

Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas Electrónicos



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Práctica E2: DP MOD

Jose Luis, Rocabado Rocha

Gianmarco Leopoldo, Sangoi Da Roza

03/25/2022

ÍNDICE

ÍNDICE	2
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
Descripción del módulo	4
Interfaz.....	4
Recursos Hardware	5
Bloques realizados	6
Problemas encontrados	6

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Fig. 1. Snippet de las señales obtenidas en la simulación del bloque DDS utilizado en el modulador AM/FM. Se observa que el contador de errores valida dicho bloque.</i>	6
<i>Fig. 2. Comprobación de la correcta generación y lectura de los ficheros (en este caso de configuración) para la simulación del TB con Modselsim.</i>	6

Descripción del módulo

El módulo diseñado consiste en la ruta de datos que servirá posteriormente para el modulador configurable AM/FM.

Este módulo nos permite seleccionar mediante 2 multiplexores controlados por un bit, el índice de modulación (AM o FM) que queremos combinar con los datos de entrada y nuestra frecuencia portadora.

- Para poder obtener una señal AM a la salida la fórmula es la siguiente:

$$s_{AM}(n) = (1 + m_{AM}x(n))\cos(2\pi f_c n)$$

Por lo que se multiplica primero los datos de entrada por el índice de modulación AM y luego se multiplica esto por el resultado de pasar la frecuencia portadora por el módulo de síntesis digital directa (DDS).

- Para obtener una señal FM a la salida la fórmula es la siguiente:

$$s_{FM}(n) = \cos\left(2\pi f_c n + 2\pi m_{FM} \sum_{k=0}^{n-1} x(k)\right)$$

En este caso una vez multiplicados el índice de modulación con los datos de entrada, estos se suman a la frecuencia portadora antes del DDS, formando así la señal FM que deseamos.

Interfaz

- Módulo DP_MOD (top):

INTERFAZ			
Nombre	Tipo	Formato	Descripción
clk	in	bit	Entrada de reloj
rst	in	bit	Reset síncrono del acumulador, activo a nivel bajo
c_fm_am	in	bit	Selector de ruta (bit selector de los mux)
val_in	in	bit	Entrada de validación del paso del acumulador
i_data	in	S[M, M-1]	Entrada de datos a modular
im_am	out	U[W, W-1]	Índice de modulación AM
im_fm	out	U[W, W]	Índice de modulación FM
freq_por	out	U[W, W]	Frecuencia de la portadora
o_data		S[W, W-1]	Salida de datos modulados.
val_out	out	bit	Señal de validación de la muestra de salida

- Módulo DDS_test:

PARÁMETROS	
Nombre	Descripción
M	Tamaño del acumulador
L	Número de bits usados para truncar la fase del acumulador
W	Tamaño de los datos de salida

INTERFAZ			
Nombre	Tipo	Formato	Descripción
clk	in	bit	Entrada de reloj
rst_ac	in	bit	Reset síncrono del acumulador, activo a nivel bajo
ena_ac	in	bit	Clock enable del acumulador, activo a nivel bajo
val_in	in	bit	Entrada de validación del paso del acumulador
P	in	S[M, M]	Paso del acumulador
sin_wave	out	S[W, W-1]	Señal sinusoidal de frecuencia $f_o = P \cdot f_{clk} / 2^M$
val_out	out	bit	Señal de validación de la muestra de salida

Recursos Hardware

Tabla de recursos del módulo DP_MOD	
Hardware	Cantidad
Elementos Lógicos	125
Multiplicadores	3
Memorias MK9	14

La mayoría de los elementos lógicos se encuentran en el DDS, el cual cuenta con (M = 24, L = 15 y W = 16):

$$4 + 2 + 24 + (15-2) + 16 + 16 * 3 + 2 + 16 = 125 \text{ LEs.}$$

El resto consiste en los LE implementados para la ruta de datos AM/FM:

$$12 + 6 (\text{val_out}) = 18 \text{ LEs.}$$

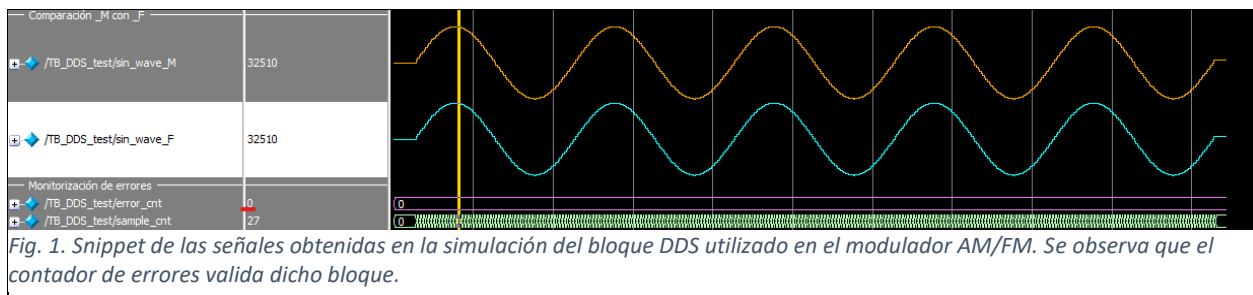
Esto quiere decir que según nuestros cálculos deberíamos tener un aproximado a 143 elementos lógicos.

Bloques realizados

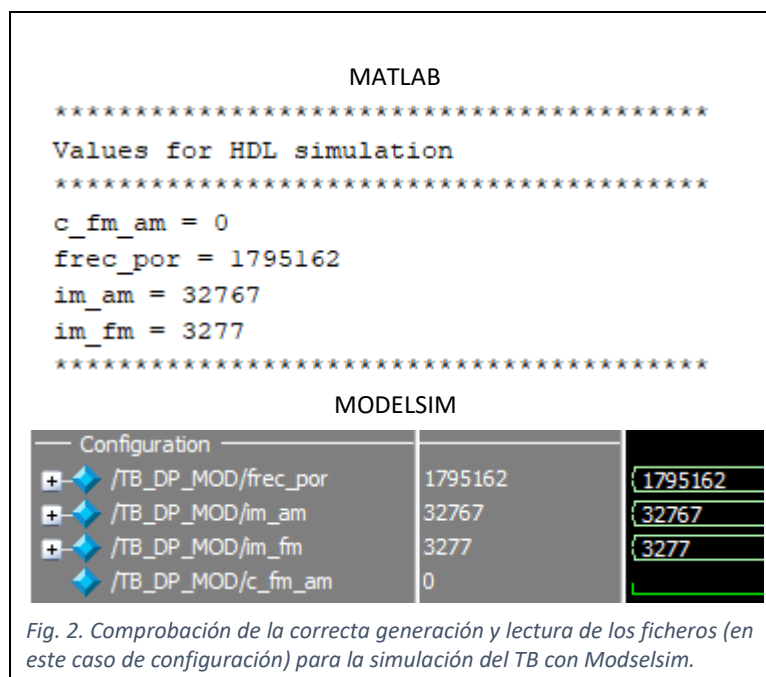
Para el modulador AM/FM se necesita un bloque DDS que generará la señal portadora necesaria para obtener la señal modulada.

El diseño de este bloque se realizó en la práctica anterior y se ha vuelto a validar su funcionamiento tras una modificación donde la salida es únicamente la señal seno.

En la siguiente figura se observa el resultado de la simulación del TB mediante ModelSim.



En cuanto al modulador, la creación y lectura de los ficheros de configuración, entrada y salida para poder realizar la comparación con el modelo de Simulink es correcta puesto que los resultados de la simulación de ModelSim coinciden con los obtenidos en Matlab. En la siguiente figura se puede comprobar esto para el caso de las variables de configuración.



Problemas encontrados

El principal problema encontrado se trata de que la salida del modelo solo toma dos valores.

Toda la palabra activa o a cero, lo que nos da una señal cuadrada que va desde -1 a 0. Creemos

que se debe a algún fallo en la aritmética y que se debería realizar un *debug* completo del *datapath* tanto para FM como para AM.

Se comprueba que la generación de la portadora da una señal seno cuya frecuencia es la indicada por el modelo de Matlab.