

Voy a ilustrar la aritmética en punto fijo usando ejemplos. Así, supongamos que vamos a representar los valores usando números de 10 bits en C2 y que el rango dinámico (el máximo del valor absoluto de los valores de la señal) es 4.

En C2 el msb es el bit de signo, luego quedan 9 bits. El valor máximo 4 es  $2^2$  luego reservo 2 bits para representar la parte entera y en consecuencia quedan 7 bits para representar la parte decimal. Luego el formato de representación es

s b b . b b b b b b b

s: bit de signo

b: dígito binario

. : punto decimal

Por lo tanto, del valor 0 (representado como 0000000000) al valor positivo más grande (0111111111) hay 512 valores uniformemente distribuidos. El valor más grande representable es:

$$2^1 + 2^0 + 2^{-1} + 2^{-2} + \dots + 2^{-7} = 3.9921875$$

Lo que es igual  $4 - 2^{-7}$

La diferencia entre dos números es  $2^{-7}$  y por lo tanto el error de redondeo más grande que estaremos cometiendo  $1/2^7 = 0.00781$

Vamos a tomar dos valores ( $x=0.345$  e  $y=0.776$ ). y vamos a realizar las siguientes operaciones: suma, resta, multiplicación y división.

Vamos a calcular la representación de estos dos números en punto fijo.  $x=0.345$  se representa mediante el número

$$512 - 4$$

$$x \quad - 0.345$$

$$x = \text{round}(0.345 * (512/4)) = \text{round}(0.345 * 128) = 44$$

Luego para pasar del número real a la representación entera tenemos que multiplicar por 128. Si deseamos hacer la conversión en sentido contrario habrá que dividir.

$y=0.776$  se representa mediante el número :

$$y = \text{round}(0.776 * (512/4)) = \text{round}(0.776 * 128) = 99$$

### Suma

$$0.345 + 0.776 = 1.121$$

$44 + 99 = 143 \rightarrow$  Para calcular su equivalente real hay que dividir por 128. Así  $143/128 = 1.1171$  que es el número más cercano a 1.121. Si os fijáis 144 representa el valor  $144/128 = 1.125$

## Resta

$$0.345 - 0.776 = -0.431$$

$44-99 = -55 \rightarrow$  Para calcular su equivalente real hay que dividir por 128.  $-55/128 = -0,4296875$  que es el número más cercano a  $-0.431$

## Multipliación

$$0.345 * 0.776 = 0,26772$$

$44*99 = 4356 \rightarrow$  Al hacer la multiplicación el resultado tenemos que dividirlo por la escala (128) para obtener el número entero que representa correctamente la multiplicación. Así  $4356/128 = 34$  y este número es la representación en punto fijo del número 0.26772. Para comprobarlo dividimos  $34/128 = 0,265869140625$

¿Y si uno de los números que multiplicamos es mayor que la unidad? P.e. 0.776 y 1.736

$$Z = \text{round}(1.736*128) = 222$$

$$0.776 * 1.736 = 1,347136$$

$99 * 222 = 21978 \rightarrow$  Al hacer la multiplicación el resultado tenemos que dividirlo por la escala (128) para obtener el número entero que representa correctamente la multiplicación. Así  $21978 / 128 = 172$  y  $172/128 = 1.3414$

## División

Os lo dejo como ejercicio. En este caso tenéis que comprobar que es necesario multiplicar el resultado entero por la escala (128)