

GÉNESIS - DESCRIPCIÓN DE TRANSMISIONES



Los satélites GÉNESIS de AMSAT EA emplean un sistema de modulación ASK a 50 bits por segundo con dos niveles (OOK) 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, como se describe más adelante.

Resumen de transmisiones:

Los satélites GÉNESIS realizan 4 tipos de transmisiones:

- Baliza CW (cada 180 segundos) con 20 mensajes distintos en inglés y castellano
- Paquete ASK tipo 1: Telemetría frecuente (cada 60 segundos)
- Paquete ASK tipo 2: Telemetría infrecuente (cada 180 segundos)
- Paquete ASK tipo 3: Telemetría histórica/estadísticas (cada 180 segundos) (se inicializa cada 12 horas)

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

- Retransmisiones regenerativas CW
- Retransmisiones regenerativas de datagramas ASK con formato libre

Estos dos tipos de transmisiones no se detallan puesto que son de formato libre. 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 está disponible cuando los satélites no están transmitiendo balizas CW o telemetría.

La capacidad de Almacenamiento y Reenvío (Store & Forward) se ha implementado para pruebas y se gestiona únicamente mediante telecomandos enviados desde Control de Misión en URE Madrid. Su capacidad es de 4 bytes.

El formato de cada transmisión es como sigue:

Baliza CW

La baliza CW se envía a 32 palabras por minuto, cada 3 minutos. Un ejemplo de mensaje transmitido es:

GENESIS L: VVV DE AM2SAT AM2SAT GENESIS L HI HI
GENESIS N: VVV DE AM3SAT AM3SAT GENESIS N HI HI

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

*La baliza CW puede que no se transmita en caso de que el satélite se encuentre en un estado de bajo nivel de energía

Paquetes ASK

En GÉNESIS, los paquetes ASK que no son de comando pueden ser de tres tipos: frecuentes, infrecuentes y de estadísticas/históricos. Los tres son generados en el mismo instante temporal, aunque son enviados en diferentes momentos. Generarlos en el mismo instante permite que los datos sean coherentes entre ellos. 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 ASK para evitar que largas secuencias de ceros y unos destruyan el nivel medio del decodificador que los recibe. 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.

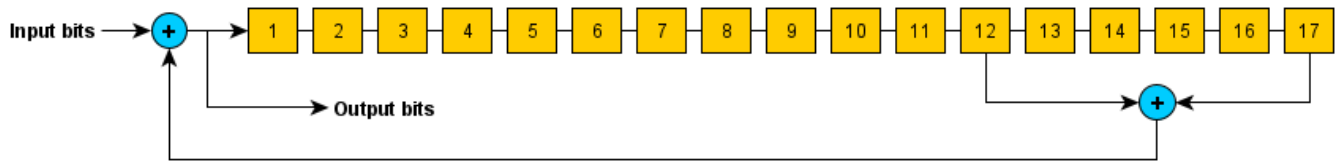


Figure 1. Implementación del registro de desplazamiento para el codificador multiplicativo.

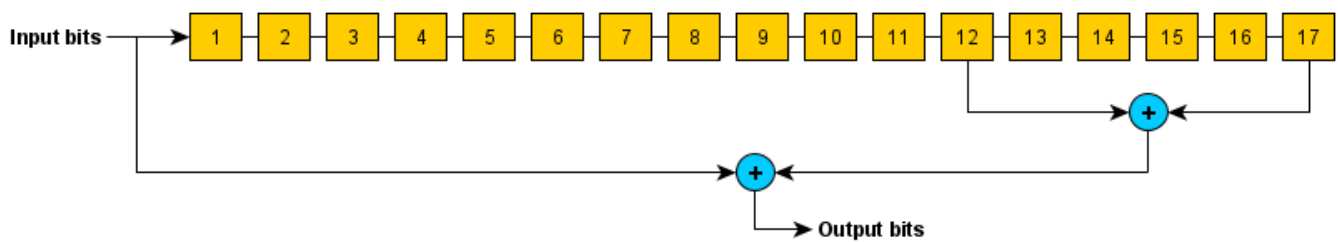


Figure 2. Implementación del registro de desplazamiento para el decodificador multiplicativo.

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.

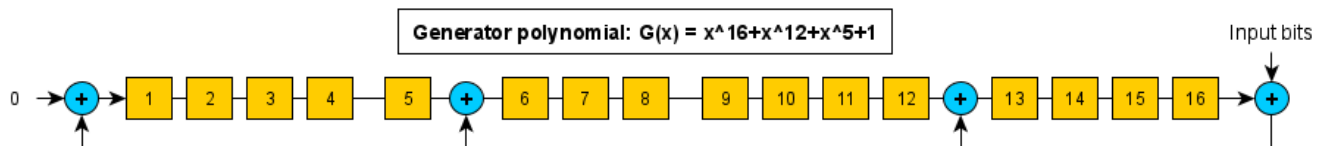


Figure 3. Registro de desplazamiento de 16 bits CRC-CCITT-FALSE.

Ejemplo:

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

Paquetes

Los campos son enviados siempre con formato LSB primero, es decir, el bit menos significativo es el primero en enviarse. Nuestra convención ASK es que la presencia y la ausencia de portadora indica 1 y 0 respectivamente.

Paquete ASK tipo 1: Telemetría frecuente

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

Table 1 Descripción del paquete de telemetría frecuente en GÉNESIS

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	Type	--	Packet type (0x1)
5	4	Address	--	0 for GENESIS-L, 1 for GENESIS-N
6	2	Seq	--	Sequence number (unimplemented)
7	5	Free	--	Unimplemented
8	10	ixp	uA	XP panel current
9	10	ixn	uA	XN panel current
10	10	iyp	uA	YP panel current
11	10	iy n	uA	YN panel current
12	10	izp	uA	ZP panel current
13	10	izn	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	pwr det	dBm	Receiver power detector
19	5	DAC	--	Receiver gain control DAC
20	16	checksum	--	Packet checksum

Table 2 Resumen del paquete de telemetría frecuente en GÉNESIS

Useful data	152	bits
Useful data	19	bytes
Full packet length	216	bits
Transmission time	4320	ms

Paquete ASK tipo 2: Telemetría infrecuente

El paquete tipo 2 está relacionado con el envío de parámetros de telemetría menos frecuente y relativa a información como corrientes, número de resets o el tiempo desde el último encendido. Este tipo de paquete es enviado cada 180 segundos (3 minutos).

Table 3 Descripción del paquete de telemetría infrecuente en GÉNESIS

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	Type	--	Packet type (0x2)
5	4	Address	--	0 for GENESIS-L, 1 for GENESIS-N
6	2	Seq	--	Sequence number (unimplemented)
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
22	16	nrun	--	CPU runs
23	8	checksum2p	HEX	EEPROM checksum
24	16	uptime	Minutes	Uptime
25	12	nmotor	--	Ion thruster 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	Ion Thruster status
30	4	busdrop	--	VBUS drop counter
31	4	lastreset	HEX	Last reset reason WD PD POR BOR
32	8	strfwd1	HEX	Store & forward byte 1
33	8	strfwd2	HEX	Store & forward byte 2
34	8	strfwd3	HEX	Store & forward byte 3
35	8	strfwd4	HEX	Store & forward byte 4
36	16	checksum	--	Packet checksum

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

Table 4 Resumen del paquete de telemetría infrecuente en GÉNESIS

Useful data	336	bits
Useful data	42	bytes
Full packet length	400	bits
Transmission time	8000	ms

Paquete ASK tipo 3: Telemetría histórica/estadísticas

El paquete tipo 3 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.

Table 5 Descripción del paquete de telemetría histórica/estadísticas en GÉNESIS

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	Type	--	Packet type (0x3)
5	4	Address	--	0 for GENESIS-L, 1 for GENESIS-N
6	2	Seq	--	Sequence number (unimplemented)
7	4	Free	--	Unimplemented
8	8	ttx_pk+	Celsius	Transmitter max temperature
9	8	trx_pk+	Celsius	Receiver max temperature
10	8	tba_pk+	Celsius	Battery max temperature
11	8	txp_pk+	Celsius	XP panel max temperature
12	8	txn_pk+	Celsius	XN panel max temperature
13	8	typ_pk+	Celsius	YP panel max temperature
14	8	tyn_pk+	Celsius	YN panel max temperature
15	8	tzp_pk+	Celsius	ZP panel max temperature
16	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	checksum	--	Packet checksum

Las estadísticas en los paquetes tipo 3 son inicializadas cada 12 horas. Este tipo de paquete puede no ser transmitido en caso de estado de baja energía.

Table 6 Resumen del paquete de telemetría histórica/estadísticas en GÉNESIS

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

Patrón de tiempos de la telemetría, CW y transpondedor

El envío de telemetría sigue un patrón de 3 minutos. Al comienzo de cada minuto un paquete de telemetría frecuente es enviado. En el segundo 8, si el minuto es el primero, un paquete de infrecuente es enviado también. Si el minuto es el segundo, uno histórico/de estadísticas y, si el minuto es el tercero, una baliza CW es transmitida. El ciclo se repite todo el tiempo. La comparación de longitudes entre los distintos tipos de transmisiones y el tiempo disponible para el repetidor de datos se muestra a continuación:

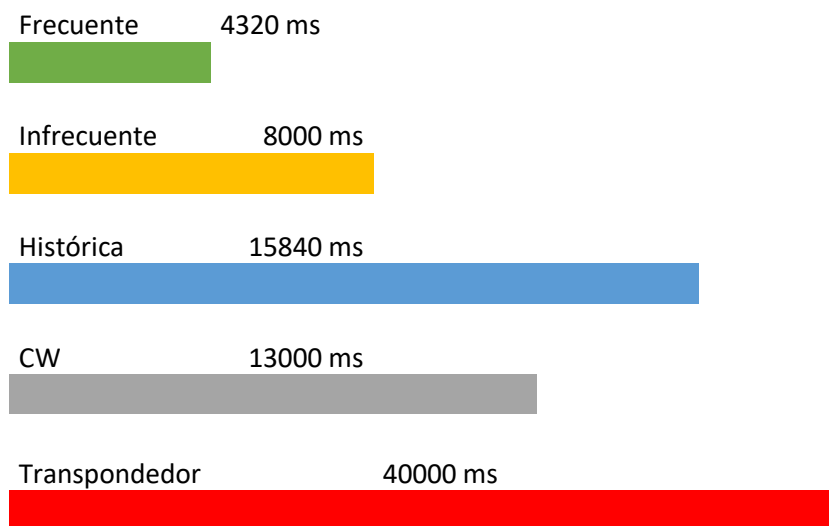


Table 7 Patrón del ciclo de telemetría de 3 minutos

	4	8	12	16	20	24	...	60
Frecuente			Infrecuente				...	
	4	8	12	16	20	24	...	60
Frecuente			Histórica				...	
	4	8	12	16	20	24	...	60
Frecuente			CW				...	

Operación del transpondedor

El transpondedor puede utilizarse justo después de la baliza CW. Cualquier dato que cumpla con la modulación ASK de dos niveles (incluyendo Morse) es permitida, hasta una velocidad 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 o por correo postal:

AMSAT EA
Apartado de correos 74001
28080 MADRID
ESPAÑA