

SP HIL

HCTLab y SP Control Technologies

SP HIL

Manual de usuario

V 1 . 1

HCTLAB Y SP CONTROL TECHNOLOGIES

SP HIL - Manual de usuario

Desarrollado por HCTLAB
Universidad Autónoma de Madrid

Tabla de contenidos

Preparación de la tarjeta microSD.....	1
Preparación de la Arty Z7.....	2
Conexión de la aplicación SP HIL	2
Selección de topología	2
Conexión de los puertos de conmutación.....	3
Conexión de la placa de expansión de alta velocidad	3
Conexión de la placa de expansión de baja velocidad	4
Conexión de la referencia analógica para indicar la tensión de entrada.....	7
Pines de conmutación	8
Canales de salida.....	8
Configuración estática del modelo	9
Configuración dinámica del modelo	9
Configuración dinámica del modelo	10
Arranque del modelo	10
Velocidad del sistema	13
Resolución de los canales de salida.....	13
Tensiones de alimentación e interfaces	14
Características del ADC (referencia tensión de entrada).....	14
Actualización de SP HIL.....	15

Cómo empezar a usar SP HIL

SP HIL está preparado para ejecutarse en una FPGA DIGILENT Arty Z7-20 (SKU: 410-346-10) como se ve en la figura 1. Su programación se realizará mediante una tarjeta de memoria microSD, ocupando menos de 10 MB de dicha tarjeta.

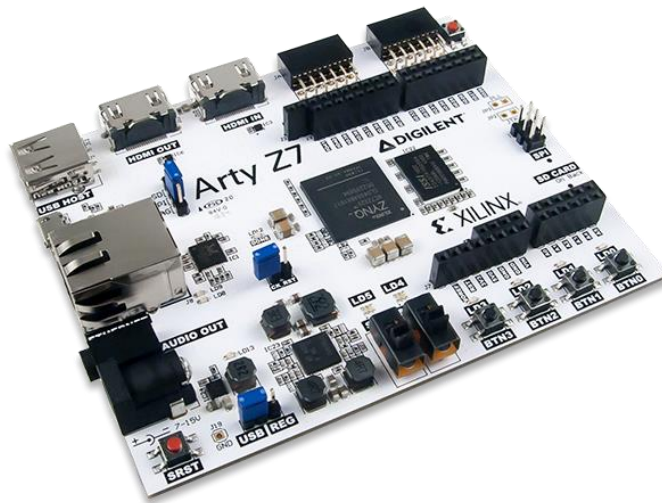


FIGURA 1. ARTY Z7-20

Esta FPGA fabricada por Digilent contiene una FPGA de Xilinx de la familia Zynq 7000 y contiene un procesador empujado doble núcleo de ARM así como lógica programable. También tiene dos puertos PMOD utilizados por el sistema SP HIL, así como un puerto compatible con Arduino/chipKIT Shield. Por último, consta de entradas analógicas que pueden ser leídas por un ADC interno.

Preparación de la tarjeta microSD

1. Inserte la tarjeta microSD en un lector de tarjetas y conéctelo al ordenador.
2. Asegúrese de que el sistema operativo reconoce el dispositivo.
3. Formatee la tarjeta con formato **FAT32**.

PREPARACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

4. Grabe el fichero *boot.bin* suministrado con SP HIL.
5. Extraiga con seguridad el diSPositivo.

Preparación de la Arty Z7

6. Inserte la tarjeta microSD en el conector **J9** de la **Arty Z7**.
7. Localice el conector **JP4** y coloque un jumper en los dos pines superiores, nombrados **SD**.
8. Localice el conector **JP5** y coloque un jumper en los dos pines de la izquierda, nombrados como **USB** para habilitar la alimentación mediante el cable micro USB.
9. Utilice un cable USB–micro USB para conectar la FPGA al ordenador.
10. Verá que el LED **LD2** (*DONE*) se enciende, indicando la correcta programación de la FPGA.

Conexión de la aplicación SP HIL

11. Abra el administrador de diSPositivos de Windows
 12. Para ello, acceda al *Panel de control*, abra la ventana de *Sistema*, y posteriormente *Administrador de diSPositivos*.
 13. Alternativamente en Windows 10 puede hacer click derecho en el botón de inicio Windows, y acceder directamente al *Administrador de diSPositivos*.
14. Localice y abra la categoría **Puertos (COM y LPT)**
15. Debería visualizar un puerto COM con el nombre *USB Serial Port (COMXX)*. Anote el nombre del mismo (por ejemplo, *COM11*).
16. Inicie la aplicación SP HIL.
17. Acceda al menú *File*, y seleccione la opción *Settings*.
18. Escriba el puerto COM visto en el punto 15 de esta lista (por ejemplo, *COM11*). No modifique el campo *Data size*.
19. Pulse *Save*.

Selección de topología

20. Acceda al menú *Topology*, y seleccione la topología deseada.

Conexión de los puertos de conmutación

SP HIL permite emular diferentes convertidores conmutados. Para leer las señales de conmutación se utiliza el conector **JA** de la Arty Z7, según se muestra en la figura FIGURA 2.

21. Conecte una referencia a uno de los pines **GND**.
22. Conecte tantos pines **HSMx** y **LSMx** como sea necesario para su topología. Para ello, seleccione la topología en la aplicación y en el apartado *Inputs* encontrará qué pines debe usar.
23. Puede hacer uso de los pines **VCC** que ofrecen una tensión de 3,3 V. Los pines VCC y GND puede ofrecer hasta 1 A si se utilizara una fuente externa para alimentar la Arty Z7-20 (para conseguir dicha corriente máxima debe colocar un jumper en el conector JP5 en la opción **REG**).

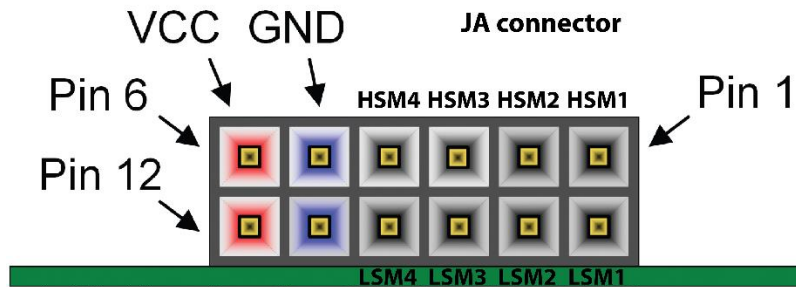


FIGURA 2. CONEXIONES DEL CONECTOR JA

Conexión de la placa de expansión de alta velocidad

SP HIL permite extraer la información del convertidor (tensiones y corrientes) con hasta cuatro canales de alta velocidad. Esta característica sólo está disponible en la versión completa de SP HIL. En caso de estar usando esta versión, siga las siguientes instrucciones.

24. Conecte la placa de expansión de alta velocidad siguiendo la figura 3FIGURA 2.
25. Conecte una referencia a uno de los pines **GND** siguiendo la figura 4.
26. Conecte las salidas de los cuatro canales siguiendo la figura 4.

PREPARACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

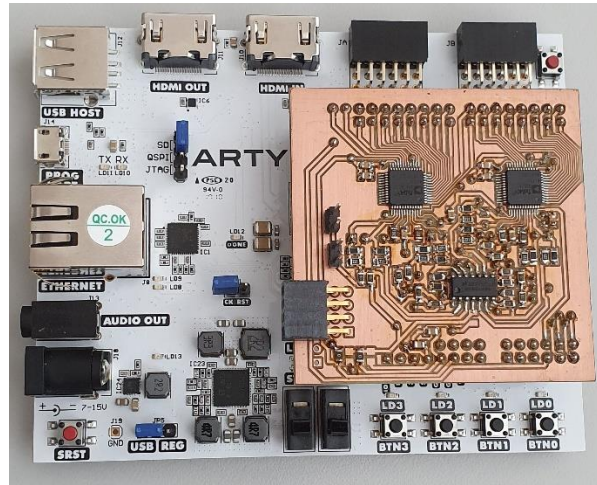


FIGURA 3. PLACA DE EXPANSIÓN DE ALTA VELOCIDAD

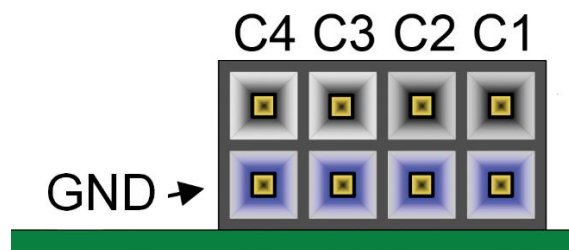


FIGURA 4. CONEXIÓN DE LOS PINES EN LA PLACA DE EXPANSIÓN DE ALTA VELOCIDAD

Conexión de la placa de expansión de baja velocidad

SP HIL también permite extraer la información del convertidor (tensiones y corrientes) a través de una placa DAC comercial de baja velocidad. Puede usar estas salidas en la versión de demostración de SP HIL. Para ello, debe tener una placa Digilent PMOD DA2. Los canales generados con este DAC son el 1 y 2. Además, existe una limitación: debido a la baja velocidad de este DAC sólo se actualizará la salida en cada cambio de la señal de conmutación del canal 1 (*HSM1*). La salida generada se calculará como muestra la figura FIGURA 5 COMPARATIVA DE LAS SALIDAS GENERADAS POR LOS DACS RÁPIDOS Y LENTOS.

27. Conecte la placa de expansión **PMOD DA2** al conector **JB** de la Arty Z7, siguiendo la figura FIGURA 6. PLACA DE EXPANSIÓN DE BAJA VELOCIDAD FIGURA 2.
28. Conecte una referencia a uno de los pines **GND** siguiendo la figura FIGURA 7. CONEXIÓN DE LOS PINES EN LA PLACA DE EXPANSIÓN DE BAJA VELOCIDAD (PMOD DA2).
29. Conecte las salidas de los dos canales siguiendo la figura FIGURA 7. CONEXIÓN DE LOS PINES EN LA PLACA DE EXPANSIÓN DE BAJA VELOCIDAD (PMOD DA2).

PREPARACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

PREPARACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

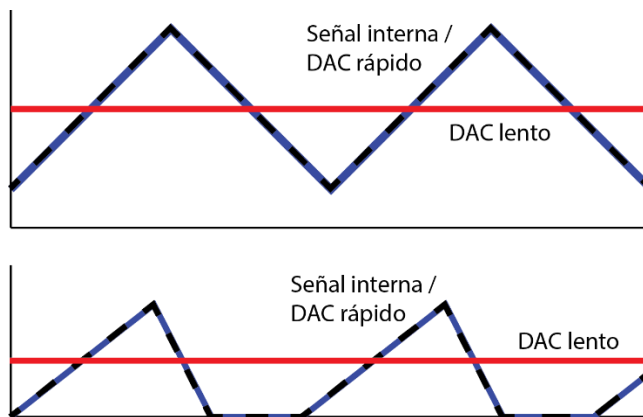


FIGURA 5 COMPARATIVA DE LAS SALIDAS GENERADAS POR LOS DACS RÁPIDOS Y LENTOS

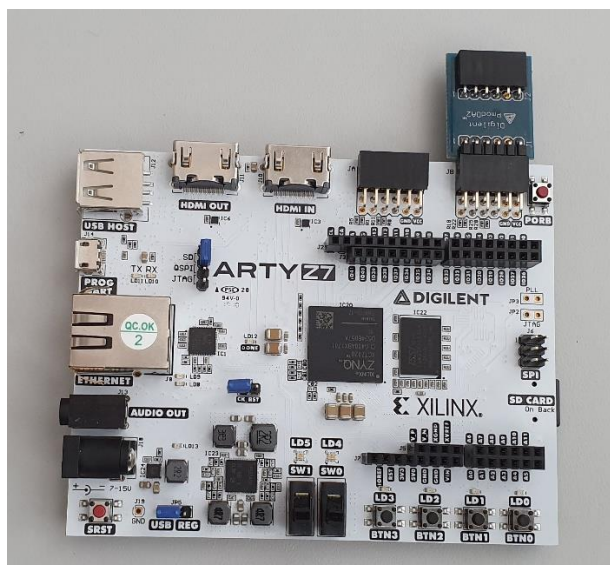


FIGURA 6. PLACA DE EXPANSIÓN DE BAJA VELOCIDAD

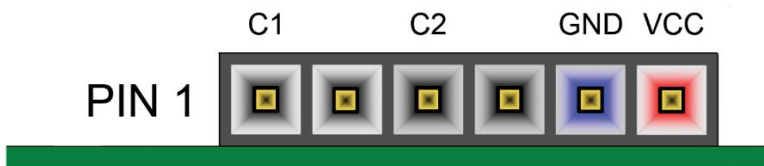


FIGURA 7. CONEXIÓN DE LOS PINES EN LA PLACA DE EXPANSIÓN DE BAJA VELOCIDAD (PMOD DA2)

Conexión de la referencia analógica para indicar la tensión de entrada

SP HIL permite que la tensión de entrada emulada sea un valor definido por la aplicación que el usuario puede ir cambiando, o puede utilizarse una señal externa que será conectada a un ADC (conversor analógico-digital). Esta entrada es diferencial y debe estar comprendida entre 0-1 V, donde el pin negativo debe conectarse al pin A7, mientras que el pin positivo debe conectarse al pin A6 de la Arty-Z7.

Interfaz de usuario

La aplicación SP HIL está dividida en tres columnas: configuración estática (izquierda), configuración dinámica (central) y multímetro (derecha), como muestra la figura FIGURA 8. INTERFAZ DE USUARIO.

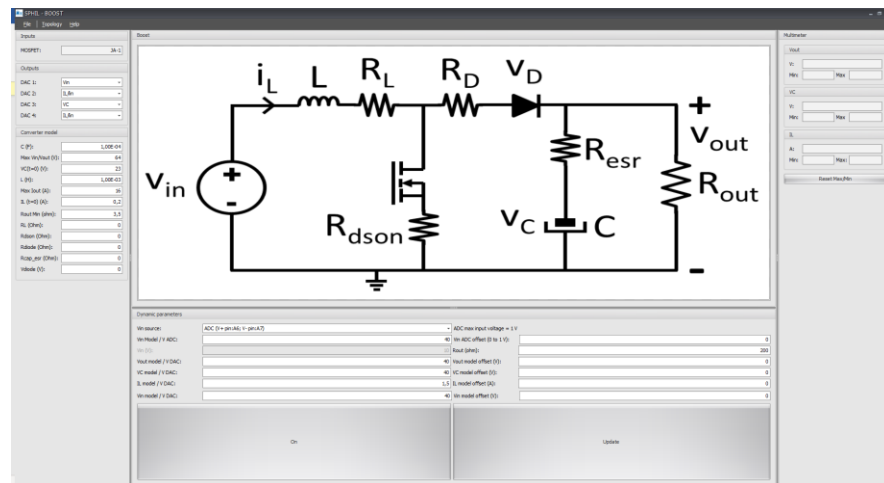


FIGURA 8. INTERFAZ DE USUARIO

Pines de conmutación

En la sección **Inputs** puede ver qué pines del conector **JA** debe usar para conectar los pines de conmutación (ver figura FIGURA 2. CONEXIONES DEL CONECTOR JA).

Canales de salida

En la sección **Outputs** puede seleccionar qué canales se generarán a través de los DACs de alta y baja velocidad. El dispositivo SP HIL tiene cuatro canales DAC de alta

velocidad en la versión completa. Además, siempre se podrán usar los canales 1 y 2 a través de los DACs de baja velocidad.

Configuración estática del modelo

En la sección **Converter model** se configuran los parámetros del convertidor (condensador, bobina, resistencias en serie y otras pérdidas, etc.). Todos los parámetros a configurar están relacionados con los componentes de la ilustración central. Además, se deben dar valor a los valores iniciales de tensión en los condensadores y corrientes en las bobinas. Por último, se debe indicar las tensiones y corrientes máximas que el modelo matemático debe soportar. Este último parámetro debe escogerse dependiendo de la aplicación del usuario. Si se eligen valores demasiado altos, el modelo matemático perderá precisión numérica, mientras que si se eligen valores inferiores a los necesarios los valores se saturarán al llegar a dicho valor, modificando la salida esperada.

Para todas las opciones de la aplicación existen *tooltips* que ayudan a entender cada opción. Para visualizarlos, coloque el cursor del ratón encima de la opción deseada.

Configuración dinámica del modelo

En la sección **Dynamic parameters** se configuran los parámetros del ADC que sirve de referencia para la tensión de entrada, los DACs de salidas, así como las entradas del convertidor.

SP HIL permite que la tensión de entrada sea constante y definida por la aplicación (*V_{in} source: User defined*), o que dicha tensión se calcule de la siguiente forma (*V_{in} source: ADC*):

$$V_{ADC} = 0,8 \text{ V}$$

$$V_{in \text{ offset}} = 0,3 \text{ V}$$

$$V_{in \text{ model}} / V_{ADC} = 100 \text{ V}$$

$$V_{DAC} = (V_{ADC} - V_{in \text{ offset}}) * V_{in \text{ model}} / V_{ADC} = (0,8 - 0,3) * 100 = 50 \text{ V}$$

Como se ve, a la entrada del ADC (que debe estar comprendida entre 0-1 V) se le resta una tensión offset y, posteriormente, se multiplica por la escala indicada, obteniendo la tensión de entrada del convertidor emulado.

Referente a los DACs, se puede elegir el offset de cada dato posible de salida, así como su escala. La figura FIGURA 9. CÁLCULO DE LA TENSIÓN QUE TENDRÁN LAS SALIDAS DE LOS DACS muestra cómo se calcula la tensión de salida respecto a la configuración aportada. Debe tener en cuenta que los DACs sólo pueden generar tensiones entre 0 y 3,3 V, por lo que todo valor fuera de los límites será saturado en el límite correspondiente.

$$\begin{array}{l}
 V_{out} = 15,20 \text{ V} \\
 V_{out \text{ offset}} = 4 \text{ V} \\
 V_{out \text{ model/V DAC}} = 12 \text{ V}
 \end{array}
 \qquad
 V_{DAC} = \frac{V_{out} - V_{out \text{ offset}}}{V_{out \text{ model/V DAC}}} = \frac{15,20 - 4}{10} = 1,12 \text{ V}$$

FIGURA 9. CÁLCULO DE LA TENSIÓN QUE TENDRÁN LAS SALIDAS DE LOS DACS.

Por último, puede seleccionar la tensión de entrada, así como la resistencia de salida que modela la carga conectada al convertidor de potencia.

Configuración dinámica del modelo

En la sección *Multimeter* se pueden observar en tiempo real los valores relevantes del convertidor. Estas tensiones y corrientes se van actualizando periódicamente y su función es que el usuario pueda verificar que los valores mostrados son coherentes con el convertidor que se debe simular. Es decir, su frecuencia de actualización no permite ver con precisión rizados en las señales, pero es una herramienta para depurar el sistema completo. Una información especialmente útil es la indicación de los máximos y mínimos alcanzados en cada una de estas variables. Aunque su actualización también es lenta, el muestreo para calcular el máximo y mínimo se hace a alta velocidad, por lo que sirve para comprobar si las variables matemáticas del modelo se están saturando (y por tanto habría que modificar la configuración estática del modelo), y qué valores extremos se alcanzan durante los transitorios. Pulsando el botón *Reset Max/Min* se puede reiniciar los valores máximos y mínimos.

Arranque del modelo

30. Configure los parámetros **estáticos** del modelo.
31. Configure los parámetros **dinámicos** del modelo.
32. Pulse sobre *Update*. Esto hace que todos los parámetros se envíen al diSPositivo SP HIL. Verá que en el multímetro se actualizarán los valores con aquellos dados como iniciales en la configuración estática.
33. A continuación, pulse sobre *On* para arrancar el modelo.
34. Compruebe a través de un osciloscopio o con el multímetro que el comportamiento del modelo es el esperado.
35. Puede cambiar cualquier valor **dinámico** sin necesidad de desconectar el modelo. Para ello, cambie el valor deseado y vuelva a pulsar en *Update*.
36. Si desea cambiar un valor **estático** debe desconectar el modelo pulsando sobre *Off*. Posteriormente, cambie los valores, pulse *Update*, y finalmente *On* de nuevo.

Características del sistema

A continuación se muestran los parámetros más importantes sobre el sistema. Tanto en velocidades máximas, tensiones admitidas, etc. Tenga en cuenta estas características para no dañar el equipo, así como para entender las limitaciones del sistema.

Velocidad del sistema

Paso de simulación	36 ns
Periodo de muestreo de las señales de conmutación	36 ns
<i>Periodo de actualización de los DACs rápidos</i>	300 ns
<i>Periodo de actualización de los DACs lentos</i>	4980 ns

Resolución de los canales de salida

Resolución de los DACs rápidos	0,03 mV
Resolución de los DACs lentos	0,8 mV

Tensiones de alimentación e interfaces

Tensión de alimentación por micro USB	5 VDC. 0,5 A máximo.
Tensión de alimentación mediante conector <i>J18</i>	7-15 VDC.
Tensión de las señales de conmutación	0-3,3 V
Rango de tensiones analógicas de los DACs rápidos	0-3,3 V
Rango de tensiones analógicas de los DACs lentos	0-3,3 V

Características del ADC (referencia tensión de entrada)

Tensión diferencial admitida	0-1 V
Velocidad de muestreo	1 MSPS
Resolución ADC	0,24 mV

Actualización de la aplicación software

Actualización de SP HIL

La aplicación tiene un sistema de actualización, que permitirá añadir funcionalidades futuras, así como corregir bugs que puedan ser detectados. Para ello siga las siguientes instrucciones:

37. Cierre la aplicación SP HIL.
38. En el mismo directorio que la aplicación SP HIL, inicie el programa *ActualizadorWeb*.
39. Siga los pasos y el programa se actualizará en unos segundos.