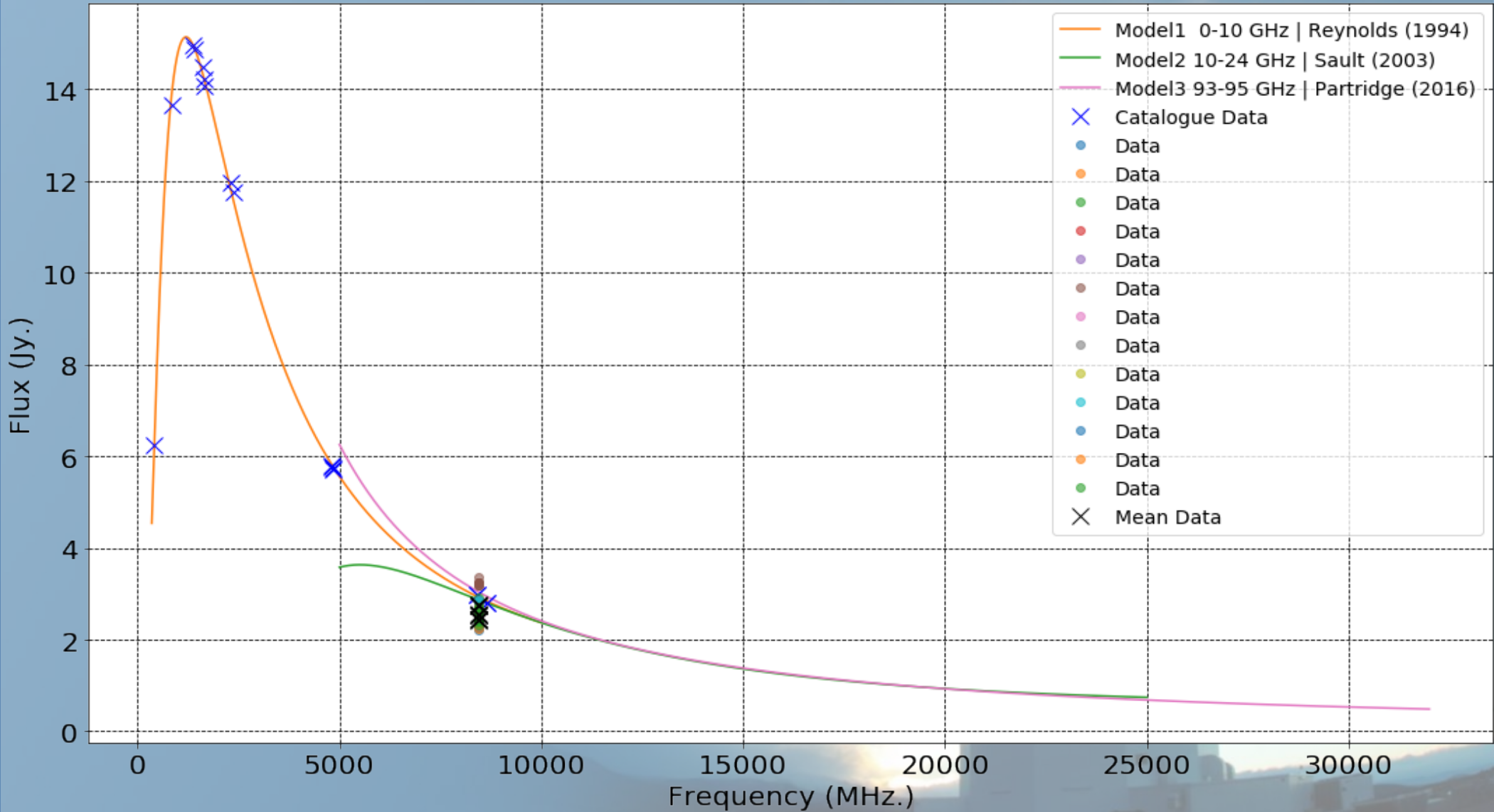
1934-648



Resultados & más

Datos & Modelos Publicados vs.
Datos Grabados

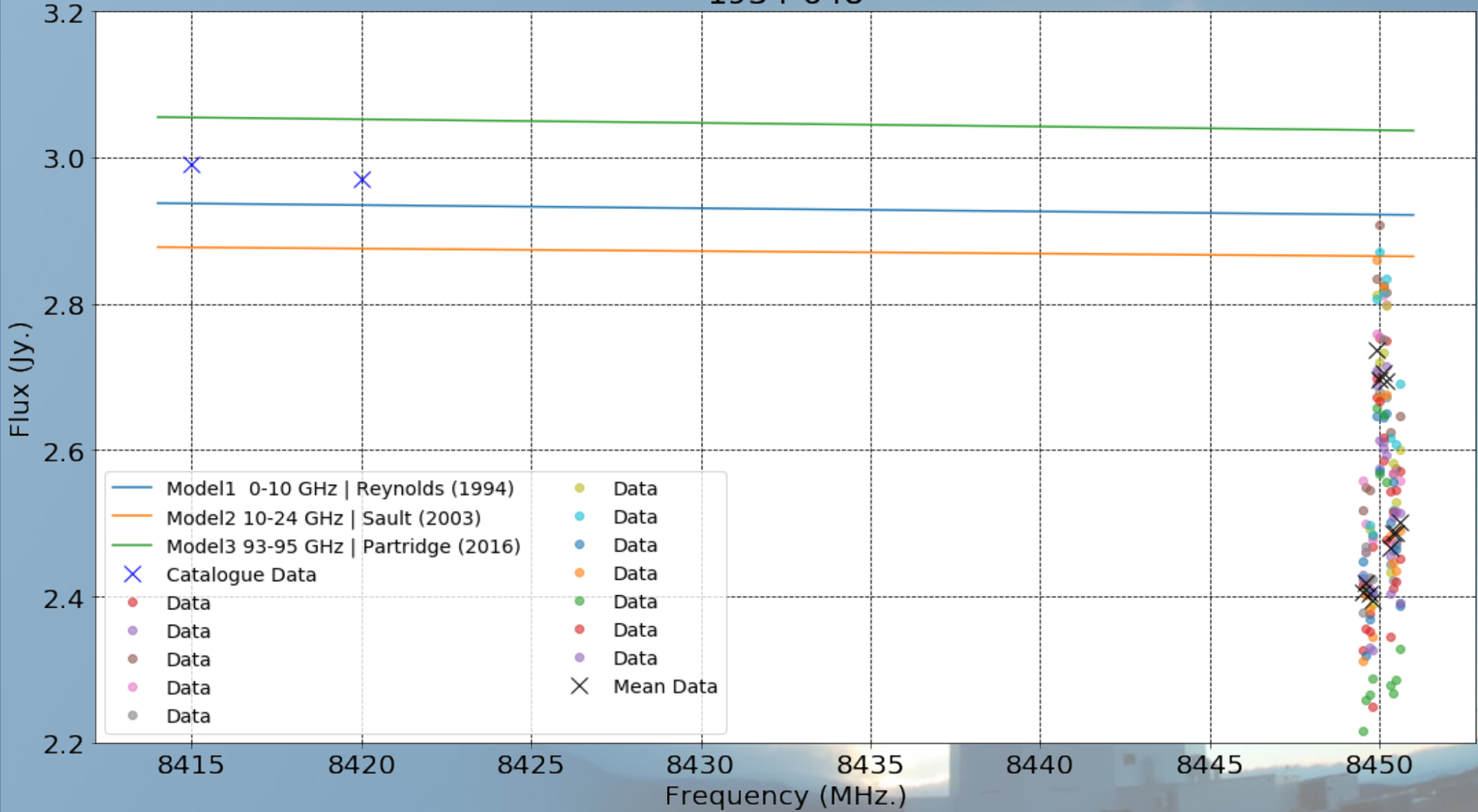
1934-648



Resultados & más

Datos & Modelos Publicados vs.
Datos Grabados

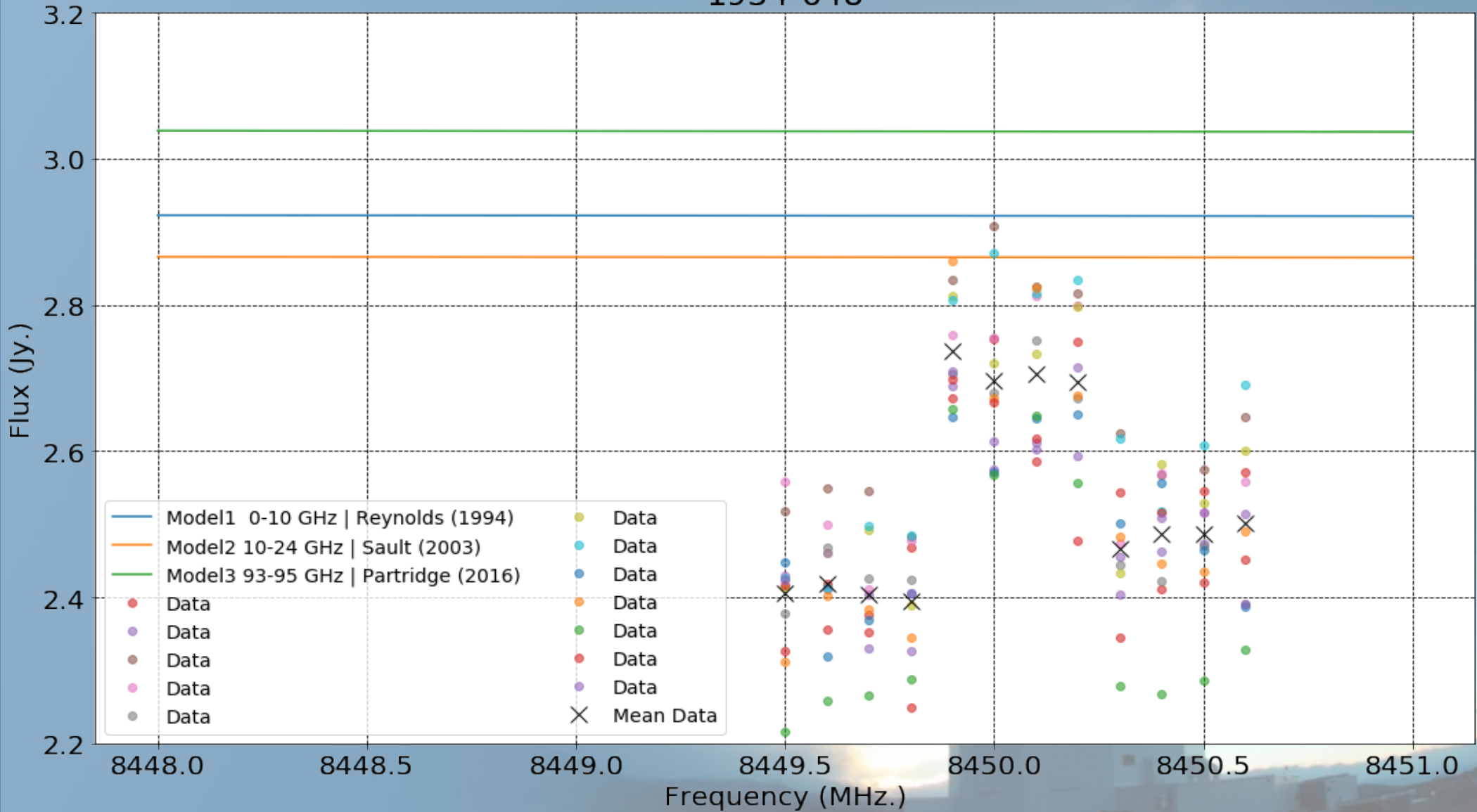
1934-648



Resultados & más

Datos & Modelos Publicados vs.
Datos Grabados

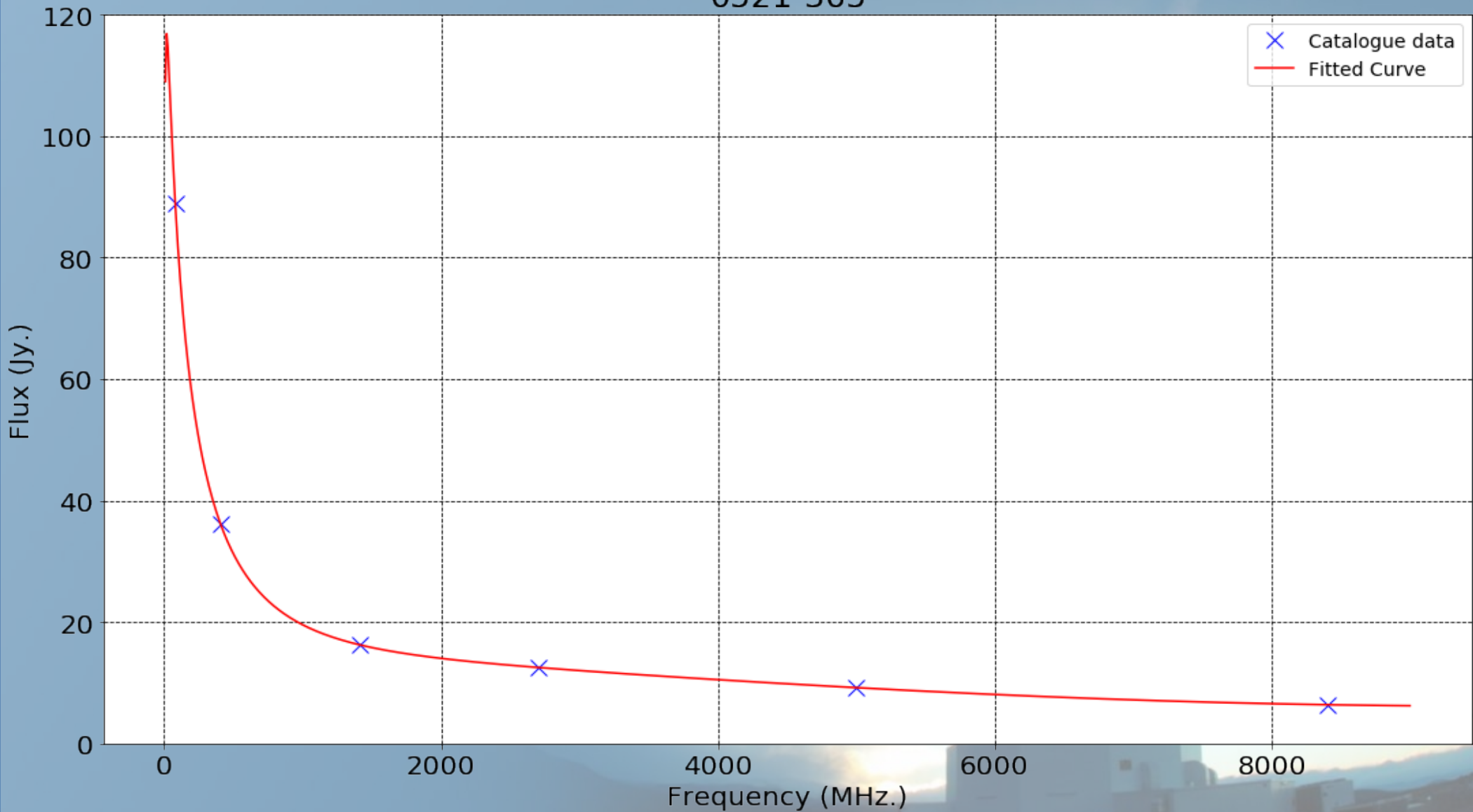
1934-648



Resultados & más

Datos & Modelos Publicados

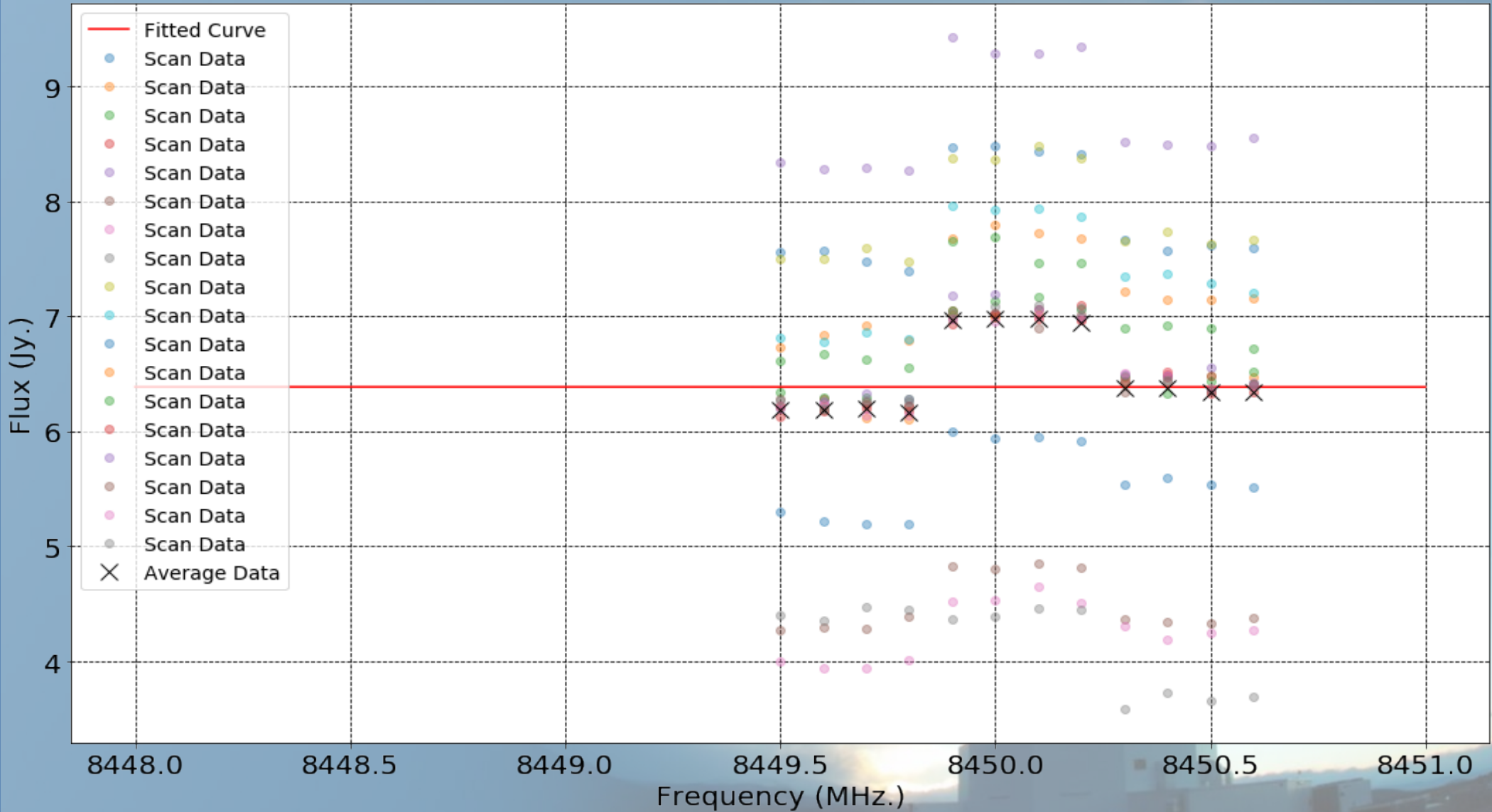
0521-365



Resultados & más

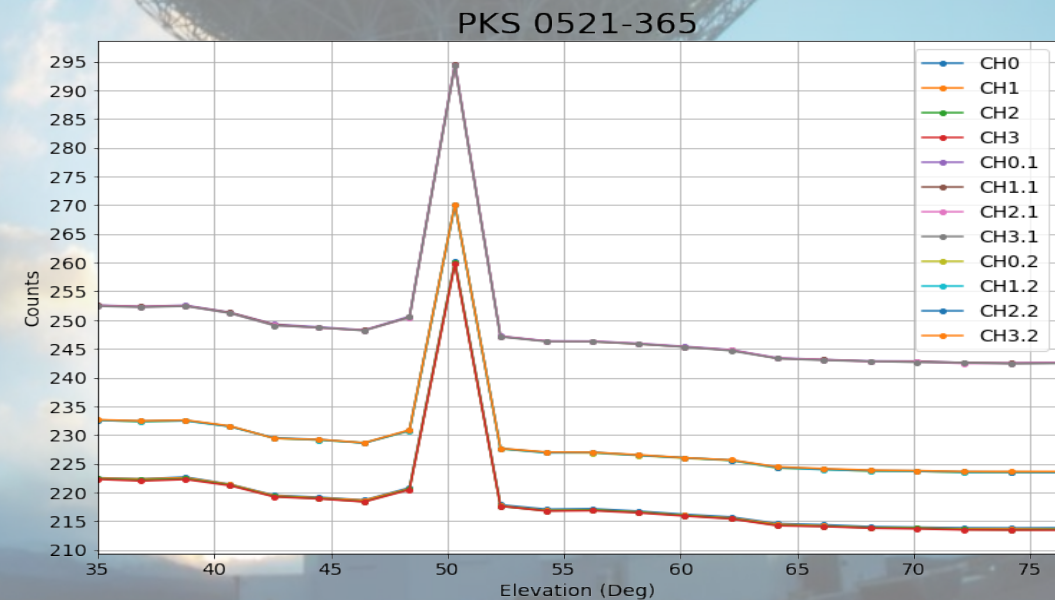
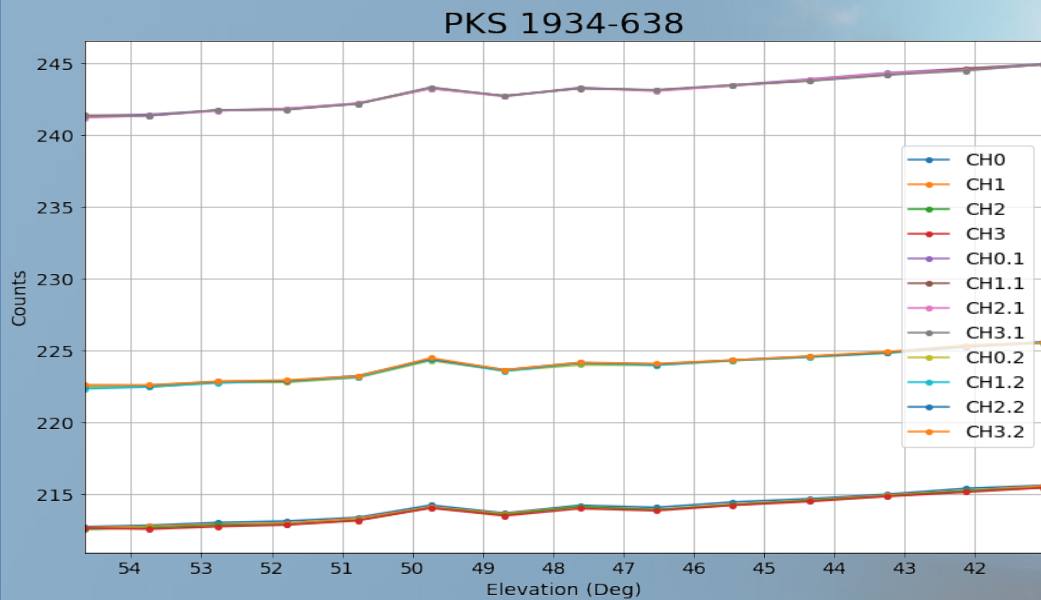
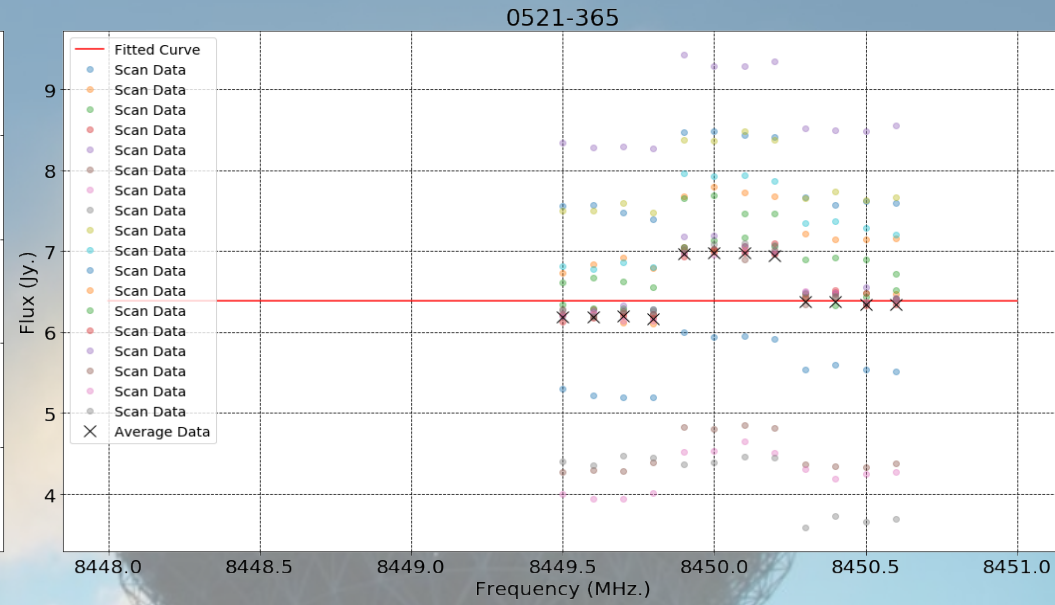
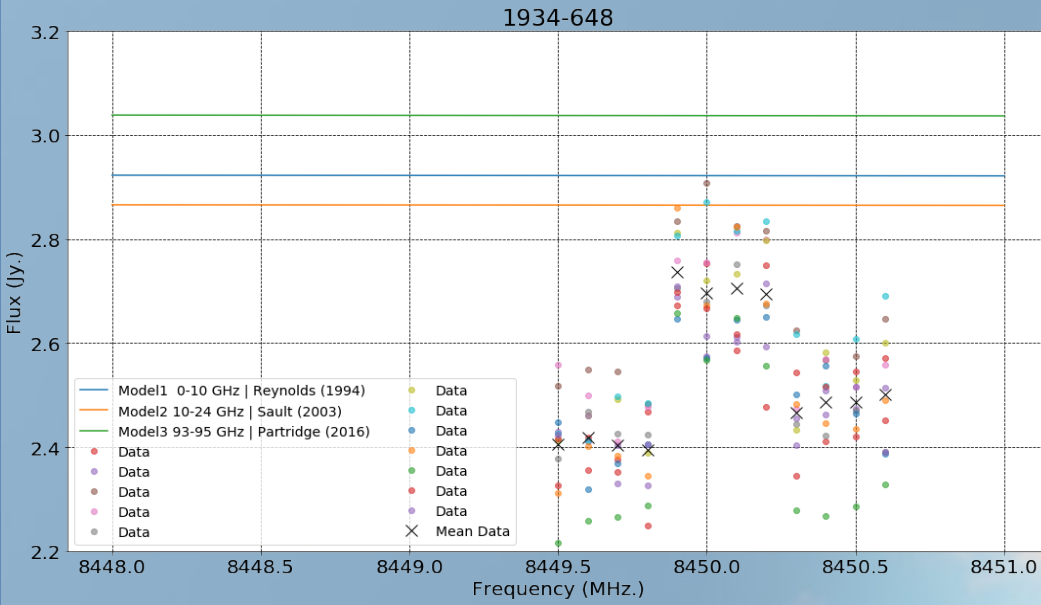
Datos & Modelos Publicados vs.
Datos Grabados

0521-365




Resultados & más

Datos & Modelos Publicados vs. Datos Grabados Evaluación de Elevación y Ruido



Trabajo futuro ...

- Observaciones con mayor frecuencia de muestreo y menor resolución.
 - Disminuir tiempo entre posiciones ON/OFF.
 - Corregir sistemáticos mediante ajuste con los modelos y observaciones a diferentes alturas por mas de un día seguido.
 - Acceso al diodo de ruido u otra referencia de temperatura del sistema.
 - Instrumento propio para la comunidad científica argentina.
- 

Gracias ...

- ITeDA - CONAE
- ESA, especialmente personal de la estación.
- Colaboradores y compañeros

¿Preguntas?

