



HADES-D DESCRIPCIÓN DE TRANSMISIONES

Este documento describe las transmisiones del satélite HADES-D que será lanzado en la misión Transporter-9 de SpaceX.

Modulaciones empleadas:

HADES-D utiliza una modulación FSK con separación de 1000 Hz entre tonos, y una velocidad inicial de 50 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 14 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 Radiómetro (datos radiómetro)
- 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: Sin uso
- Paquete tipo 11: Sin uso
- Paquete tipo 12: SAT-TIERRA Telemetría FSK Efemérides
- Baliza CW SAT-TIERRA (mensaje VVV DE AM1HAD AM1HAD AM1HAD)
- Voz digitalizada en FM SAT-TIERRA (mensaje AM1HAD)

Los paquetes FSK (todos inicialmente a 50 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:

HADES-D

- 145.875 MHz uplink, Modos: voz FM (sin subtono) y FSK 50 bps / 2400 bps, AFSK, AX.25, APRS 1200 / 2400 bps
- 436.666 MHz downlink, Modos: voz del repetidor de FM, baliza voz FM con indicativo AM1HAD, FSK 50 bps / 2400 bps, CW con indicativo AM1HAD

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, HADES-D se encuentra en modo 0 (transpondedor desactivado), siendo necesaria su activación por telecomando.

El satélite dispone 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:

Baliza CW

La baliza CW se transmite cada 5-6 minutos, con el formato:

VVV DE AM1HAD AM1HAD AM1HAD

*La baliza CW, así como otras transmisiones, puede que no se genere 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: Power (potencia), Temp (temperatura), Status (estado del satélite), Power stats (estadísticas de potencia), Temp stats (estadísticas de temperatura), Sunvector (datos sensores de luz), Radiómetro (datos radiómetro), Deploy (datos despliegue de antena), Extended Power stats (datos extendidos de potencia) y Efemérides.

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.

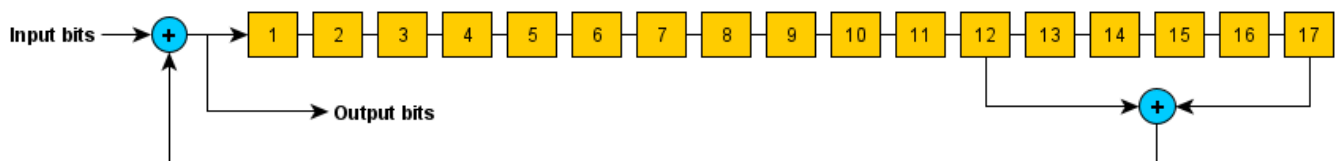
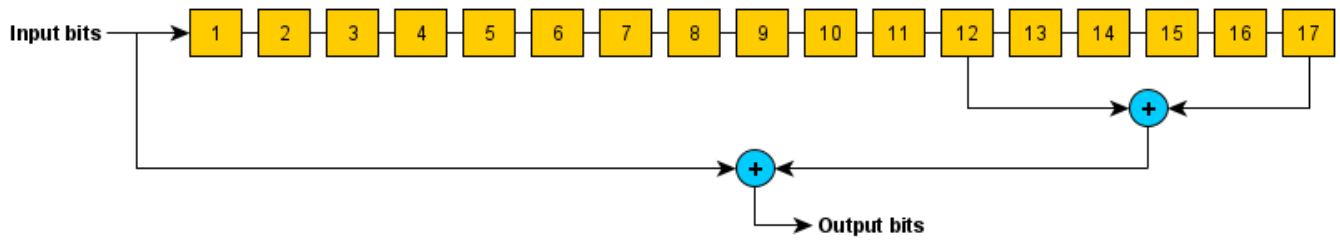


Figura 1. Implementación del registro de desplazamiento para el codificador multiplicativo.

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 D76B05AAD1899747C8.
 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.

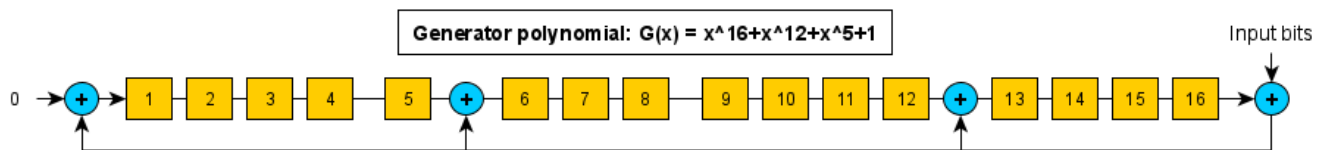


Figura 3. Registro de desplazamiento de 16 bits CRC-CCITT-FALSE.

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

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 siempre 8, al tratarse de HADES-D.

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 en enviado cada 3 minutos, incluso en estados de baja energía. Provee de los datos de potencia generada así como los voltajes y corrientes más representativos del satélite.

ID	Bits	NOMBRE CAMPO	MU	DESCRIPTION
1	64	Training	--	0xAAAAAAAA
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Type	--	Tipo de paquete: 1
4	4	Address	--	direccion origen: 8 para HADES-D
5	8	Spa	mW	SPA (Potencia Panel A) I2C
6	8	Spb	mW	SPB (Potencia Panel B) I2C
7	8	Spc	mW	SPC (Potencia Panel C) I2C
8	8	Spd	mW	SPD (Potencia Panel D) I2C
9	8	Spe	mW	SPE (Potencia Panel E) I2C - Sin uso
10	8	Spf	mW	SPF (Potencia Panel F) I2C - Sin uso
11	12	vbus1	mV	VBUS1 CPU.ADC Salida MPPT
12	12	vbat1	mV	VBAT1 EPS.ADC Lee alimentación BAT, si BE desconectada, sino parecido VBUS, en torno a 4V
13	12	Vcpu	mV	VCPU CPU.ADC Lee alimentación CPU tras convertor DC/DC, entorno a 3V
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 quemado) I2C, en placa EPS
20	8	powerdul1	dBm	Detector de potencia DUL1 (entrada señal principal)
21	8	powerdul455	dBm	Detector de potencia DUL455 (entrada señal IF) - Sin uso
22	8	Vdac	dBm	VDAC - Sin uso
23	16	Checksum	--	Checksum
utiles	208	Bits		
	26,00	Bytes		
total	288	Bits		NOTA: Se scramblea desde address hasta último campo sin incluir checksum
total	36	Bytes		El checksum si incluye type/address hasta final
tiempo	5760	Ms		

Paquete FSK tipo 02: Temperatura

El paquete tipo 02 se envía también cada 3 minutos y contiene las diferentes temperaturas medidas en el sistema. Este paquete se envía incluso en estados de baja energía.

ID	bits	VARIABLE	MU	DESCRIPTION
1	64	Training	--	0xAAAAAAAA
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Type	--	Tipo de paquete: 2

4	4	Address	--	direccion origen: 8 para HADES-D
5	8	Tpa	oC	TPA (Temperatura Panel A) I2C
6	8	Tpb	oC	TPB (Temperatura Panel B) I2C
7	8	Tpc	oC	TPC (Temperatura Panel C) I2C
8	8	Tpd	oC	TPD (Temperatura Panel D) I2C
9	8	Tpe	oC	TPE (Temperatura Panel E) I2C - Not used
10	8	Teps	oC	TEPS (Temperatura EPS) I2C
11	8	Ttx	oC	TTX (Temperatura TX) I2C
12	8	ttx2	oC	TTX2 (Temperatura TX) NTC
13	8	Trx	oC	TRX (Temperatura RX) NTC
14	8	Tcpu	oC	TCPU (Temperatura CPU) ADC
15	16	checksum	--	checksum
utiles	104	Bits		
	13,00	Bytes		8 bits -> Resolución de 0.5 grados partiendo que 0 = <= -40C y 254 = >=87C 255 = ERROR
total	184	Bits		
total	23	Bytes		
tiempo	3680	Ms		

Paquete FSK tipo 03: Status

El paquete tipo 03 contiene información de estado del satélite. Se envía siempre, cada 3 minutos, incluso en estados de baja energía.

ID	bits	VARIABLE	MU	DESCRIPTION
1	64	Training	--	0xAAAAAAAA
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Type	--	Tipo de paquete: 3
4	4	Address	--	direccion origen: 8 para HADES-D
5	32	Sclock	S	tiempo local satelite
6	16	Uptime	M	Uptime en minutos
7	16	Nrun	--	contador encendidos CPU, persistente
8	8	Npayload	--	contador encendidos payload
9	8	Nwire		contador quemados antena
10	4	Nbusdrops	--	contador de busdrops ocurridos
11	4	Lstrst	--	motivo de last reset
12	4	Bate	--	maquina estados bateria 0-F
13	4	Mote	--	Modo del transpondedor: - Modo 0 apagado - Modo 1 FM->FM audiofrecuencia no regenerativo - Modo 2 FSK->FSK regenerativo
14	8	nTasksNotExecuted	--	Tasks lost by scheduler
15	8	antennaDeployed	--	Antenna deployed: 0 not deployed, 1 deployed, 2 unknown status (almost sure not deployed)
16	8	nExtEepromErrors	--	Checksum failures in EEPROM since last check (recoverable)
17	8	failedTaskID	HEX	Id of the last task failed to execute

18	8	mensajeria_habilitada		mensajeria_habilitada? si/no
19	8	strfwd0	HEX	S&F, persistente
20	16	strfwd1	HEX	S&F, persistente
21	16	strfwd2	HEX	S&F, persistente
22	8	strfwd3	HEX	S&F, persistente
23	16	Checksum	--	Checksum
utiles	208	Bits		
	26,00	Bytes		
total	288	Bits		
total	36	Bytes		
tiempo	5760	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	64	Training	--	0xAAAAAAAA
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Type	--	Tipo de paquete: 4
4	4	Address	--	direccion origen: 8 para HADES-D
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	16	minvbus2	mV	MIN VBUS2 EPS.I2C (Tensión VBUS leída en placa EPS)
10	12	minvbus3	mV	MIN VBUS3 CPU.I2C (Tensión VBUS leída en la placa CPU) I2C
11	12	minvbat2	mV	MIN VBAT2 EPS.I2C (Voltaje entrada payload) EPS.I2C Mismo voltaje que batería
12	12	Minibat	mV	MIN IBAT I2C (Corriente entrada/salida a batería) I2C
13	12	Minicpu	mV	MIN ICPU I2C (Corriente entrada placa CPU) I2C
14	12	Minipl	mV	MIN IPL (Corriente quemado) I2C, en placa EPS
15	8	minpowerdul1	dBm	MIN Detector de potencia DUL1 (entrada señal principal)
16	8	minpowerdul455	dBm	MIN Detector de potencia DUL455 (entrada señal IF) - Sin uso
17	8	Minvdac		MIN VDAC - Sin uso
24	12	maxvbus1	mV	MAX VBUS1 CPU.ADC Salida MPPT
25	12	maxvbat1	mV	MAX VBAT1 EPS.ADC Lee alimentación BAT, si BE desonectada, sino parecido VBUS, en torno a 4V
26	12	Maxvcpu	mV	MAX VCPU CPU.ADC Lee alimentación CPU tras conversor DC/DC, entorno a 3V
27	16	maxvbus2	mV	MAX VBUS2 EPS.I2C (Tensión VBUS leída en placa EPS)
28	12	maxvbus3	mV	MAX VBUS3 CPU.I2C (Tensión VBUS leída en la placa CPU) I2C
29	12	maxvbat2	mV	MAX VBAT2 EPS.I2C (Voltaje entrada payload) EPS.I2C Mismo voltaje que batería
30	12	Maxibat	mV	MAX IBAT I2C (Corriente entrada/salida a batería) I2C

31	12	Maxicpu	mV	MAX ICPU I2C (Corriente entrada placa CPU) I2C
32	12	Maxipl	mV	MAX IPL (Corriente quemado) I2C, en placa EPS
33	8	maxpowerdul1	dBm	MAX Detector de potencia DUL1 (entrada señal principal)
34	8	maxpowerdul455	dBm	MAX Detector de potencia DUL455 (entrada señal IF) - Sin uso
35	8	Maxvdac		MAX VDAC - Sin uso
42	12	medvbus1	mV	MED VBUS1 CPU.ADC Salida MPPT
43	12	medvbat1	mV	MED VBAT1 EPS.ADC Lee alimentación BAT, si BE desonectada, sino parecido VBUS, en torno a 4V
44	12	Medvcpu	mV	MED VCPU CPU.ADC Lee alimentación CPU tras conversor DC/DC, entorno a 3V
45	16	medvbus2	mV	MED VBUS2 EPS.I2C (Tensión VBUS leída en placa EPS)
46	12	medvbus3	mV	MED VBUS3 CPU.I2C (Tensión VBUS leída en la placa CPU) I2C
47	12	medvbat2	mV	MED VBAT2 EPS.I2C (Voltaje entrada payload) EPS.I2C Mismo voltaje que batería
48	12	Medibat	mV	MED IBAT I2C (Corriente entrada/salida a batería) I2C
49	12	Medicpu	mV	MED ICPU I2C (Corriente entrada placa CPU) I2C
50	12	Medipl	mV	MED IPL (Corriente quemado) I2C, en placa EPS
51	8	medpowerdul1	dBm	MED Detector de potencia DUL1 (entrada señal principal)
52	8	medpowerdul455	dBm	MED Detector de potencia DUL455 (entrada señal IF) - Sin uso
53	8	Medvdac		MAX VDAC - Sin uso
54	16	checksum	--	Checksum
utiles	432	Bits		
	54,00	Bytes		
total	512	Bits		
total	64	Bytes		
tiempo	10240	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	64	Training	--	0xAAAAAAAA
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Type	--	Tipo de paquete: 5
4	4	Address	--	direccion origen: 8 para HADES-D
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	8	Medtpa	oC	MED TPA (Temperatura Panel A) I2C
27	8	Medtpb	oC	MED TPB (Temperatura Panel B) I2C
28	8	Medtpc	oC	MED TPC (Temperatura Panel C) I2C
29	8	Medtpd	oC	MED TPD (Temperatura Panel D) I2C
30	8	Medtpe	oC	MED TPE (Temperatura Panel D) I2C - Not used
31	8	Medteps	oC	MED TEPS (Temperatura EPS)
32	8	Medttx	oC	MED TTX (Temperatura TX) I2C
33	8	medttx2	oC	MED TTX2 (Temperatura TX) NTC
34	8	Medtrx	oC	MED TRX (Temperatura RX) NTC
35	8	Medtcpu	oC	MED TCPU (Temperatura CPU) ADC
36	16	checksum	--	checksum
utiles	264	Bits		
	33,00	Bytes		
total	344	Bits		
total	43	Bytes		
tiempo	6880	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 o control de orientación.

ID	bits	VARIABLE		DESCRIPTION
1	64	Training	--	0xAAAAAAAA
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Type	--	Tipo de paquete: 6
4	4	Address	--	direccion origen: 8 para HADES-D
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
78	16	checksum	--	Checksum
utiles	1080	Bits		
	135,00	Bytes		

total	1160	Bits		
total	145	Bytes		
tiempo	23200	Ms		

Paquete FSK tipo 07: Radiómetro

El paquete tipo 7 contiene datos del radiómetro. Cada muestra es una media del último minuto, transmitiéndose la información de los últimos 60 minutos.

ID	bits	VARIABLE		DESCRIPTION
1	64	Training	--	0xAAAAAAAA
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Type	--	Tipo de paquete: 7
4	4	Address	--	direccion origen: 8 para HADES-D
5	32	Sclock	S	reloj en segundos en muestra 0
6	8	rad0	--	medida señal minuto 0 (menos actual)
7	8	rad1	--	medida señal minuto 1
8	8	rad2	--	medida señal minuto 2
9	8	rad3	--	medida señal minuto 3
10	8	rad4	--	medida señal minuto 4
11	8	rad5	--	medida señal minuto 5
12	8	rad6	--	medida señal minuto 6
13	8	rad7	--	medida señal minuto 7
14	8	rad8	--	medida señal minuto 8
15	8	rad9	--	medida señal minuto 9
16	8	rad10	--	medida señal minuto 10
17	8	rad11	--	medida señal minuto 11
18	8	rad12	--	medida señal minuto 12
19	8	rad13	--	medida señal minuto 13
20	8	rad14	--	medida señal minuto 14
21	8	rad15	--	medida señal minuto 15
22	8	rad16	--	medida señal minuto 16
23	8	rad17	--	medida señal minuto 17
24	8	rad18	--	medida señal minuto 18
25	8	rad19	--	medida señal minuto 19
26	8	rad20	--	medida señal minuto 20
27	8	rad21	--	medida señal minuto 21
28	8	rad22	--	medida señal minuto 22
29	8	rad23	--	medida señal minuto 23
30	8	rad24	--	medida señal minuto 24
31	8	rad25	--	medida señal minuto 25
32	8	rad26	--	medida señal minuto 26
33	8	rad27	--	medida señal minuto 27
34	8	rad28	--	medida señal minuto 28
35	8	rad29	--	medida señal minuto 29
36	8	rad30	--	medida señal minuto 30

37	8	rad31	--	medida señal minuto 31
38	8	rad32	--	medida señal minuto 32
39	8	rad33	--	medida señal minuto 33
40	8	rad34	--	medida señal minuto 34
41	8	rad35	--	medida señal minuto 35
42	8	rad36	--	medida señal minuto 36
43	8	rad37	--	medida señal minuto 37
44	8	rad38	--	medida señal minuto 38
45	8	rad39	--	medida señal minuto 39
46	8	rad40	--	medida señal minuto 40
47	8	rad41	--	medida señal minuto 41
48	8	rad42	--	medida señal minuto 42
49	8	rad43	--	medida señal minuto 43
50	8	rad44	--	medida señal minuto 44
51	8	rad45	--	medida señal minuto 45
52	8	rad46	--	medida señal minuto 46
53	8	rad47	--	medida señal minuto 47
54	8	rad48	--	medida señal minuto 48
55	8	rad49	--	medida señal minuto 49
56	8	rad50	--	medida señal minuto 50
57	8	rad51	--	medida señal minuto 51
58	8	rad52	--	medida señal minuto 52
59	8	rad53	--	medida señal minuto 53
60	8	rad54	--	medida señal minuto 54
61	8	rad55	--	medida señal minuto 55
62	8	rad56	--	medida señal minuto 56
63	8	rad57	--	medida señal minuto 57
64	8	rad58	--	medida señal minuto 58
65	8	rad59	--	medida señal minuto 59
66	16	Checksum	--	Checksum
utiles	536	Bits		
	67,00	Bytes		
total	616	Bits		
total	77	Bytes		
tiempo	12320	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	64	Training	--	0xA0000000
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Type	--	Tipo de paquete: 8
4	4	Address	--	direccion origen: 8 para HADES-D
5	16	v1oc		v1oc; //medida con INA-lado-PL

6	16	v1		v1
7	16	i1		i1
8	16	ilpk		ilpk
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	4	state_begin:1;		state_begin:1;
16	2	state_end:1;		state_end:1;
17	1	state_now:1;		state_now:1;
18	1	enable:1;		enable:1;
19	8	Counter		counter;
20	8	Tmp		tmp; //temperatura del sistema
26	16	checksum		Checksum
utiles	224	Bits		
	28,00	Bytes		
total	304	Bits		
total	38	Bytes		
tiempo	6080	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	64	Training	--	0xAIAAAAAAAAA
2	16	Sync	--	0xBF35
3	4	Type	--	Tipo de paquete: 9
4	4	Address	--	direccion origen: 8 para HADES-D
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
54	16	Checksum	--	Checksum
utiles	984	Bits		
	123,00	Bytes		
total	1064	Bits		
total	133	Bytes		
tiempo	21280	Ms		

Paquete FSK tipo 10

Este paquete no se utiliza en este satélite.

Paquete FSK tipo 11

Este paquete no se utiliza en este satélite.

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	64	training	--	0xAAAAAAAA
2	16	sync	--	0xBF35
3	4	type	--	Tipo de paquete: 12
4	4	address	--	direccion de origen: 8 para HADES-D
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	592	bits		
total	74	bytes		
tiempo	11840	ms		

Patrón de tiempos de la telemetría FSK, CW y transpondedor

HADES-D tiene 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 de 12 minutos. Al comienzo de cada minuto un paquete de status, power o temp es enviado siempre bajo cualquier circunstancia. En el segundo 30, si no se ha roto antes el nivel de squelch que activa el transpondedor (puede ser activado justo después de cada transmisión), se transmite, dependiendo del minuto, una transmisión de baliza de voz (voice), de morse (CW), un paquete de efemérides, etc.

Sunvector/radiometer indica que la primera vez se transmite el paquete sunvector, y en el siguiente ciclo (pasados 12 minutos) el de radiómetro.

Patrón en modo debug:

MIN	TLM (s0)	REPEATER	TLM (s30)	REPEATER
0	STATUS	RX>TX	VOICE	RX>TX
1	POWER	RX>TX	CW	RX>TX
2	TEMP	RX>TX	EPHEMERIS	RX>TX
3	STATUS	RX>TX	POWER STATS	RX>TX
4	POWER	RX>TX	TEMP STATS	RX>TX
5	TEMP	RX>TX	DEPLOY	RX>TX
6	STATUS	RX>TX	VOICE	RX>TX
7	POWER	RX>TX	CW	RX>TX
8	TEMP	RX>TX	EPHEMERIS	RX>TX
9	STATUS	RX>TX	SUNVECTOR/RADIOMETER	RX>TX
10	POWER	RX>TX	EXT POWER STATS (INA)	RX>TX
11	TEMP	RX>TX		RX>TX
goto_0				

Patrón en modo operación:

MIN	TLM (s0)	REPEATER	TLM (s30)	REPEATER
0		RX>TX		RX>TX
1		RX>TX		RX>TX
2		RX>TX	EPHEMERIS	RX>TX
goto_0				

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 tras una transmisión de status, power o temp, continuará activo hasta el final del minuto. Los paquetes status, power y temp siempre cortan el transpondedor. Los demás paquetes, así como las balizas de voz y CW no se transmiten si el transpondedor está en uso.

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/>

QSLs

La recepción de telemetría será recompensada con una QSL impresa. Por favor, envía tus informes a: genesis@amsat-ea.org o por correo postal:

AMSAT EA
Apartado de correos 74001
28080 MADRID
ESPAÑA