



## MARIA-G, UNNE-1, HADES-R, HADES-ICM DESCRIPCIÓN DE TRANSMISIONES

Este documento describe las transmisiones de los satélites MARIA-G, UNNE-1, HADES-R y HADES-ICM. Los dos primeros serán enviados al espacio desde Reino Unido, con el lanzador RFA One. HADES-R será lanzado en la misión Transporter-12 de SpaceX desde Estados Unidos. HADES-ICM está previsto su lanzamiento en la misión Transporter-13, también desde Estados Unidos.

MARIA-G y UNNE-1 se engloban en la misión conjunta ERMINAZ, junto con AMSAT-DL y Libre Space Foundation.

MARIA-G incorpora un software realizado por alumnos de secundaria del centro I.E.S María Guerrero de Collado Villalba (Madrid) en España. UNNE-1 incorpora una payload software desarrollada por la Universidad Nebrija en Madrid, también, mientras que HADES-R y HADES-ICM incorporan una payload hardware desarrollada por SMART-IR en Mánchester (Reino Unido).

### *Modulaciones empleadas:*

Los cuatro satélites utilizan una modulación FSK con separación de 1125 Hz entre tonos, y una velocidad inicial de 200 bits por segundo para sus transmisiones de telemetría y de repetidor digital regenerativo. Esta velocidad puede aumentarse por telecomando hasta 2400 bps. La frecuencia más baja (marca) representa el valor de bit 1, mientras que la más alta (espacio), representa el valor de bit 0.

Otras modulaciones empleadas son: FM para el repetidor de fonía (voz), así como para la baliza con voz pre-grabada y CW.

### *Tipos de transmisiones:*

Son 16 los tipos de transmisiones realizadas desde el satélite:

- Paquete tipo 01: SAT-TIERRA Telemetría FSK Power (potencia)
- Paquete tipo 02: SAT-TIERRA Telemetría FSK Temp (temperatura)
- Paquete tipo 03: SAT-TIERRA Telemetría FSK Status (estado del satélite)
- Paquete tipo 04: SAT-TIERRA Telemetría FSK Power stats (estadísticas de potencia)
- Paquete tipo 05: SAT-TIERRA Telemetría FSK Temp stats (estadísticas de temperatura)
- Paquete tipo 06: SAT-TIERRA Telemetría FSK Sunvector (datos sensores de luz)
- Paquete tipo 07: SAT-TIERRA Telemetría FSK Mensajes del juego de ICM (HADES-ICM)
- Paquete tipo 08: SAT-TIERRA Telemetría FSK Deploy (datos despliegue de antena)
- Paquete tipo 09: SAT-TIERRA Telemetría FSK Extended Power stats (datos extendidos de potencia)
- Paquete tipo 10: SAT-TIERRA Telemetría FSK Juego Universidad Nebrija (UNNE-1)
- Paquete tipo 11: SAT-TIERRA Telemetría FSK Información experimento Fraunhofer (MARIA-G)
- Paquete tipo 12: SAT-TIERRA Telemetría FSK Efemérides
- Paquete tipo 13: Sin uso
- Paquete tipo 14: SAT-TIERRA Telemetría FSK Time series
- Paquete tipo 15: SAT-TIERRA Telemetría FSK Datos experimento de SMART-IR (HADES-R y HADES-ICM)
- Transmisiones CW SAT-TIERRA (mensajes de los juegos del I.E.S María Guerrero) (MARIA-G)

Los paquetes FSK (todos inicialmente a 200 bps) se distinguen entre sí por el campo type (tipo).

Aparte de estas transmisiones generadas en el satélite, tres tipos de retransmisiones están disponibles como servicio para usuarios de estaciones en Tierra:

- Retransmisiones de voz en FM (Modo 1)
- Retransmisiones de datos FSK / AFSK hasta 2400 bps (AX.25, APRS...) (Incluidas en el Modo 1 también)
- Retransmisiones de datos regenerados FSK a 50-2400 bits por segundo (Modo 2)

## *Frecuencias de trabajo y modos*

Las frecuencias de trabajo son las siguientes:

MARIA-G:

- ✓ 145.875 MHz, uplink, modos: voz FM (sin subtono) y FSK 200 bps, AFSK, AX.25, APRS 1200 / 2400 bps
- ✓ 436.666 MHz downlink, modos: voz FM, CW, FSK 200 bps-2400 bps
- ✓ 436.235 MHz downlink, modos: ETSI-TS-103-357 (Fraunhofer-Gesellschaft transmitter)

UNNE-1:

- ✓ 145.925 MHz, uplink, modos: voz FM (sin subtono) y FSK 200 bps, AFSK, AX.25, APRS 1200 / 2400 bps
- ✓ 436.888 MHz downlink, modos: voz FM, CW, FSK 200 bps-2400 bps

HADES-R:

- ✓ 145.925 MHz, uplink, modos: voz FM (sin subtono) y FSK 200 bps, AFSK, AX.25, APRS 1200 / 2400 bps
- ✓ 436.888 MHz downlink, modos: voz FM, CW, FSK 200 bps-2400 bps

HADES-ICM:

- ✓ 145.875 MHz, uplink, modos: voz FM (sin subtono) y FSK 200 bps, AFSK, AX.25, APRS 1200 / 2400 bps
- ✓ 436.666 MHz downlink, modos: voz FM, CW, FSK 200 bps-2400 bps

En caso de que el satélite se halle en modo repetidor de voz FM/datos FSK (modo 1), éste es activado por nivel sin necesidad de subtono.

Para el caso concreto del repetidor regenerativo de paquetes FSK (Transpondedor en modo 2), cuando éste está activo, las señales recibidas son muestreadas, siendo restauradas digitalmente y enviadas al módulo de transmisiones.

**Tras el lanzamiento, por defecto, los satélites se encuentran en modo 0 (transpondedor desactivado), siendo necesaria su activación por telecomando.**

Los satélites disponen también de capacidad de Almacenamiento y Reenvío (Store & Forward) limitada, (byte a byte), implementada de manera conceptual y gestionada únicamente mediante telecomandos.

## *Formato de transmisiones*

El formato de cada transmisión es como sigue:

### **CW**

La baliza CW se transmite con el formato:

VVV XXXXXX o VVV SXX.XX SXX.XX para MARIA-G (código de pregunta de Ciencias o Coordenada geográfica)

CW, así como otras transmisiones, puede que no se generen en caso de que el satélite se encuentre en un estado de bajo nivel de energía.

### **Paquetes FSK**

Los paquetes FSK generados en el satélite pueden ser de los tipos indicados anteriormente.

Cada uno de ellos es generado en el momento de su transmisión y sus bytes son enviados en formato 'primero MSB' (primero el bit más significativo).

#### *Codificación (scrambling) de los paquetes de datos*

Un proceso de codificación (scrambling) es llevado a cabo en todos los paquetes FSK. Los únicos campos que no son codificados son la propia secuencia de entrenamiento, el campo de sincronización, el tipo de paquete (campos 1, 2 y 3 en todos los paquetes) y el CRC, que se sitúa al final.

Los algoritmos de codificación y decodificación están basados en un scrambler multiplicativo. La implementación del mismo está definida mediante el siguiente polinomio:  $G(x) = x^{17} + x^{12} + 1$ . Las figuras 1 y 2 muestran el codificador y decodificador multiplicativo respectivamente.

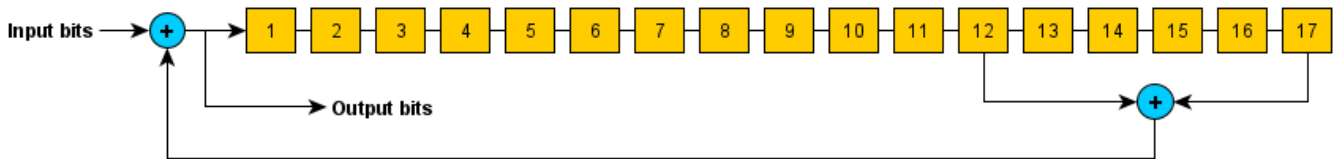


Figura 1. Implementación del registro de desplazamiento para el codificador multiplicativo.

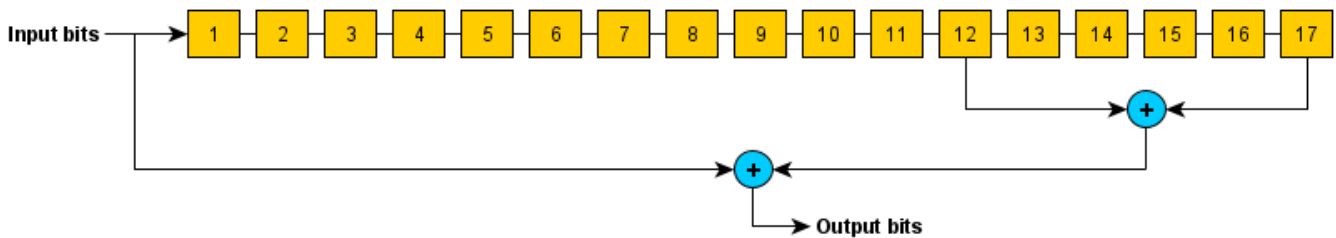


Figura 2. Implementación del registro de desplazamiento para el decodificador multiplicativo.

Aunque no es muy usual y debido a que no todos los campos del paquete son codificados, inicializamos los registros de desplazamiento para cada paquete recibido. El estado inicial de los registros (asumiendo que utilizamos una variable de 32 bits para la implementación) es 0x2C350000 y sólo aplicamos el registro de desplazamiento a los bits codificados.

**Ejemplo:**

Entrada de datos (ASCII): "GENESIS-Genesis".  
 Datos codificados (Hex): 0xC7434C274B1713 D76B05AAD189 9747C8.  
 Datos decodificados (ASCII): "GENESIS-Genesis".

**Cálculo del CRC**

El cálculo del checksum con CRC se hace utilizando CRC-CCITT-FALSE. La figura 3 muestra el registro de desplazamiento utilizado para el algoritmo de cálculo del CRC. El CRC se aplica comenzando por el campo tipo hasta el final de los datos de cada paquete.

- Polinomio: 0x1021.
- Valor inicial: 0xFFFF.
- Valor final Xor: 0x0.

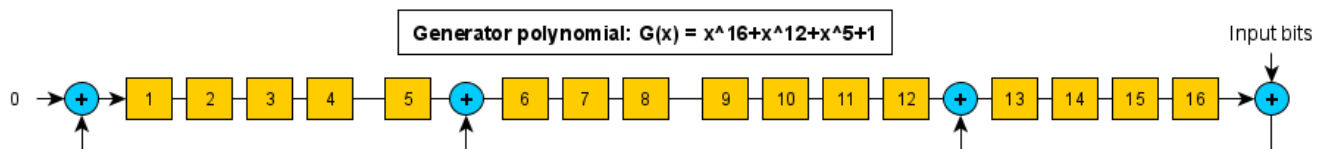


Figura 3. Registro de desplazamiento de 16 bits CRC-CCITT-FALSE.

### Ejemplo:

- **Cadena de entrada:** "EASAT-2".
- **Salida del CRC:** 0x7D58.

NOTA: Está disponible el código fuente de CRC y Scrambler en la web

### Descripción de los paquetes FSK

A continuación, se describe la estructura de cada paquete. Todos ellos comienzan con una secuencia de entrenamiento de 64 bits que alterna unos y ceros, seguida de dos bytes de sincronización, los cuales permiten al receptor detectar el comienzo del paquete. El siguiente campo será siempre el tipo, que permite distinguir unos de otros, y la dirección de origen, que en este caso será 2 si el satélite es HADES-ICM, B si el satélite es MARIA-G, C, si es UNNE-1 o D si es HADES-R.

Los campos son enviados siempre con formato MSB primero, es decir, el bit más significativo es el primero en enviarse (el de más a la izquierda).

### Paquete FSK tipo 01:

El paquete tipo 01 provee de los datos de potencia generada, así como los voltajes y corrientes más representativos del satélite. Se envía incluso si el satélite posee poca energía.

ID	Bits	NOMBRE CAMPO	MU	DESCRIPTION
1	128	Training	--	0xAAAAAAAA
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Type	--	Tipo de paquete: 1
4	4	Address	--	Dirección origen: 2 HADES-ICM, B MARIA-G, C UNNE-1, D HADES-R
5	32	Sclock	s	Reloj del Sistema en el momento de la transmisión
6	8	Spa	mW	SPA (Potencia Panel A) I2C Máxima 3 últimos minutos
7	8	Spb	mW	SPB (Potencia Panel B) I2C Máxima 3 últimos minutos
8	8	Spc	mW	SPC (Potencia Panel C) I2C Máxima 3 últimos minutos
9	8	Spd	mW	SPD (Potencia Panel D) I2C Máxima 3 últimos minutos
10	16	Spi	mW	SPI Potencia total instantánea (SPA+SPB+SPC+SPD)
11	12	vbus1	mV	VBUS1 CPU.ADC Salida MPPT
12	12	vbat1	mV	VBAT1 EPS.ADC Lee alimentación BAT
13	12	Vcpu	mV	VCPU CPU.ADC Lee alimentación CPU tras convertor DC/DC
14	16	vbus2	mV	VBUS2 EPS.I2C (Tensión VBUS leída en placa EPS)
15	12	vbus3	mV	VBUS3 CPU.I2C (Tensión VBUS leída en la placa CPU) I2C
16	12	vbat2	mV	VBAT2 EPS.I2C (Voltaje entrada payload) EPS.I2C Mismo voltaje que batería
17	12	Ibat	mA	IBAT I2C (Corriente entrada/salida a batería) I2C
18	12	Icpu	mA	ICPU I2C (Corriente entrada placa CPU) I2C
19	12	Ipl	mA	IPL (Corriente consumo Payload. Última medida distinta de 0) I2C, en placa EPS
20	8	Peaksignal	dBm	Nivel de señal pico desde la ultima transmision del paquete POWER, 1 LSB=0.5dB
21	8	Modasignal	dBm	Nivel de ruido desde la ultima transmision del paquete POWER, 1 LSB=0.5dB
22	8	Lastcmdsignal	dB	Nivel de señal del ultimo telecomando recibido. Persistente E2P, 1 LSB=0.5dB

23	8	Lastcmdnoise	dB	Nivel de ruido del ultimo telecomando recibido. Persistente E2P, 1 LSB=0.5dB
24	16	Checksum	--	checksum
utiles	248	Bits		
	31,00	bytes		
total	392	bits		NOTA: Se scramblea desde después de address hasta último campo sin incluir checksum
total	49	bytes		El checksum si incluye type/address hasta final
tiempo	1960	ms		

## Paquete FSK tipo 02: Temperatura

El paquete tipo 02 contiene las diferentes temperaturas medidas en el sistema. Este paquete se envía incluso en estados de baja energía.

ID	bits	VARIABLE	MU	DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 2
4	4	address	--	Dirección origen: 2 HADES-ICM, B MARIA-G, C UNNE-1, D HADES-R
5	32	sclock	s	Reloj del Sistema en el momento de la transmisión
6	8	tpa	oC	TPA (Temperatura Panel A) I2C
7	8	tpb	oC	TPB (Temperatura Panel B) I2C
8	8	tpc	oC	TPC (Temperatura Panel C) I2C
9	8	tpd	oC	TPD (Temperatura Panel D) I2C
10	8	tpe	oC	TPE (Temperatura Panel E) I2C - Not used
11	8	teps	oC	TEPS (Temperatura EPS) I2C
12	8	ttx	oC	TTX (Temperatura TX) I2C
13	8	ttx2	oC	TTX2 (Temperatura TX) NTC
14	8	trx	oC	TRX (Temperatura RX) NTC
15	8	tcpu	oC	TCPU (Temperatura CPU) ADC
16	16	checksum	--	checksum
utiles	136	bits		
	17,00	bytes		8 bits -> Resolución de 0.5 grados partiendo que 0 = <=-40C y 254 = >=87C 255 = ERROR
total	280	bits		
total	35	bytes		
tiempo	1400	ms		

## Paquete FSK tipo 03: Status

El paquete tipo 03 contiene información de estado del satélite. Se envía siempre incluso en estados de baja energía.

ID	bits	VARIABLE	MU	DESCRIPTION
1	128	<b>training</b>	--	0xAAAAAAAA
2	16	<b>sync</b>	--	0xBF35
3	4	<b>type</b>	--	Tipo de paquete: 3

4	4	<b>address</b>	--	Dirección origen: 2 HADES-ICM, B MARIA-G, C UNNE-1, D HADES-R
5	32	sclock	s	tiempo local satellite
6	32	uptime	s	uptime en segundos
7	16	nrun	--	contador encendidos CPU, persistente
8	8	npayload	--	contador encendidos payload
9	8	nwire	--	contador quemados antena
10	8	ntransponder	--	contador veces transponder activado
11	4	npayloadFails	--	contador de fallos de comunicaciones o de datos con la payload
12	4	lstrst	--	motivo de last reset
13	4	bate	--	maquina estados bateria 0-F
14	4	mote	--	Modo del transpondedor: - Modo 0 apagado - Modo 1 FM->FM audiofrecuencia no regenerativo - Modo 2 FSK->FSK regenerativo
15	8	nTasksNotExecuted	--	Tasks lost by scheduler
16	8	antennaDeployed	--	Antenna deployed: 0 not deployed, 1 deployed, 2 unknown status
17	8	nExtEepromErrors	--	Checksum failures in EEPROM since last check (recoverable)
18	8	failedTaskID	HEX	Id of the last task failed to execute
19	8	mensajeria_habilidad a		mensajeria_habilitada? si/no
20	8	strfwd0 / last id	HEX	S&F, persistente
21	16	strfwd1 / last cmd	HEX	S&F, persistente
22	16	strfwd2 / last value	HEX	S&F, persistente
23	8	strfwd3	HEX	S&F, persistente num tcmds
24	16	<b>checksum</b>	--	checksum
utiles	<b>232</b>	bits		
	<b>29,00</b>	bytes		
total	<b>376</b>	bits		
total	<b>47</b>	bytes		
tiempo	<b>1880</b>	ms		

### Paquete FSK tipo 04: Power stats

El paquete tipo 04 contiene estadísticas de la potencia, recopiladas desde el último reset del satélite.

ID	bits	NOMBRE CAMPO	MU	DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 4
4	4	address	--	Dirección origen: 2 HADES-ICM, B MARIA-G, C UNNE-1, D HADES-R
5	32	sclock	s	Reloj del Sistema en el momento de la transmisión
6	12	minvbus1	mV	MIN VBUS1 CPU.ADC Salida MPPT

7	12	minvbat1	mV	MIN VBAT1 EPS.ADC Lee alimentación BAT, si BE desonectada, sino parecido VBUS, en torno a 4V
8	12	minvcpu	mV	MIN VCPU CPU.ADC Lee alimentación CPU tras conversor DC/DC, entorno a 3V
9	4	free	--	
10	8	minvbus2	mV	MIN VBUS2 EPS.I2C (Tensión VBUS leída en placa EPS)
11	8	minvbus3	mV	MIN VBUS3 CPU.I2C (Tensión VBUS leída en la placa CPU) I2C
12	8	minvbat2	mV	MIN VBAT2 EPS.I2C (Voltaje entrada payload) EPS.I2C Mismo voltaje que batería
13	8	minibat	mV	MIN IBAT I2C (Corriente entrada/salida a batería) I2C
14	8	minicpu	mV	MIN ICPU I2C (Corriente entrada placa CPU) I2C
15	8	minipl	mV	MIN IPL (Corriente quemado) I2C, en placa EPS
16	12	maxvbus1	mV	MAX VBUS1 CPU.ADC Salida MPPT
17	12	maxvbat1	mV	MAX VBAT1 EPS.ADC Lee alimentación BAT, si BE desonectada, sino parecido VBUS, en torno a 4V
18	12	maxvcpu	mV	MAX VCPU CPU.ADC Lee alimentación CPU tras conversor DC/DC, entorno a 3V
19	4	free	--	
20	8	maxvbus2	mV	MAX VBUS2 EPS.I2C (Tensión VBUS leída en placa EPS)
21	8	maxvbus3	mV	MAX VBUS3 CPU.I2C (Tensión VBUS leída en la placa CPU) I2C
22	8	maxvbat2	mV	MAX VBAT2 EPS.I2C (Voltaje entrada payload) EPS.I2C Mismo voltaje que batería
23	8	maxibat	mV	MAX IBAT I2C (Corriente entrada/salida a batería) I2C
24	8	maxicpu	mV	MAX ICPU I2C (Corriente entrada placa CPU) I2C
25	8	maxipl	mV	MAX IPL (Corriente quemado) I2C, en placa EPS
26	8	ibat_rx_charging	mA	last measured ibat when rx and charging
27	8	ibat_rx_discharging	mA	last measured ibat when rx and discharging
28	8	ibat_tx_low_power_charging	mA	last measured ibat when tx in low power and charging
29	8	ibat_tx_low_power_discharging	mA	last measured ibat when tx in low power and discharging
30	8	ibat_tx_high_power_charging	mA	last measured ibat when tx in high power and charging
31	8	ibat_tx_high_power_discharging	mA	last measured ibat when tx in high power and discharging
32	16	checksum	--	checksum
utiles	280	bits		
	35,00	bytes		
total	424	bits		
total	53	bytes		
Tiempo	2120	ms		

## Paquete FSK tipo 05: Temp stats

El paquete tipo 5 contiene estadísticas de las temperaturas desde el último reset del satélite.

ID	bits	VARIABLE	MU	DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35

3	4	type	--	Tipo de paquete: 5
4	4	address	--	Dirección origen: 2 HADES-ICM, B MARIA-G, C UNNE-1, D HADES-R
5	32	sclock	s	Reloj del Sistema en el momento de la transmisión
6	8	mintpa	oC	MIN TPA (Temperatura Panel A) I2C
7	8	mintpb	oC	MIN TPB (Temperatura Panel B) I2C
8	8	mintpc	oC	MIN TPC (Temperatura Panel C) I2C
9	8	mintpd	oC	MIN TPD (Temperatura Panel D) I2C
10	8	mintpe	oC	MIN TPE (Temperatura Panel D) I2C - Not used
11	8	minteps	oC	MIN TEPS (Temperatura EPS)
12	8	minttx	oC	MIN TTX (Temperatura TX) I2C
13	8	minttx2	oC	MIN TTX2 (Temperatura TX) NTC
14	8	mintrx	oC	MIN TRX (Temperatura RX) NTC
15	8	mintcpu	oC	MIN TCPU (Temperatura CPU) ADC
16	8	maxtpa	oC	MAX TPA (Temperatura Panel A) I2C
17	8	maxtpb	oC	MAX TPB (Temperatura Panel B) I2C
18	8	maxtpc	oC	MAX TPC (Temperatura Panel C) I2C
19	8	maxtpd	oC	MAX TPD (Temperatura Panel D) I2C
20	8	maxtpe	oC	MAX TPE (Temperatura Panel D) I2C - Not used
21	8	maxteps	oC	MAX TEPS (Temperatura EPS)
22	8	maxttx	oC	MAX TTX (Temperatura TX) I2C
23	8	maxttx2	oC	MAX TTX2 (Temperatura TX) NTC
24	8	maxtrx	oC	MAX TRX (Temperatura RX) NTC
25	8	maxtcpu	oC	MAX TCPU (Temperatura CPU) ADC
26	16	checksum	--	checksum
utiles	216	bits		
	27,00	bytes		
total	360	bits		
total	45	bytes		
tiempo	1800	ms		

## Paquete FSK tipo 06: Sunsenors

El paquete tipo 6 contiene muestras de los sensores de luz. Se trata de un experimento inicial para ser utilizado en un futuro control de orientación.

ID	bits	VARIABLE		DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 6
4	4	address	--	Dirección origen: 2 HADES-ICM, B MARIA-G, C UNNE-1, D HADES-R
5	96	td[6]	s	tabla separación en segundos entre muestras (valores posibles 1,2,4,8,16,32,64,128)
6	768	v - valores luz[8][6]		tabla detecciones (SPA, SPB, SPC, SPD, 90A, 90D), v - valores luz[8][6] - 16 bits
7	128	p - valores pico[8] - 16 bits		tabla valores pico (SPA, SPB, SPC, SPD, 90A, 90D), p - valores pico[8] - 16 bits



8	64	err sensor en error[8]		tabla estado sensores (ok o error), err sensor en error[8] (1 error, 0 ok) - 8 bits
9	16	checksum	--	checksum
utiles	1080	bits		
	135,00	bytes		
total	1224	bits		
total	153	bytes		
tiempo	6120	ms		

### Paquete FSK tipo 07: Mensajes del juego de ICM

El paquete tipo 7 contiene mensajes del juego de ICM. Esos mensajes forman una pequeña historia que se puede recopilar.

ID	bits	VARIABLE		DESCRIPTION
1	128	Training	--	0xAAAAAAAA
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Tipo	--	Tipo paquete: 7
4	4	Dirección	--	Dirección origen: 2 para HADES-ICM
5	32	Sclock	s	Reloj del Sistema en el momento de la transmisión
6	8	Número de mensaje	--	Número de mensaje[0..9]
7	744	datos	--	carácter 0 - carácter 92 (Los mensajes tienen longitud fija de 93)
8	16	checksum	--	checksum
Useful	808	bits		
	101,0	bytes		
Total	952	bits		
	119,0	bytes		
time	4760	ms		

### Paquete FSK tipo 08: Deploy

El paquete tipo 8 contiene información sobre los parámetros del sistema durante el último despliegue de la antena.

ID	Bits	VARIABLE		DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 8
4	4	address	--	Dirección origen: 2 HADES-ICM, B MARIA-G, C UNNE-1, D HADES-R
5	16	v1oc		v1oc; //medida con INA-lado-PL
6	16	v1		v1
7	16	i1		i1
8	16	i1pk		i1pk
9	16	r1		r1
10	16	v2oc		v2oc; //medida con INA-lado-BUS
11	16	v2		v2
12	16	r2		r2
13	32	t0		t0
14	16	td		td

15	8	state_begin:1;		state_begin:1;
16	8	state_end:1;		state_end:1;
17	8	state_now:1;		state_now:1;
18	8	enable:1;		enable:1;
19	8	counter		counter;
20	8	tmp		tmp; //temperatura del sistema
21	16	checksum		checksum
utiles	248	bits		
	31,00	bytes		
total	392	bits		
total	49	bytes		
tiempo	1960	ms		

### Paquete FSK tipo 09: Extended power stats (INA)

El paquete tipo 9 contiene información extendida sobre estadísticas de la potencia en el sistema.

ID	bits	NOMBRE CAMPO	MU	DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 9
4	4	address	--	Dirección origen: 2 HADES-ICM, B MARIA-G, C UNNE-1, D HADES-R
5	16	v0	raw	SPA V Voltaje instantáneo
6	16	i0	raw	SPA I Intensidad instantánea
7	16	p0	raw	SPA P Potencia media
8	16	vp0	raw	SPA VP Voltaje pico
9	16	ip0	raw	SPA IP Intensidad pico
10	16	pp0	raw	SPA PP Potencia pico
11	16	v1	raw	SPB V Voltaje instantáneo
12	16	i1	raw	SPB I Intensidad instantánea
13	16	p1	raw	SPB P Potencia media
14	16	vp1	raw	SPB VP Voltaje pico
15	16	ip1	raw	SPB IP Intensidad pico
16	16	pp1	raw	SPB PP Potencia pico
17	16	v2	raw	SPC V Voltaje instantáneo
18	16	i2	raw	SPC I Intensidad instantánea
19	16	p2	raw	SPC P Potencia media
20	16	vp2	raw	SPC VP Voltaje pico
21	16	ip2	raw	SPC IP Intensidad pico
22	16	pp2	raw	SPC PP Potencia pico
23	16	v3	raw	SPD V Voltaje instantáneo
24	16	i3	raw	SPD I Intensidad instantánea
25	16	p3	raw	SPD P Potencia media
26	16	vp3	raw	SPD VP Voltaje pico
27	16	ip	raw	SPD IP Intensidad pico

28	16	pp3	raw	SPD PP Potencia pico
29	16	v4	raw	SUN V Voltaje instantáneo
30	16	i4	raw	SUN I Intensidad instantánea
31	16	p4	raw	SUN P Potencia media
32	16	vp4	raw	SUN VP Voltaje pico
33	16	ip4	raw	SUN IP Intensidad pico
34	16	pp4	raw	SUN PP Potencia pico
35	16	v5	raw	BAT V Voltaje instantáneo
36	16	i5	raw	BAT I Intensidad instantánea
37	16	p5	raw	BAT P Potencia media
38	16	vp5	raw	BAT VP Voltaje pico
39	16	ip5	raw	BAT IP Intensidad pico
40	16	pp5	raw	BAT PP Potencia pico
41	16	v6	raw	BATP V Voltaje instantáneo
42	16	i6	raw	BATP I Intensidad instantánea
43	16	p6	raw	BATP P Potencia media
44	16	vp6	raw	BATP VP Voltaje pico
45	16	ip6	raw	BATP IP Intensidad pico
46	16	pp6	raw	BATP PP Potencia pico
47	16	v7	raw	BATN V Voltaje instantáneo
48	16	i7	raw	BATN I Intensidad instantánea
49	16	p7	raw	BATN P Potencia media
50	16	vp7	raw	BATN VP Voltaje pico
51	16	ip7	raw	BATN IP Intensidad pico
52	16	pp7	raw	BATN PP Potencia pico
53	16	v8	raw	CPU V Voltaje instantáneo
54	16	i8	raw	CPU I Intensidad instantánea
55	16	p8	raw	CPU P Potencia media
56	16	vp8	raw	CPU VP Voltaje pico
57	16	ip8	raw	CPU IP Intensidad pico
58	16	pp8	raw	CPU PP Potencia pico
59	16	v9	raw	PL V Voltaje instantáneo
60	16	i9	raw	PL I Intensidad instantánea
61	16	p9	raw	PL P Potencia media
62	16	vp9	raw	PL VP Voltaje pico
63	16	ip9	raw	PL IP Intensidad pico
64	16	pp9	raw	PL PP Potencia pico
65	16	checksum	--	checksum
utiles	984	bits		
	123,00	bytes		
total	1128	bits		
total	141	bytes		
tiempo	5640	ms		

## Paquete FSK tipo 10: Juego Universidad Nebrija

Este paquete tipo 10 contiene información sobre el juego implementado por la Universidad Nebrija. Tan solo se transmite en el satélite UNNE-1.

ID	bits	NOMBRE CAMPO		DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 10 - Generado solo por satélite UNNE-1
4	4	address	--	Dirección origen: C para UNNE-1
5	32	clock_tx	--	Reloj del Sistema en el momento de la transmisión
6	8	week_number		Número de semana desde expulsión
7	8	stored_status		Estado interno de la payload
8	8	data0	--	data0
9	8	data1	--	data1
10	8	data2	--	data2
11	8	data3	--	data3
12	8	data4	--	data4
13	8	data5	--	data5
14	8	data6	--	data6
15	8	data7	--	data7
16	16	checksum	--	checksum
utiles	136	bits		
	17,0	bytes		
total	280	bits		
total	35	bytes		
tiempo	1400	ms		

## Paquete FSK tipo 11: Información experimento Fraunhofer

Este paquete envía temperaturas medidas en el transmisor de Fraunhofer. Tan solo se transmite en el satélite MARIA-G.

ID	bits	NOMBRE CAMPO		DESCRIPTION
ID	bits	NOMBRE CAMPO		DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 11 - Generado solo por satélite MARIA-G
4	4	address	--	Dirección origen: B para MARIA-G
5	32	clock_tx	--	Reloj del Sistema en el momento de la transmisión
	8	data0		data0
15	8	data1	--	data1
23	16	checksum	--	checksum
utiles	72	bits		
	9,0	bytes		
total	216	bits		
total	27	bytes		

tiempo	1080	ms		
--------	------	----	--	--

## Paquete FSK tipo 12: Efemérides

Este paquete contiene las efemérides del satélite. Éstas consisten básicamente en el TLE que es enviado como un comando desde la estación de Tierra, así como los cálculos propios de su latitud, longitud y altitud que son realizados a bordo del satélite.

ID	bits	NOMBRE CAMPO		DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 12
4	4	address	--	Dirección origen: 2 HADES-ICM, B MARIA-G, C UNNE-1, D HADES-R
5	32	UTC	--	Tiempo UTC
6	16	adr		Satélite
7	32	ful		Sin uso
8	32	fdl		Sin uso
9	32	tle.epoch		Elemento de TLE
10	32	tle.xndt2o		Elemento de TLE
11	32	tle.xnnd6o		Elemento de TLE
12	32	tle.bstar		Elemento de TLE
13	32	tle.xincl		Elemento de TLE
14	32	tle.xnodeo		Elemento de TLE
15	32	tle.eo		Elemento de TLE
16	32	tle.omegao		Elemento de TLE
17	32	tle.xmo		Elemento de TLE
18	32	tle.xno		Elemento de TLE
19	16	lat		Latitud calculada
20	16	lon		Longitud calculada
21	16	alt	--	Altitud calculada
22	8	cnt		Sin uso
23	16	checksum	--	checksum
utiles	512	bits		
	64,0	bytes		
total	656	bits		
total	82	bytes		
tiempo	3280	ms		

## Paquete FSK tipo 13: Sin uso

Este paquete no se utiliza en estos satélites

## Paquete FSK tipo 14: Time series

El paquete de time series muestra los datos de varias variables durante los últimos 90 minutos. Su estructura es la siguiente:

ID	bits	NOMBRE CAMPO		DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 14
4	4	address	--	Dirección origen: 2 HADES-ICM, B MARIA-G, C UNNE-1, D HADES-R
5	32	sclock	s	Reloj del Sistema en muestra 0
6	8	variable	--	00=señal pico, 01=ruido moda, 02=vbat1, 03=tcpu, 04=tpa, 05=(tpa+tpb+tpc+tpd)/4
7	8	byte_00	--	byte_00 mas antigua, se pierde cada 60 minutos. Cada byte una muestra cada 3 minutos
8	8	byte_01	--	byte_01
9	8	byte_02	--	byte_02
10	8	byte_03	--	byte_03
11	8	byte_04	--	byte_04
12	8	byte_05	--	byte_05
13	8	byte_06	--	byte_06
14	8	byte_07	--	byte_07
15	8	byte_08	--	byte_08
16	8	byte_09	--	byte_09
17	8	byte_10	--	byte_10
18	8	byte_11	--	byte_11
19	8	byte_12	--	byte_12
20	8	byte_13	--	byte_13
21	8	byte_14	--	byte_14
22	8	byte_15	--	byte_15
23	8	byte_16	--	byte_16
24	8	byte_17	--	byte_17
25	8	byte_18	--	byte_18
26	8	byte_19	--	byte_19
27	8	byte_20	--	byte_20
28	8	byte_21	--	byte_21
29	8	byte_22	--	byte_22
30	8	byte_23	--	byte_23
31	8	byte_24	--	byte_24
32	8	byte_25	--	byte_25
33	8	byte_26	--	byte_26
34	8	byte_27	--	byte_27
35	8	byte_28	--	byte_28
36	8	byte_29	--	byte_29 más actual
37	16	checksum	--	checksum
utiles	304	bits		
	38,0	bytes		
total	448	bits		
	56,0	bytes		

tiempo	2240	ms		
--------	------	----	--	--

## Paquete FSK tipo 15: Datos del experimento de SMART-IR

Este paquete contiene la información (temperaturas) del experimento de SMART-IR. Tan solo se transmite en el satélite HADES-R y en el HADES-ICM

ID	bits	NOMBRE CAMPO		DESCRIPTION
1	128	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 15 - Solo HADES-R y HADES-ICM
4	4	address	--	Dirección origen: 2 para HADES-ICM, D para HADES-R
5	32	experiment_clock	--	Reloj del Sistema cuando comenzó el experimento
6	8	experiment_id		ID del experiment
7	8	frame_number	--	Número de trama (frame)
8	8	data0	--	data0
9	8	data1	--	data1
10	8	data2	--	data2
11	8	data3	--	data3
12	8	data4	--	data4
13	8	data5	--	data5
14	8	data6	--	data6
15	8	data7	--	data7
16	8	data8	--	data8
17	8	data9	--	data9
18	8	data10	--	data10
19	8	data11	--	data11
20	8	data12	--	data12
21	8	data13	--	data13
22	8	data14	--	data14
23	8	data15	--	data15
24	8	data16	--	data16
25	8	data17	--	data17
26	8	data18	--	data18
27	8	data19	--	data19
28	8	data20	--	data20
29	8	data21	--	data21
30	8	data22	--	data22
31	8	data23	--	data23
32	8	data24	--	data24
33	8	data25	--	data25
34	8	data26	--	data26
35	8	data27	--	data27
36	8	data28	--	data28
37	8	data29	--	data29

38	8	data30	--	data30
39	8	data31	--	data31
40	16	checksum	--	checksum
utiles	328	bits		
	41,0	bytes		
total	472	bits		
	59,0	bytes		
tiempo	2360	ms		

### *Patrón de tiempos de la telemetría FSK, CW y transpondedor*

MARIA-G, UNNE-1, HADES-R y HADES-ICM poseen dos modos posibles de funcionamiento, configurables por telecomando: Modo debug (por defecto), donde se transmite toda la telemetría, y el modo operación, en el que se da preferencia al transpondedor, y por tanto solo se transmite el paquete de efemérides cada 3 minutos.

En el caso de estar funcionando en modo debug, las transmisiones siguen un patrón cíclico mostrado en la columna izquierda (secuencia) de la tabla de abajo. Las transmisiones se realizan en slots de 30 segundos. Si cuando va a comenzar una transmisión el slot está ocupado (por no haber acabado una transmisión anterior o estar por ejemplo el transpondedor activo), se intentará en el siguiente slot, pero no se salta ninguna transmisión de la secuencia. Tx\_payload depende del satélite, como se muestra en las notas, así como tx\_conditional. Tx\_time\_series puede contener cuatro tipos distintos de datos (se transmite una variable cada vez). Si hay poca energía, tan solo se transmiten los paquetes indicados.

(ver secuencia en siguiente página)



Secuencia	Notas:		
tx_status			
tx_payload	tx_payload	MARIA-G	María Guerrero (CW)
tx_power		UNNE-1	Juego Universidad Nebrija
tx_time_series		HADES-R/ICM	Experimento Smart-IR
tx_temp	Asterisco: HADES-R/ICM no		
tx_ephemeris			
tx_status	tx_conditional	Si MARÍA-G	tx_deploy
tx_power_stats			vacío
tx_payload*			Datos Fraunhofer_telemetry
tx_power			
tx_temp_stats		Demás:	tx_deploy
tx_temp			vacío
tx_conditional			
tx_status	Si batería baja	tx_status	(en sus respectivos momentos)
tx_power		tx_power	
tx_payload*		tx_temp	
tx_time_series		tx_ephemeris	
tx_temp			
tx_ephemeris			
tx_status	tx_time_series	0	señal pico
tx_sunvector		1	ruido moda
tx_power		2	vbat1
tx_payload*		3	tcpu
tx_ine		4	tpa
tx_temp		5	(tpa+tpb+tpc+tpd)/4
tx_time_series			
tx_time_series			
tx_time_series			

## Transmisiones del módulo del Instituto Fraunhofer

Las transmisiones de este módulo son independientes y se realizan cada 6 minutos, con una duración de 30 segundos.

## Operación del transpondedor

El transpondedor se encuentra apagado tras el lanzamiento, debiéndose activar por telecomando. Una vez activo, puede utilizarse inmediatamente después de cualquier transmisión. En caso de activarse continuará activo hasta el final del minuto, debiendo renovarse después la rotura del squelch.

El transpondedor funciona por nivel sin necesidad de subtonos.

## Más información

Más información, actualizaciones e implementación de la estación de Tierra puede encontrarse en la página web de AMSAT EA, en la sección de proyectos: <https://www.amsat-ea.org/proyectos/>