

# SISTEMA SATELITAL DE RECOLECCION DE DATOS AMBIENTALES DCS

José Juárez, Gerardo Sager, Juan Pablo Ciafardini, Adrián Carlotto.

**Grupo de Investigación y Desarrollo en Comunicaciones Digitales (GrIDComD)**

Departamento de Electrotecnia. Calle 116 y 48 (B1900AMF) La Plata, Bs. As., Argentina.

(+54-221) 425-8911 ext. 207 - gridcomd@ing.unlp.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas satelitales de Recolección de Datos como DCS [1], SCD [2] y ARGOS [3] están formados por un conjunto de plataformas que obtienen parámetros medioambientales de su entorno, un grupo de satélites que recolectan la información generada por las plataformas y estaciones de control terrenas que procesan dicha información para distribuirla a los usuarios.

Los satélites que utilizan los sistemas mencionados, son de órbita baja (LEO). Su función es la de recolectar la información de todas las plataformas, procesarla, almacenar los datos adquiridos y transmitirlos a la estación terrena para su distribución a los usuarios. Los satélites del sistema brasileño retransmiten la señal recibida desde las plataformas a las estaciones en Tierra donde son procesadas.

Las plataformas pueden ser, estaciones meteorológicas encargadas de mediciones ambientales de una determinada región, boyas en mares y océanos, dispositivos transmisores en animales, etc.

Una vez obtenidos los datos, las plataformas deben transmitir dicha información al satélite. Para esto, el sistema utiliza una modulación PSK binario con portadora residual. La forma de pulso es Manchester, la tasa de transmisión es de 400bps y la frecuencia de portadora de acuerdo a la Tabla I.

**TABLA I:** Frecuencia de Funcionamiento

Sistema	Frecuencia
DCS	401.55MHz
SCD	401.62MHz
ARGOS	401.65MHz

El protocolo en el nivel de enlace de datos usado es ALOHA con la ventaja del corrimiento en frecuencia producido por efecto Doppler. De esta manera, las plataformas transmiten la información periódicamente (con un periodo de repetición seleccionable) sin ningún tipo de sincronización entre ellas y el receptor. En este esquema puede producirse colisión y los mensajes son descartados durante el procesamiento en Tierra. El periodo de repetición utilizado es diferente para cada plataforma y es de 45 a 200 segundos según la aplicación.

### A. Estructura del Mensaje

El mensaje de estos sistemas, consta de dos partes: la cabecera, donde se encuentra toda la información que ayuda al receptor a sincronizarse en portadora, símbolo y trama; y el cuerpo donde se encuentra la información propiamente dicha. En

la Tabla II puede verse la disposición de los campos del mensaje así como el número de bits de los mismos.

La cabecera se compone de 160 ms de transmisión de portadora, usados para obtener el sincronismo de portadora sin modular, 15 bits de valor uno que ayudan en el sincronismo de bit y 8 bits usados para el sincronismo de trama.

El cuerpo del mensaje comienza con el bit de inicio, seguido por el campo de largo del mensaje, el identificador de plataforma, el campo de datos y el checksum. Como puede verse los datos del mensaje pueden variar entre 32 y 256 bits (4 y 32 bytes)

**TABLA II:** Estructura del Mensaje

CABECERA			CUERPO				
160 ms de Portadora	Sincronismo de Bit	Trama	Inicio	Largo	DCP IP	Datos	Checksum
	15	8	1	4	20	32-256	8

## COMPONENTES DEL SISTEMA DCS DESARROLLADOS POR EL GRUPO

### A. Receptor DCS de vuelo

El GridCOMD ha desarrollado diferentes componentes del sistema DCS para la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CoNAE). Uno de los más importantes es el Receptor DCS incluido en la misión SAC-D/AQUARIUS compatibles con los tres sistemas descritos anteriormente. El grupo realizó el desarrollo, integración y ensayos de dicho receptor, como así también la puesta en marcha y evaluación durante la totalidad de la misión. En la Fig. 1 se muestra las diferentes componentes del modelo de vuelo, antes de su integración en sala limpia.

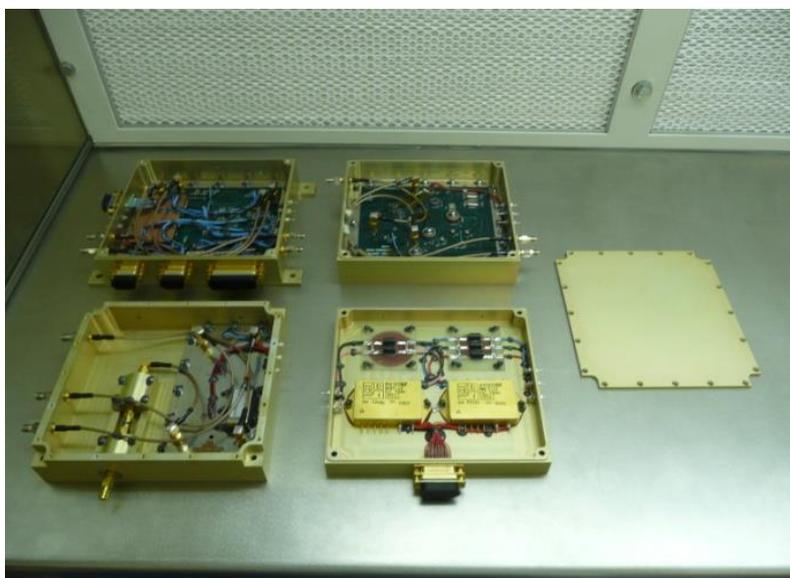


Fig. 1. Receptor DCS a bordo del SAC-D/Aquarius

### B. Transmisor satelital PTT

El transmisor (PTT – Platform Transmitter Terminal) fue utilizado durante el servicio del receptor DCS a bordo del SAC-D [4], su frecuencia de operación es 401.55MHz y posee un período de repetición por defecto de 90 s. Ambos parámetros son modificables para

adaptarse al sistema deseado (DCS, SDC, ARGOS). El transmisor recibe los datos desde el sistema de adquisición a través de una interfaz UART, los almacena internamente y los transmite cuando corresponda siguiendo la estructura del mensaje presentada anteriormente. También se diseñó la estrategia de toma de datos de ciencia, para un uso eficiente en la transmisión de datos durante la pasada del satélite. El modelo de PTT desarrollado se muestra en la Fig.2.



Fig.2. PTT multisistema

Para la integración del transmisor en una plataforma de recolección de datos, se diseñó un modelo de antena, en la banda meteorológica de los 401MHz. El diseño resultó en una antena hélice cuadrifilar cónica que genera un diagrama de radiación cosenoidal, con alta pureza de polarización circular [5].

### C. Sistema de homologación de PTT

Debido a que las plataformas comparten el canal de comunicaciones y su uso es asincrónico, el buen funcionamiento del sistema es dependiente del buen funcionamiento de cada uno de sus componentes. Para medir los diferentes parámetros de transmisión de un dado diseño de PTT, se desarrolló un sistema de homologación para validar el correcto funcionamiento del transmisor según los requerimientos solicitados en los estándares de CNES [6]. El sistema de homologación cuenta con un dispositivo de radio frecuencia y un software de PC (multiplataforma), para realizar en tiempo real y en cualquier lugar una medición de las características deseadas de la señal. En la tabla III se muestran los parámetros de interés y sus rangos de validación.

**TABLA III:** Parámetros de un PTT a homologar

Parámetros medidos durante la certificación	Especificación	Precisión de las mediciones
<b>Potencia</b>		
Potencia de salida transmitida	$\leq 34.8 \text{ dBm (3W)}$	$\pm 0.2 \text{ dB}$
Variación de potencia	$\leq 1 \text{ dB}$	$\pm 0.2 \text{ dB}$
Tiempo de Subida y bajada	$\leq 5 \text{ ms}$	$\pm 20 \text{ us}$
<b>Frecuencia</b>		
Portadora	ARGOS $401.630 \text{ MHz} \leq f_o \leq 401.680 \text{ MHz}$	$\pm 1.10^{-8} \text{ Hz}$
	DCS $401.540 \text{ MHz} \leq f_o \leq 401.560 \text{ MHz}$	$\pm 1.10^{-8} \text{ Hz}$
	SCD $401.65 \text{ MHz}$	$\pm 1.10^{-8} \text{ Hz}$

En la Fig. 3 se muestra el sistema homologación en funcionamiento y en la Fig. 4 se muestran algunos resultados obtenidos del ensayo de una plataforma comercial.

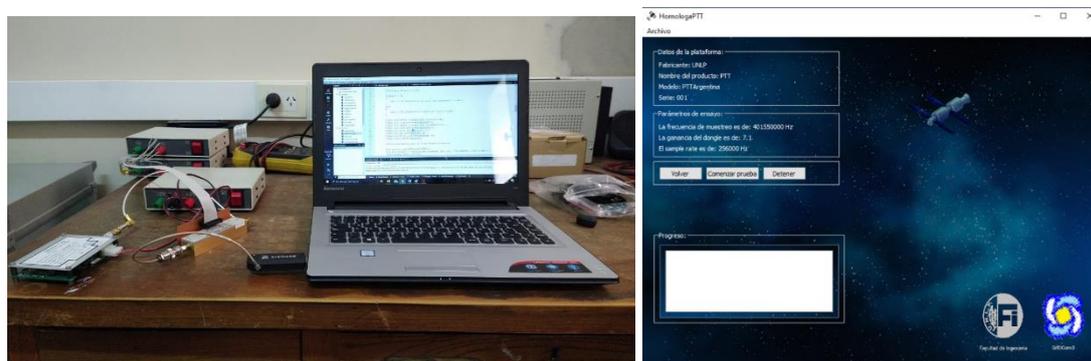


Fig.3. Sistema de Homologación de PTT

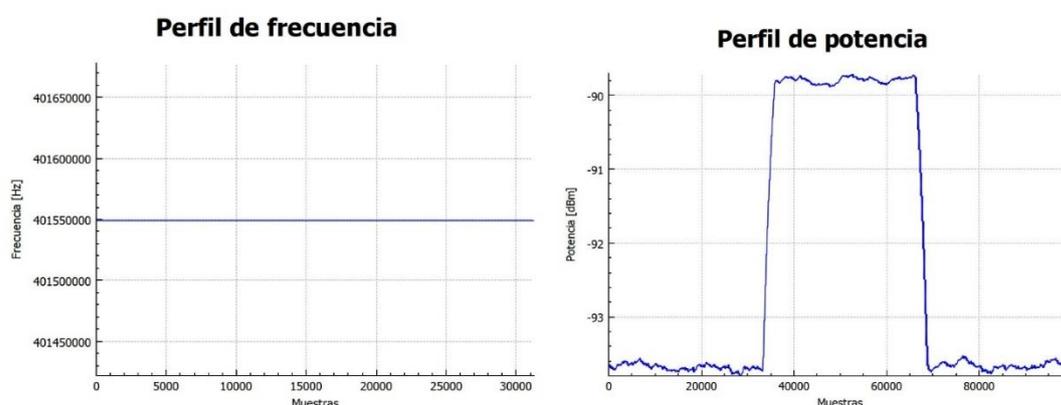


Fig.4. Ejemplo de resultados obtenidos con el Sistema de Homologación de un PTT

#### D. **Adquisidor de Datos**

Este componente se desarrolló en base a la plataforma EDU-CIAA (Computadora Industrial Abierta Argentina Educativa) [7]. La recolección de datos ambientales se realiza por medio de una estación meteorológica comercial marca DAVIS Weather Monitor II. La misma dispone de los siguientes sensores: Sensor de Temperatura interior y exterior, Anemómetro, Sensor de Humedad, relativa, Pluviómetro y Sensor de presión barométrica. Dado que el sistema debe ser autónomo, generalmente instalado en lugares de difícil acceso y no existe la posibilidad de mantenimiento, se incorporan un sistema de almacenamiento masivo (tarjeta SD) y una interfaz inalámbrica (WiFi) en el caso que haya conexión disponible, para visualización de los datos en plataformas de servicios IoT.

El funcionamiento del conjunto es el siguiente: cada periodo de muestreo ( $T_m$ ), el adquisidor de datos obtiene las distintas variables climáticas de la estación meteorológica, procesa y completa la estructura interna de datos ambientales con el agregado de las variables de telemetría, la fecha y la hora del sistema. A continuación son enviados vía WiFi y almacenados en la SD, respectivamente. De acuerdo al periodo de observación de ciencia ( $T_{obs}$ ) el data logger procesa los datos obtenidos y genera el mensaje DCS. Cada mensaje es transmitido, de a uno por vez, por el transmisor PTT cada tiempo de repetición ( $T_{rep}$ ) determinado para ese transmisor.

El prototipo bajo ensayo se muestra en la Fig. 5a, donde se visualiza, el sistema completo en funcionamiento en la terraza del Departamento de Electrotecnia, Facultad

de Ingeniería de Universidad Nacional de La Plata. El sistema está formado por el adquisidor de datos y los distintos módulos, los sensores de la estación meteorológica y un panel solar de 6V para la recarga de la batería.

En la Fig.5b se muestra el prototipo del Sistema implementado en donde se destaca la plataforma EDU-CIAA, los conectores de las diferentes interfaces y el transmisor PTT.



Fig.5a y 5b. Sistema de adquisición DCS

### E. Receptor DCS portátil

Para ensayar la funcionalidad completa de transmisión y recepción de mensajes de ciencia, se desarrolló un receptor SDR, implementado en una PC con un Front-end de RF, cuya función es recibir las transmisiones de las plataformas satelitales sin necesidad de contar con el servicio satelital que tiene un costo, por ejemplo ARGOS [8]. En la Fig. 6 se observa una pantalla del receptor SDR recibiendo los mensajes de ciencia transmitidos por el sistema implementado en el punto anterior.

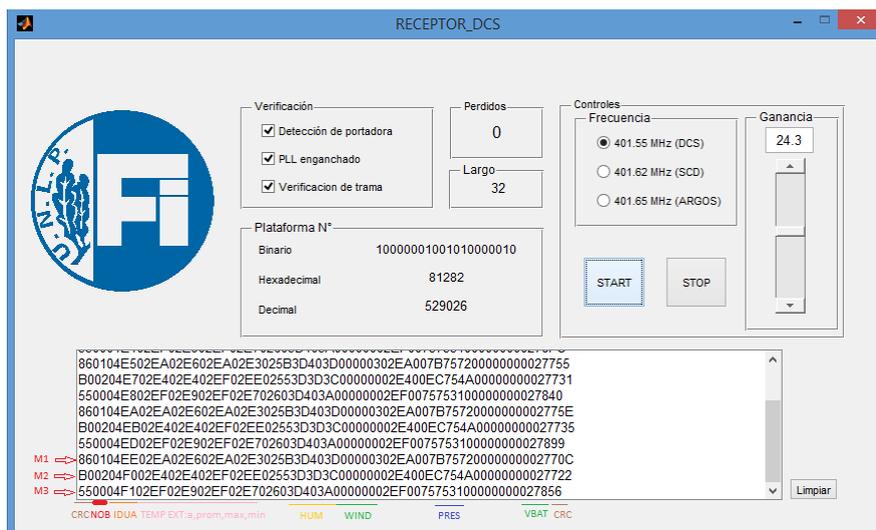


Fig.6. Receptor DCS portable

### F. Sistema de validación de Receptores DCS

Para validar y caracterizar los Receptores DCS desarrollados contamos con un sistema que puede generar una señal DCS para aplicar a la entrada del receptor en frecuencia

intermedia con distintas posibilidades: fijando una determinada relación señal ruido, solo señal o solo ruido. De esta manera la validación consiste en hacer funcionar el receptor y obtener el mensaje transmitido bajo distintas condiciones de operación [9]. En la Fig. 7a se muestra un receptor DCS bajo ensayo donde se visualizan los elementos utilizados. En la Fig. 7b se muestra la validación del sincronismo de bit y trama mediante la visualización del diagrama de ojos.

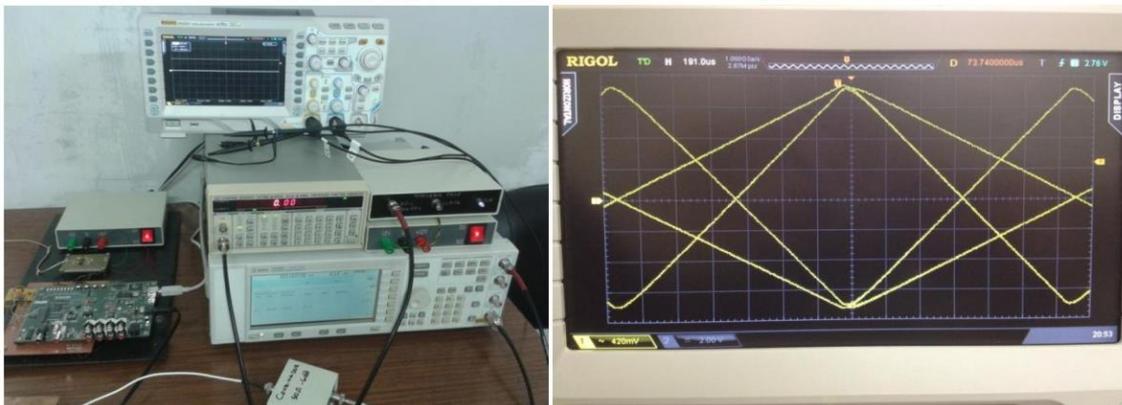


Fig.7a y 7b. Sistema de ensayos de Receptores DCS

## CONCLUSIONES

Se presentaron los diferentes desarrollos del grupo que integran los sistemas de recolección de datos satelitales. Se destaca la utilización del sistema por usuarios de ciencia en territorio antártico argentino. Actualmente el grupo se encuentra desarrollando nuevos diseños para transmisores definidos por software, de manera de poder seguir la evolución de los sistemas DCS a los sistemas de Internet de las Cosas satelitales (IoT). También el grupo está trabajando en el receptor para la misión satelital de la CoNAE, SABIAMar.

## REFERENCIAS

- [1] J. A. Carlotto, J. M. Juárez, J. I. Fernández Michelli, G. Sager, H. Lorente. Sistema de Recolección de Datos Satelital. Implementación del Receptor Utilizando un DSP. XV Workshop Iberchip. Buenos Aires, Argentina 2009.
- [2] Yamaguti W., et al, "Sistema Brasileiro de Dados Ambientais: Status e Planos Futuros", XIV Simpósio Brasileiro de Sensoramento Remoto. Natal, Brasil, abril 2009.
- [3] Ortega C., "Argos Second and Third Generations: Enhancements finely tuned to oceanographic applications", Oceans '98. Conference Proceedings, 1998.
- [4] G. Sager, H. Lorente, M. Hernández, J. Juárez, A. Carlotto, Plataforma Terminal Transmisora para Sistema DCS, 4tas Jornadas ITE, FI,UNLP, 2017.
- [5] J. P. Ciafardini, J. Juárez, A. Carlotto: "Diseño preliminar de antena para plataformas de sistemas DCS satelitales", 11vo Congreso Argentino de Tecnología Espacial (CATE 2021). abril 2021.
- [6] P. Rosito, C. Botek J. Juárez, A. Carlotto: "Desarrollo e Implementación de un sistema de Homologación de PTT para los sistemas DCS con aplicación multiplataforma", Trabajos Finales de Carrera Ingeniería Electrónica. 2019 y 2020. FI-UNLP.
- [7] (2018) CIAA website. [Online]. Available: <http://www.proyecto-ciaa.com.ar/>
- [8] N. Baciredo, J. Juárez, A. Carlotto. Receptor portátil para Transmisiones del Sistema DCS,. Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), 2016 IEEE. Buenos Aires, 15-17 Junio 2016.
- [9] J. Iñigo, J. Juárez, A. Carlotto, G. Sager, Implementación de la etapa de procesamiento digital de un receptor para el sistema de recolección de datos ambientales, 4ras Jornadas ITE, FI,UNLP, 2015.