

# EASAT-2 Y HADES - DESCRIPCIÓN DE TRANSMISIONES



Los satélites EASAT-2 y HADES de AMSAT EA emplean un sistema de modulación FSK a 50 bits por segundo para la telemetría, así como Morse a 32 palabras por minuto en sus transmisiones de baliza. Se dispone también de la capacidad de retransmitir datos y voz, como se describe más adelante.

## *Resumen de transmisiones:*

Son 9 los tipos de transmisiones realizadas:

- Telemetría FSK rápida (cada 60 segundos)
- Telemetría FSK lenta (2 veces cada 14 minutos)
- Telemetría FSK de estadísticas (cada 14 minutos)
- Baliza CW (cada 14 minutos)
- Vocoder FM (voz digitalizada) (cada 2 minutos)
- SSTV Robot36 (cada 14 minutos, solo HADES)
- Datos FSK experimento spin (cada 14 minutos)
- Datos FSK experimento radiómetro (cada 14 minutos)
- Datos FSK experimento basáltico lunar (cada 14 minutos, solo EASAT-2)

Aparte de estas transmisiones generadas en los satélites, dos tipos de retransmisiones están disponibles como servicio para usuarios de estaciones en Tierra:

- Retransmisiones de voz en FM
- Retransmisiones de datos FSK a 50 bits por segundo

## *Frecuencias de trabajo y modos*

Las frecuencias de trabajo coordinadas con la IARU son las siguientes:

### EASAT-2 (SO-114)

- 145.875 MHz uplink, Modos: voz FM (sin subtono) y FSK 50 bps
- 436.666 MHz (observado 436.680 MHz) downlink CW, FSK 50 bps, baliza voz FM con indicativo AM5SAT

### HADES (SO-115)

- 145.925 MHz uplink, Modos: voz FM (sin subtono) y FSK 50 bps
- 436.888 MHz (observado 436.898 MHz) downlink CW FSK 50 bps, SSTV Robot 36, baliza voz FM con indicativo AM6SAT

En caso de que el satélite se halle en modo repetidor de voz FM, éste es activado por nivel sin necesidad de subtono.

Para el caso de los paquetes FSK, cuando el transpondedor digital está activo, las señales recibidas son muestreadas 100 veces por segundo. Si su nivel es de 6dB sobre el ruido, serán restauradas digitalmente y enviadas al módulo de transmisiones.

La capacidad de repetidor, tanto de fonía como de FSK, está disponible si el satélite ha sido activado para dicha funcionalidad desde Tierra. Dicha activación se producirá una vez se compruebe el correcto funcionamiento de los satélites, los cuales, inicialmente, se encuentran configurados para funcionar tan solo cuando reciben luz solar.

Los satélites disponen de capacidad de Almacenamiento y Reenvío (Store & Forward) limitada, (byte a byte), implementada de manera conceptual y gestionada únicamente mediante telecomandos enviados desde Control de Misión en URE Madrid.

## Formato de transmisiones

El formato de cada transmisión es como sigue:

### Baliza CW

La baliza CW se envía a 32 palabras por minuto, cada 14 minutos. Un ejemplo de mensaje transmitido es:

EASAT-2: VVV DE AM5SAT AM5SAT EASAT2 HI HI

HADES: VVV DE AM6SAT AM6SAT HADES HI HI

Otros 19 tipos distintos de mensaje son enviados con saludos desde el espacio en castellano e inglés.

\*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

En EASAT-2 y HADES, los paquetes FSK pueden ser de seis tipos: telemetría rápida, lenta, de estadísticas, de determinación de spin, de datos del radiómetro y de datos del experimento basáltico (solo EASAT-2). Cada uno de ellos es generado en el momento de su transmisión. Los bytes son enviados en formato 'primero LSB' (primero el bit menos 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 secuencia de entrenamiento, los bytes de sincronización (campos 1, 2 y 3 en todos los paquetes) así como los de CRC del 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.

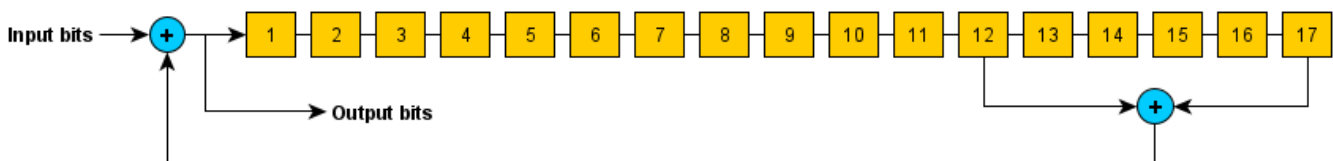


Figura 1. Implementación del registro de desplazamiento para el codificador multiplicativo.

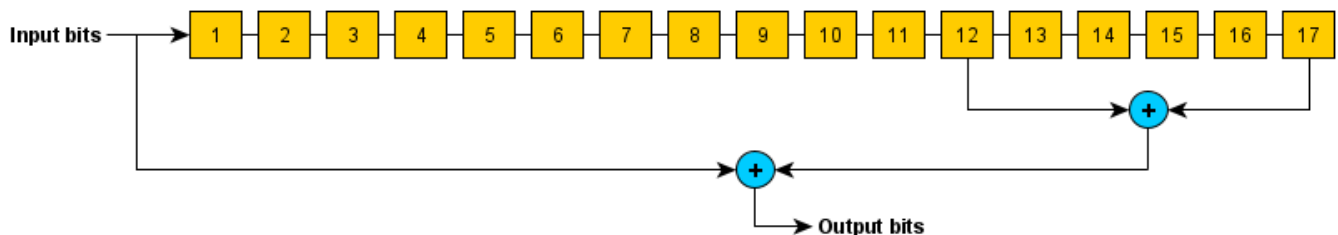


Figura 2. Implementación del registro de desplazamiento para el decodificador multiplicativo.

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.

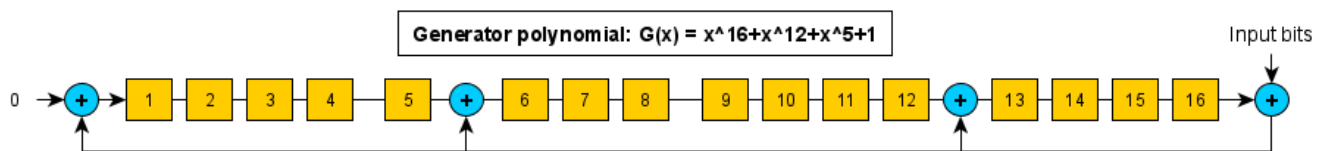
**Ejemplo:**

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.

- 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.

**Descripción de los paquetes**

Los campos son enviados siempre con formato LSB primero, es decir, el bit menos significativo es el primero en enviarse.

**Paquete FSK tipo 01: Telemetría rápida**

El paquete tipo 01 (secuencia 0, tipo 1) corresponde con la telemetría más frecuente (rápida). Es enviado cada 60 segundos, incluso en estados de baja energía. Provee de los datos más representativos relativos al estado del satélite.

Tabla 1 Descripción del paquete de telemetría frecuente en EASAT-2 y HADES

Field ID	Length in bits	Field name	Magnitude	Field description and value
1	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
2	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
3	8	Sync	--	Sync sequence (0x33)
4	2	Seq	--	<b>00</b>
5	4	Address	--	2 EASAT-2, 3 HADES
6	2	Type	--	<b>Packet type (0x1)</b>
7	5	Free	--	Unimplemented
8	10	ixp	uA	XP panel current
9	10	pwrdet_filtred	uA	Uplink power detector filtered
10	10	iyp	uA	YP panel current
11	10	iynd	uA	YN panel current
12	10	izp	uA	ZP panel current
13	10	iznd	uA	ZN panel current
14	10	vbat	mV	Battery voltage
15	10	vbus	mV	EPS bus voltage

16	10	vcpu	mV	CPU voltage
17	10	vmpt		MPPT DAC status (3 bits)
18	10	pwrdet	dBm	Uplink power detector instant value
19	5	num_syncs	--	Number of packet syncs detected [0-31] cyclic
20	16	checksum	--	Packet checksum

Tabla 2 Resumen del paquete de telemetría rápida en EASAT-2 y HADES

Useful data	152	Bits
Useful data	19	Bytes
Full packet length	216	Bits
Transmission time	4320	ms

## Paquete FSK tipo 02: Telemetría lenta

El paquete tipo 02 está relacionado con el envío de parámetros de telemetría menos frecuente y relativa a información como temperaturas, número de resets o el tiempo desde el último encendido. Este tipo de paquete es enviado 2 veces cada 14 minutos.

Tabla 3 Descripción del paquete de telemetría lenta en EASAT-2 y HADES

Field ID	Lenght in bits	Field name	Magnitude	Field description and value
1	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
2	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
3	8	Sync	--	Sync sequence (0x33)
4	2	Seq	--	00
5	4	Address	--	2 EASAT-2, 3 HADES
6	2	Type	--	Packet type (0x2)
7	2	Free	--	Unimplemented
8	10	Ttx	Celsius	TX module temperature
9	10	Trx	Celsius	RX module temperature
10	10	Tbat	Celsius	Battery temperature
11	10	Txp	Celsius	XP panel temperature
12	10	Txn	Celsius	XN panel temperature
13	10	Typ	Celsius	YP panel temperature
14	10	Tyn	Celsius	YN panel temperature
15	10	Tzp	Celsius	ZP panel temperature
16	10	Tzn	Celsius	ZN panel temperature
17	16	Mptx	seconds	MPPT X time active
18	16	Mpty	seconds	MPPT Y time active
19	16	Mptz	seconds	MPPT Z time active
20	16	Mptxyz	seconds	MPPT XYZ time active
21	24	Sclock	Seconds	Local time at satellite (3 LSB bytes of 4)
22	16	Nrun	--	CPU runs since deployment
23	8	checksume2p	HEX	EEPROM checksum
24	16	Uptime	Minutes	Uptime
25	12	nSSTVstone	--	On board experiment activations
26	8	Alarms	HEX	Status flags [SOL 6 5 4 3 E2P RAM ROM]
27	16	orb_period	Seconds	Estimated orbital period
28	4	Bate	HEX	Battery status (0-F)
29	4	Mote	HEX	Mode 0 repeater off

				Mode 1 FM->FM audiofrecuencia Mode 2 AM->FM audiofrecuencia Mode 3 FSK->FSK 100 Hz Mode 4 ASK->FSK 100 Hz (reduced bandwidth) Mode 5 ASK->FSK interrupt controlled for signal time measurement Mode 6 FSK+ASK->FSK (packet retransmission with right CRC)
<b>30</b>	4	Busdrop	--	VBUS drop counter
<b>31</b>	4	Lastreset	HEX	Last reset reason WD PD POR BOR (12 is OK, other means anomaly)
<b>32</b>	8	strfwd1	HEX	Store & forward byte 1
<b>33</b>	8	strfwd2	HEX	Store & forward byte 2
<b>34</b>	8	strfwd3	HEX	Store & forward byte 3
<b>35</b>	8	strfwd4	HEX	Store & forward byte 4
<b>36</b>	16	Checksum	--	Packet checksum

Los paquetes de telemetría lenta pueden no ser enviados en caso de estado de baja energía.

Tabla 4 Resumen del paquete de telemetría lenta en EASAT-2 y HADES

<b>Useful data</b>	<b>336</b>	<b>bits</b>
<b>Useful data</b>	<b>42</b>	<b>bytes</b>
<b>Full packet length</b>	<b>400</b>	<b>bits</b>
<b>Transmission time</b>	<b>8000</b>	<b>ms</b>

### Paquete FSK tipo 03: Telemetría de estadísticas

El paquete tipo 03 contiene estadísticas y datos que han sido almacenados a lo largo de la órbita y tiene la forma de máximos y mínimos voltajes, corrientes y temperaturas.

Tabla 5 Descripción del paquete de telemetría de estadísticas en EASAT-2 y HADES

Field ID	Lenght in bits	Field name	Magnitude	Field description and value
<b>1</b>	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
<b>2</b>	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
<b>3</b>	8	Sync	--	Sync sequence (0x33)
<b>4</b>	2	Seq	--	<b>00</b>
<b>5</b>	4	Address	--	2 EASAT-2, 3 HADES
<b>6</b>	2	Type	--	<b>Packet type (0x3)</b>
<b>7</b>	4	Free	--	Unimplemented
<b>8</b>	8	ttx_pk+	Celsius	Transmitter max temperature
<b>9</b>	8	trx_pk+	Celsius	Receiver max temperature
<b>10</b>	8	tba_pk+	Celsius	Battery max temperature
<b>11</b>	8	txp_pk+	Celsius	XP panel max temperature
<b>12</b>	8	txn_pk+	Celsius	XN panel max temperature
<b>13</b>	8	typ_pk+	Celsius	YP panel max temperature
<b>14</b>	8	tyn_pk+	Celsius	YN panel max temperature
<b>15</b>	8	tzp_pk+	Celsius	ZP panel max temperature
<b>16</b>	8	tzn_pk+	Celsius	ZN panel max temperature

17	8	ttx_pk-	Celsius	Transmitter min temperature
18	8	trx_pk-	Celsius	Receiver min temperature
19	8	tba_pk-	Celsius	Battery min temperature
20	8	txp_pk-	Celsius	XP panel min temperature
21	8	txn_pk-	Celsius	XN panel min temperature
22	8	typ_pk-	Celsius	YP panel min temperature
23	8	tyn_pk-	Celsius	YN panel min temperature
24	8	tzp_pk-	Celsius	ZP panel min temperature
25	8	tzn_pk-	Celsius	ZN panel min temperature
26	16	ixp_pk+	uA	XP panel max current
27	16	ixn_pk+	uA	XN panel max current
28	16	iyp_pk+	uA	YP panel max current
29	16	iyn_pk+	uA	YN panel max current
30	16	izp_pk+	uA	ZP panel max current
31	16	izn_pk+	uA	ZN panel max current
32	20	ixp_acc	uA*t	Accumulated current panel XP
33	20	ixn_acc	uA*t	Accumulated current panel XN
34	20	iyp_acc	uA*t	Accumulated current panel YP
35	20	iyn_acc	uA*t	Accumulated current panel YN
36	20	izp_acc	uA*t	Accumulated current panel ZP
37	20	izn_acc	uA*t	Accumulated current panel ZN
38	10	vbus_pk+	mV	Bus max voltaje
39	10	vbat_pk+	mV	Battery max voltaje
40	10	vcpu_pk+	mV	CPU max voltage
41	10	pk+ vmpt	mV	MPPT DAC max voltage
42	10	vbus_pk-	mV	Bus min voltage
43	10	vbat_pk-	mV	Battery min voltaje
44	10	vcpu_pk-	mV	CPU min voltage
45	10	pk- vmpt	mV	MPPT DAC min voltaje
46	16	ix+	uA	X axis max current
47	16	iy+	uA	Y axis max current
48	16	iz+	uA	Z axis max current
49	16	isolar+	uA	Max solar current
50	16	ibus+	uA	Max bus current
51	16	ibatp+	uA	Max battery out current
52	16	ibatn+	uA	Max battery in current
53	20	ix_acc	uA*t	X axis accumulated current
54	20	iy_acc	uA*t	Y axis accumulated current
55	20	iz_acc	uA*t	Z axis accumulated current
56	20	isolar_acc	uA*t	Accumulated solar current
57	20	ibus_acc	uA*t	Accumulated bus current
58	20	ibatp_acc	uA*t	Accumulated battery out current
59	20	ibatn_acc	uA*t	Accumulated battery in current
60	16	<b>Checksum</b>	--	Packet checksum

Las estadísticas en los paquetes tipo 03 son inicializadas cada 12 horas. Este tipo de paquete puede no ser transmitido en caso de estado de baja energía.

Tabla 6 Resumen del paquete de telemetría de estadísticas en EASAT-2 y HADES

Useful data	728	bits
Useful data	91	bytes
Full packet length	792	bits
Transmission time	15840	ms

## Paquete FSK tipo 11: Telemetría de spin

El paquete tipo 11 contiene información de las corrientes de los paneles solares en distintos momentos del tiempo. Con esta información se puede intentar determinar el spin (giro) del satélite.

Tabla 7 Descripción del paquete de spin en EASAT-2 y HADES

Field ID	Lenght in bits	Field name	Magnitude	Field description and value
1	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
2	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
3	8	Sync	--	Sync sequence (0x33)
4	2	Seq	--	<b>01</b>
5	4	Address	--	2 EASAT-2, 3 HADES
6	2	Type	--	<b>Packet type (0x1)</b>
7	4	Free	--	Unimplemented
8	32	Sclock	s	reloj en segundos en muestra 0
9	10	ixp0	uA	corriente panel XP instante 0
10	10	ixn0	uA	corriente panel XN instante 0
11	10	iyp0	uA	corriente panel YP instante 0
12	10	iyn0	uA	corriente panel YN instante 0
13	10	izp0	uA	corriente panel ZP instante 0
14	10	izn0	uA	corriente panel ZN instante 0
15	10	ixp1	uA	corriente panel XP instante 1
16	10	ixn1	uA	corriente panel XN instante 1
17	10	iyp1	uA	corriente panel YP instante 1
18	10	iyn1	uA	corriente panel YN instante 1
19	10	izp1	uA	corriente panel ZP instante 1
20	10	izn1	uA	corriente panel ZN instante 1
21	10	ixp2	uA	corriente panel XP instante 2
22	10	ixn2	uA	corriente panel XN instante 2
23	10	iyp2	uA	corriente panel YP instante 2
24	10	iyn2	uA	corriente panel YN instante 2
25	10	izp2	uA	corriente panel ZP instante 2
26	10	izn2	uA	corriente panel ZN instante 2
27	10	ixp3	uA	corriente panel XP instante 3
28	10	ixn3	uA	corriente panel XN instante 3
29	10	iyp3	uA	corriente panel YP instante 3
30	10	iyn3	uA	corriente panel YN instante 3
31	10	izp3	uA	corriente panel ZP instante 3
32	10	izn3	uA	corriente panel ZN instante 3
33	10	ixp4	uA	corriente panel XP instante 4
34	10	ixn4	uA	corriente panel XN instante 4
35	10	iyp4	uA	corriente panel YP instante 4
36	10	iyn4	uA	corriente panel YN instante 4

37	10	izp4	uA	corriente panel ZP instante 4
38	10	izn4	uA	corriente panel ZN instante 4
39	10	ixp5	uA	corriente panel XP instante 5
40	10	ixn5	uA	corriente panel XN instante 5
41	10	iyp5	uA	corriente panel YP instante 5
42	10	iyn5	uA	corriente panel YN instante 5
43	10	izp5	uA	corriente panel ZP instante 5
44	10	izn5	uA	corriente panel ZN instante 5
45	10	ixp6	uA	corriente panel XP instante 6
46	10	ixn6	uA	corriente panel XN instante 6
47	10	iyp6	uA	corriente panel YP instante 6
48	10	iyn6	uA	corriente panel YN instante 6
49	10	izp6	uA	corriente panel ZP instante 6
50	10	izn6	uA	corriente panel ZN instante 6
51	10	ixp7	uA	corriente panel XP instante 7
52	10	ixn7	uA	corriente panel XN instante 7
53	10	iyp7	uA	corriente panel YP instante 7
54	10	iyn7	uA	corriente panel YN instante 7
55	10	izp7	uA	corriente panel ZP instante 7
56	10	izn7	uA	corriente panel ZN instante 7
57	10	ixp8	uA	corriente panel XP instante 8
58	10	ixn8	uA	corriente panel XN instante 8
59	10	iyp8	uA	corriente panel YP instante 8
60	10	iyn8	uA	corriente panel YN instante 8
61	10	izp8	uA	corriente panel ZP instante 8
62	10	izn8	uA	corriente panel ZN instante 8
63	10	ixp9	uA	corriente panel XP instante 9
64	10	ixn9	uA	corriente panel XN instante 9
65	10	iyp9	uA	corriente panel YP instante 9
66	10	iyn9	uA	corriente panel YN instante 9
67	10	izp9	uA	corriente panel ZP instante 9
68	10	izn9	uA	corriente panel ZN instante 9
69	10	ixp10	uA	corriente panel XP instante 10
70	10	ixn10	uA	corriente panel XN instante 10
71	10	iyp10	uA	corriente panel YP instante 10
72	10	iyn10	uA	corriente panel YN instante 10
73	10	izp10	uA	corriente panel ZP instante 10
74	10	izn10	uA	corriente panel ZN instante 10
75	10	ixp11	uA	corriente panel XP instante 11
76	10	ixn11	uA	corriente panel XN instante 11
77	10	iyp11	uA	corriente panel YP instante 11
78	10	iyn11	uA	corriente panel YN instante 11
79	10	izp11	uA	corriente panel ZP instante 11
80	10	izn11	uA	corriente panel ZN instante 11
81	10	ixp12	uA	corriente panel XP instante 12
82	10	ixn12	uA	corriente panel XN instante 12
83	10	iyp12	uA	corriente panel YP instante 12
84	10	iyn12	uA	corriente panel YN instante 12
85	10	izp12	uA	corriente panel ZP instante 12
86	10	izn12	uA	corriente panel ZN instante 12
87	10	ixp13	uA	corriente panel XP instante 13



88	10	ixn13	uA	corriente panel XN instante 13
89	10	iyp13	uA	corriente panel YP instante 13
90	10	iyn13	uA	corriente panel YN instante 13
91	10	izp13	uA	corriente panel ZP instante 13
92	10	izn13	uA	corriente panel ZN instante 13
93	10	ixp14	uA	corriente panel XP instante 14
94	10	ixn14	uA	corriente panel XN instante 14
95	10	iyp14	uA	corriente panel YP instante 14
96	10	iyn14	uA	corriente panel YN instante 14
97	10	izp14	uA	corriente panel ZP instante 14
98	10	izn14	uA	corriente panel ZN instante 14
99	16	checksum	--	checksum

Tabla 8 Resumen del paquete de telemetría de spin en EASAT-2 y HADES

<b>Useful data</b>	<b>968</b>	<b>bits</b>
<b>Useful data</b>	<b>121</b>	<b>bytes</b>
<b>Full packet length</b>	<b>1032</b>	<b>bits</b>
<b>Transmission time</b>	<b>20640</b>	<b>ms</b>

## Paquete FSK tipo 12: Radiómetro

El paquete tipo 12 contiene información del experimento de radiómetro (una muestra de la señal medida en VHF en tomada durante los últimos 90 minutos a lo largo de la órbita).

Tabla 9 Descripción del paquete de radiómetro en EASAT-2 y HADES

Field ID	Lenght in bits	Field name	Magnitude	Field description and value
1	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
2	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
3	8	Sync	--	Sync sequence (0x33)
4	2	Seq	--	<b>01</b>
5	4	Address	--	2 EASAT-2, 3 HADES
6	2	Type	--	<b>Packet type (0x2)</b>
7	4	Free	--	Unimplemented
8	32	Sclock	S	reloj en segundos en muestra 0
9	10	rad0	--	medida señal minuto 0 (menos actual)
10	10	rad1	--	medida señal minuto 1
11	10	rad2	--	medida señal minuto 2
12	10	rad3	--	medida señal minuto 3
13	10	rad4	--	medida señal minuto 4
14	10	rad5	--	medida señal minuto 5
15	10	rad6	--	medida señal minuto 6
16	10	rad7	--	medida señal minuto 7
17	10	rad8	--	medida señal minuto 8
18	10	rad9	--	medida señal minuto 9
19	10	rad10	--	medida señal minuto 10
20	10	rad11	--	medida señal minuto 11
21	10	rad12	--	medida señal minuto 12
22	10	rad13	--	medida señal minuto 13

23	10	rad14	--	medida señal minuto 14
24	10	rad15	--	medida señal minuto 15
25	10	rad16	--	medida señal minuto 16
26	10	rad17	--	medida señal minuto 17
27	10	rad18	--	medida señal minuto 18
28	10	rad19	--	medida señal minuto 19
29	10	rad20	--	medida señal minuto 20
30	10	rad21	--	medida señal minuto 21
31	10	rad22	--	medida señal minuto 22
32	10	rad23	--	medida señal minuto 23
33	10	rad24	--	medida señal minuto 24
34	10	rad25	--	medida señal minuto 25
35	10	rad26	--	medida señal minuto 26
36	10	rad27	--	medida señal minuto 27
37	10	rad28	--	medida señal minuto 28
38	10	rad29	--	medida señal minuto 29
39	10	rad30	--	medida señal minuto 30
40	10	rad31	--	medida señal minuto 31
41	10	rad32	--	medida señal minuto 32
42	10	rad33	--	medida señal minuto 33
43	10	rad34	--	medida señal minuto 34
44	10	rad35	--	medida señal minuto 35
45	10	rad36	--	medida señal minuto 36
46	10	rad37	--	medida señal minuto 37
47	10	rad38	--	medida señal minuto 38
48	10	rad39	--	medida señal minuto 39
49	10	rad40	--	medida señal minuto 40
50	10	rad41	--	medida señal minuto 41
51	10	rad42	--	medida señal minuto 42
52	10	rad43	--	medida señal minuto 43
53	10	rad44	--	medida señal minuto 44
54	10	rad45	--	medida señal minuto 45
55	10	rad46	--	medida señal minuto 46
56	10	rad47	--	medida señal minuto 47
57	10	rad48	--	medida señal minuto 48
58	10	rad49	--	medida señal minuto 49
59	10	rad50	--	medida señal minuto 50
60	10	rad51	--	medida señal minuto 51
61	10	rad52	--	medida señal minuto 52
62	10	rad53	--	medida señal minuto 53
63	10	rad54	--	medida señal minuto 54
64	10	rad55	--	medida señal minuto 55
65	10	rad56	--	medida señal minuto 56
66	10	rad57	--	medida señal minuto 57
67	10	rad58	--	medida señal minuto 58
68	10	rad59	--	medida señal minuto 59
69	10	rad60	--	medida señal minuto 60
70	10	rad61	--	medida señal minuto 61
71	10	rad62	--	medida señal minuto 62
72	10	rad63	--	medida señal minuto 63
73	10	rad64	--	medida señal minuto 64

74	10	rad65	--	medida señal minuto 65
75	10	rad66	--	medida señal minuto 66
76	10	rad67	--	medida señal minuto 67
77	10	rad68	--	medida señal minuto 68
78	10	rad69	--	medida señal minuto 69
79	10	rad70	--	medida señal minuto 70
80	10	rad71	--	medida señal minuto 71
81	10	rad72	--	medida señal minuto 72
82	10	rad73	--	medida señal minuto 73
83	10	rad74	--	medida señal minuto 74
84	10	rad75	--	medida señal minuto 75
85	10	rad76	--	medida señal minuto 76
86	10	rad77	--	medida señal minuto 77
87	10	rad78	--	medida señal minuto 78
88	10	rad79	--	medida señal minuto 79
89	10	rad80	--	medida señal minuto 80
90	10	rad81	--	medida señal minuto 81
91	10	rad82	--	medida señal minuto 82
92	10	rad83	--	medida señal minuto 83
93	10	rad84	--	medida señal minuto 84
94	10	rad85	--	medida señal minuto 85
95	10	rad86	--	medida señal minuto 86
96	10	rad87	--	medida señal minuto 87
97	10	rad88	--	medida señal minuto 88
98	10	rad89	--	medida señal minuto 89 (más actual)
99	16	checksum	--	checksum

Tabla 10 Resumen del paquete de telemetría de radiómetro en EASAT-2 y HADES

Useful data	968	bits
Useful data	121	bytes
Full packet length	1032	bits
Transmission time	20640	ms

### Paquete FSK tipo 13: Datos de experimento de material basáltico (sólo EASAT-2)

El paquete tipo 13 contiene información del experimento de material basáltico susceptible de utilizarse para construcciones den la Luna. Este paquete solo se transmite en el caso de EASAT-2.

Tabla 11 Descripción del paquete de experimento de material basáltico (EASAT-2)

Field ID	Lenght in bits	Field name	Magnitude	Field description and value
1	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
2	32	Training	--	Training sync header (0x55555555)
3	8	Sync	--	Sync sequence (0x33)
4	2	Seq	--	01
5	4	Address	--	2 (EASAT-2)
6	2	Type	--	Packet type (0x3)
7	0	Free	--	Unimplemented
8	32	sclock	--	Reloj en segundos de cuando se tomó la muestra

9	12	freq0_real	--	muestra en freq 0 parte real
10	12	freq0_imag	--	muestra en freq 0 parte imaginaria
11	12	freq1_real	--	muestra en freq 1 parte real
12	12	freq1_imag	--	muestra en freq 1 parte imaginaria
13	12	freq2_real	--	muestra en freq 2 parte real
14	12	freq2_imag	--	muestra en freq 2 parte imaginaria
15	12	freq3_real	--	muestra en freq 3 parte real
16	12	freq3_imag	--	muestra en freq 3 parte imaginaria
17	12	freq4_real	--	muestra en freq 4 parte real
18	12	freq4_imag	--	muestra en freq 4 parte imaginaria
19	12	freq5_real	--	muestra en freq 5 parte real
20	12	freq5_imag	--	muestra en freq 5 parte imaginaria
21	12	freq6_real	--	muestra en freq 6 parte real
22	12	freq6_imag	--	muestra en freq 6 parte imaginaria
23	12	freq7_real	--	muestra en freq 7 parte real
24	12	freq7_imag	--	muestra en freq 7 parte imaginaria
25	12	freq8_real	--	muestra en freq 8 parte real
26	12	freq8_imag	--	muestra en freq 8 parte imaginaria
27	16	Checksum	--	checksum

Tabla 12 Resumen del paquete de telemetría del experimento de material basáltico en EASAT-2

<b>Useful data</b>	<b>280</b>	<b>bits</b>
<b>Useful data</b>	<b>35</b>	<b>bytes</b>
<b>Full packet length</b>	<b>344</b>	<b>bits</b>
<b>Transmission time</b>	<b>6880</b>	<b>ms</b>

### Patrón de tiempos de la telemetría, CW, SSTV y transpondedor

Las transmisiones siguen un patrón cíclico de 14 minutos. Al comienzo de cada minuto un paquete de telemetría rápida es enviado siempre bajo cualquier circunstancia. En el segundo 30, si no se ha roto antes el nivel de squelch que activa el transpondedor y el minuto es el primero, un paquete de telemetría lenta es enviado también. Si el minuto es el segundo, una transmisión del vocoder con el indicativo, etc. Así sucesivamente. La comparación de longitudes entre los distintos tipos de transmisiones y el tiempo disponible para el transpondedor de voz FM y datos FSK se muestra a continuación:

Tabla 13 Comparativa de la duración de las diferentes transmisiones

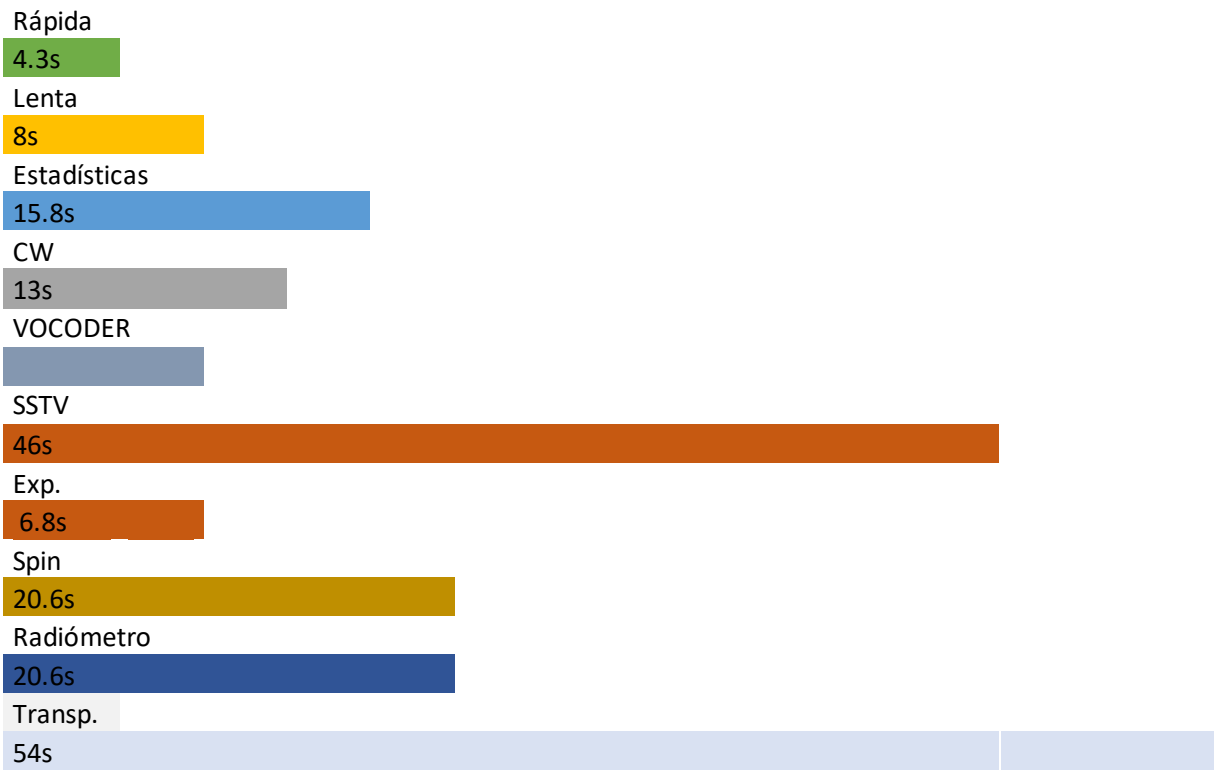


Tabla 14 Patrón de transmisiones (cíclico)

	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
Minuto 0	Rápida	Transpond.							Lenta							
Minuto 1	Rápida	Transpond.							VOCODER							
Minuto 2	Rápida	Transpond.							Estadísticas							
Minuto 3	Rápida	Transpond.							VOCODER							
Minuto 4	Rápida	Transpond.							CW							
Minuto 5	Rápida	Transpond.							VOCODER							
Minuto 6	Rápida	Transpond.	SSTV/Exp.													
Minuto 7	Rápida	Transpond.							VOCODER							
Minuto 8	Rápida	Transpond.							Lenta							
Minuto 9	Rápida	Transpond.							VOCODER							
Minuto 10	Rápida	Transpond.							Telemetría SPIN							
Minuto 11	Rápida	Transpond.							VOCODER							
Minuto 12	Rápida	Transpond.							Telemetría radiómetro							
Minuto 13	Rápida	Transpond.							VOCODER							

### Operación del transpondedor

El transpondedor puede utilizarse justo inmediatamente después del paquete de telemetría rápida. Se dispone de 22 segundos para romper el nivel de squelch. El nivel debe romperse durante al menos 2 segundos aproximadamente. Si no es así, se generará la telemetría correspondiente en el segundo 30 y ya será necesario esperar al siguiente minuto (a la siguiente transmisión de telemetría rápida) para volver a intentar activarlo. En caso de que se haya roto el nivel squelch, el transpondedor queda activo inmediatamente desde ese momento hasta el final del minuto, no generándose la telemetría/VOCODER del segundo 30. Por lo tanto, se dispone, cada minuto, de aproximadamente 54 segundos seguidos máximo de uso de transpondedor, que puede ir renovándose siempre que se siga rompiendo el squelch después de cada transmisión de telemetría rápida. Esto aplica tanto a transpondedor de voz en FM como a datos FSK, si bien solo uno de los dos modos está activo en cada momento. Para conocer el modo en el que se encuentra configurado puede consultarse el último paquete de telemetría lenta.

La velocidad máxima del repetidor en modo FSK es de 50 bps.

### 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](mailto:genesis@amsat-ea.org) o por correo postal:

AMSAT EA  
Apartado de correos 74001  
28080 MADRID  
ESPAÑA