

INSTRUMENTACIÓN FBA ES-T USADO EN EL OVSICORI-UNA

Ronnie Quintero

1. Rango/Sensibilidad del digitalizador
2. Respuesta del instrumento FBA ES-T
3. Cuentas por Voltios de un FBA ES-T
4. Sensibilidad de un FBA ES-T conectado a un digitalizador

1. RANGO/SENSIBILIDAD DE LOS DIGITALIZADORES

La siguiente tabla muestra las sensibilidades disponibles para el instrumento FBA ES-T :

Tabla 1. Sensibilidades

Full-scale range	Single-ended $\pm 2.5V$ output	Single-ended $\pm 10V$ output	Differential $\pm 5V$ output	Differential $\pm 20V$ output
1/4g	10 V/g	40 V/g	20 V/g	80 V/g
1/2g	5 V/g	20 V/g	10 V/g	40 V/g
1g	2.5 V/g	10 V/g	5 V/g	20 V/g
2g	1.25 V/g	5 V/g	2.5 V/g	10 V/g
4g	0.625 V/g	2.5 V/g	1.25 V/g	5 V/g

2. RESPUESTA DEL INSTRUMENTO EN POLOS Y ZEROS

La función de transferencia para el FBA ES-T está representado por:

$$\frac{V(s)}{A(s)} = \frac{k1 * k2}{(s - p1)(s - p2)(s - p3)(s - p4)}$$

donde

$k1=2.46 \times 10^{13}$ constante de normalización con el fin de hacer la parte plana de la respuesta de aceleración igual a 1, es decir escala la amplitud de la función de transferencia a la unidad.

$k2$ =Sensibilidad del sensor en V/g de la tabla 1. En el OVSICORI-UNA se usa un rango de 2g para todos los instrumentos FBA ES-T con una salida diferencial de ± 20 V, es decir 10V/g de acuerdo a Tabla 1.

$P1=-981+1009i$

$P2=-981-1009i$

$P3=-3290+1263i$

$P4=-3290-1263i$

V(s) es la transformada de Laplace del voltaje de salida
A(s) es la transformada de Laplace de la aceleración de entrada.

3. CUENTAS POR VOLTIOS DEL ES-T

Si tenemos un ES-T con un rango de 2g y un diferencial de ± 20 V de salida tenemos para:

1. Un digitalizador de 26 bits, el número de cuentas es: 2^{26} Cuentas
====> el número de Voltios/Cuentas es:

$$\frac{40V}{2^{26} \text{ Cuentas}} = 5.96E-07 \text{ Voltios/Cuentas} \quad \text{o} \quad 1677721.6 \text{ Cuentas/Voltios}$$

2. Un digitalizador de 24 bits, el número de cuentas es: 2^{24} Cuentas
====> el número de Voltios/Cuentas es:

$$\frac{40V}{2^{24} \text{ Cuentas}} = 2.2384E-06 \text{ Voltios/Cuentas} \quad \text{o} \quad 419430.4 \text{ Cuentas/Voltios}$$

3. Un digitalizador de 22 bits, el número de cuentas es: 2^{22} Cuentas
====> el número de Voltios/Cuentas es:

$$\frac{40V}{2^{22} \text{ Cuentas}} = 9.5367E-06 \text{ Voltios/Cuentas} \quad \text{o} \quad 104857.6 \text{ Cuentas/Voltios}$$

En el OVSICORI-UNA se usan digitalizadores Q330 y Q330HR y los sismómetros de baja ganancia están conectados a los puertos 1, 2 y 3 en el caso del digitalizador Q330 y a los puertos 4, 5 y 6 en el caso del Q330HR; i.e. en ambos casos el digitalizador es de 24 bits.

3. SENSIBILIDAD TOTAL DEL ES-T CONECTADO A DIFERENTES DIGITALIZADORES CON PREAMPLIFICADOR DE 1

Si tenemos un ES-T con un rango de 2g y sensibilidad de 10 V/g tenemos:

1. Un digitalizador de 26 bits conectado a un ES-T nos da:

$$\frac{5.96E-07V/C}{10V/g} = 5.96E-08 \frac{g}{C} \quad \text{o en Cuentas/g es:}$$

$$16777216 \frac{C}{g} = 16777216 \frac{C}{9.8m/s^2} = \left(1711960.816 \quad C * seg \right) / \left(m/seg \right)$$

2. Un digitalizador de 24 bits conectado a un ES-T nos da:

$$\frac{2.2384E-06V/C}{10V/g} = 2.2384E-07g/C \quad \text{o en Cuentas/g es:}$$

$$4194304C/g = 4194304 \frac{C}{9.8m/s^2} = \left(427990.2041 \quad C * seg \right) / \left(m/seg \right)$$

3. Un digitalizador de 22 bits conectado a un ES-T nos da:

$$\frac{9.5367E-06V/C}{10V/g} = 9.5367E-07g/C \quad \text{o en Cuentas/g es:}$$

$$1048576C/g = 1048576 \frac{C}{9.8m/s^2} = \left(106997.551 \quad C * seg \right) / \left(m/seg \right)$$

Resumiendo:

Digitalizador	Factor conversión Q330 A/D	Factor conversión Q330 A/D	Episensor 2g, 10V/g
26 bits	0.596µV/Cuentas	1677721.6 Cuentas/V	1.02V/m/s ²
24 bits	2.2384µV/Cuentas	419430.4 Cuentas/V	1.02V/m/s ²
22 bits	9.5367µV/Cuentas	104857.6 Cuentas/V	1.02V/m/s ²

De acuerdo a la respuesta del instrumento mostrada arriba, si trabajamos debajo de la frecuencia de esquina alta y deseamos convertir los datos de salida de un Episensor a 2g conectado a un digitalizador Q330 de 24 bits debemos multiplicar sólo por la sensibilidad del sensor y el digitalizador. Recordemos que la salida de esos equipos es siempre en Cuentas y para convertir en m/s² simplemente multiplicamos por el factor de conversión:

1.02 [v/(m/s²)] * 4.194E+05 count/V = 4.278e5 [count/(m/s²)].
 Esto es: 2.338e-6 [(m/s²)/count]. Si nosotros queremos usar el paquete ISOLA para encontrar el tensor de Momento y datos de aceleración en los polos y zeros usamos el factor de conversión 2.338e-6 [(m/s²)/count].

Supongamos que usamos el paquete SAC para analizar los datos y tenemos éstos en cuentas, por ejemplo: 2012249144200.00.DUNO.HNZ

```
Para usar sac corremos sac2000
SAC> r 2012249144200.00.DUNO.HNZ
SAC> listhdr (para ver información del encabezado)
SAC> mul 2.338E-06 (para obtener datos en m/s^2)
SAC>listhdr (revisar el nuevo encabezado)
SAC> qdp off
SAC> ppk (para ver la forma de onda)
SAC>quit (para salir de SAC)
```

Si Usted usa el paquete ANTELOPE puede observar que las unidades de los acelerómetros son (m/s²) y se obtienen de los datos crudos multiplicando por el factor de conversión $\sim 2.338E-06$ [(m/s²)/count].

Por ejemplo en ANTELOPE se usa el comando db2sac para convertir del formato CSS a SAC, si deseamos obtener 10 minutos de un sismo que ocurrió el 2012249 a las 12:42:54

Podemos hacerlo ya sea en cuentas o en nm/sec² de esta forma para sismómetros de baja ganancia tenemos:

```
db2sac -sc "*" -ts "09/05/12 14:42:00" -te "09/05/12 14:52:00" -counts mydatabse sac
db2sac -sc "*" -ts "09/05/12 14:42:00" -te "09/05/12 14:52:00" mydatabse sac
```

La diferencia son las unidades de salida para las formas de onda. Hay que tomar en cuenta que los datos a veces están desplazados con respecto a $y=0$.

Para sismómetros de alta ganancia:

Para el Trillium Compact 120 s conectado a un Q330 SR, tenemos que:

La sensibilidad es de 754 V/m/s entonces:

$$754 \text{ [V/m/s]} * 4.194\text{E}+05 \text{ Count/V} = 3162.276\text{E}+05 \text{ C/m/s}$$

Si usamos un digitalizador TAURUS:

$$754 * 3.999988\text{E}+05 = 3015.991\text{E}+05 \text{ C/m/s}$$

Para STS-2 con Q330HR conectado al puerto A tenemos:

$$1500 \text{ [V/m/s]} * 1.677720\text{E}+06 \text{ Count/V} = 2515.8\text{E}+06 \text{ C/m/s} \implies 3.9749\text{E}-10 \text{ m/s/Count}$$

Para STS-2 con Q330SR

$$1500 \text{ [V/m/s]} * 4.194300\text{E}+05 \text{ Count/V} = 6291.45000\text{E}+05 \text{ C/m/s} \implies 1.58946\text{E}-09 \text{ m/s/Count}$$

Trillium 240 con Q330HR conectado en puerto A:

$$1189 \text{ [V/m/s]} * 1.677720\text{E}+06 \text{ Count/V} = 1994809080 \text{ C/m/s} \implies 5.013011\text{E}-10 \text{ m/s/Count}$$