

INGENIERÍA MECATRÓNICA



DI\_CERO

DIEGO CERVANTES RODRÍGUEZ

ELECTRÓNICA DIGITAL: CIRCUITOS LÓGICOS, LENGUAJE VHDL Y VERILOG

XILINX ISE 14.7 (64-BIT PROJECT NAVIGATOR) & ADEPT

Introducción al ISE de Xilinx

# Contenido

¿Qué es FPGA? .....	2
Introducción al ISE de Xilinx .....	4
VHDL y Verilog: Lenguajes de Descripción de Hardware .....	7
Actualización Windows 11 .....	9
Diligent Adept .....	10



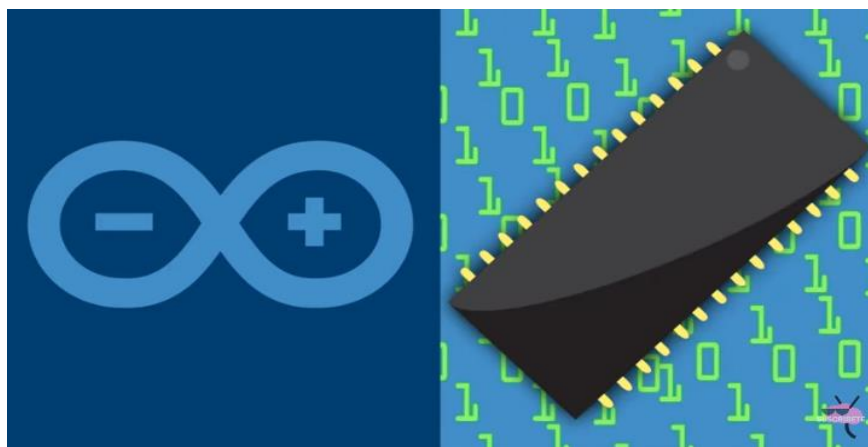
# ¿Qué es FPGA?

Existen 2 tipos de programación, una es de elementos físicos (hardware) que usualmente usa lenguajes de programación de bajo nivel y la otra es programación web o de bases de datos (software) que usualmente usa programación de alto nivel.

- **Lenguaje de alto nivel:** Es aquel que se puede expresar de una manera natural y entendible para una persona (**C++, Java, Python, HTML, etc**).
- **Lenguaje de bajo nivel:** Es aquel que casi se escribe en lenguaje máquina (binario), ejerce un control más directo sobre el hardware y está limitado a las entradas y salidas físicas del chip que se está programando o de la tarjeta de desarrollo (**Ensamblador, C, VHDL, Verilog, etc**).

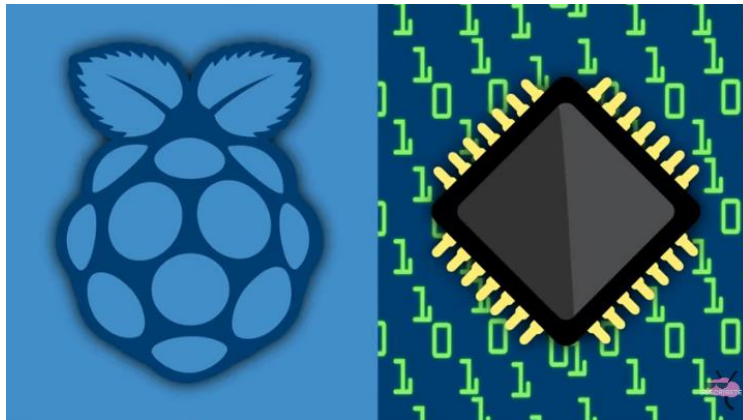
Cuando se escribe código para hardware, también llamados sistemas embebidos, tenemos 3 posibles opciones de circuitos integrados o chips a programar:

- **Microcontrolador:** La manera más conocida de poder programar este circuito integrado es por medio de la tarjeta **Arduino** que permite una manera más amigable de programar el microcontrolador con un lenguaje propio basado en C++, aunque también se puede programar directamente con lenguaje ensamblador por medio de la herramienta PIC o se puede utilizar el editor de código Microchip Studio para programarlo en el lenguaje C, **el microcontrolador puede ser programado para indicarle al hardware las acciones que debe ejecutar, pero no posee tanta memoria ni capacidad de procesamiento como un ordenador cualquiera, tampoco puede alojar un sistema operativo. Todos los microcontroladores son programados con lenguajes de bajo nivel como C o Ensamblador y para conectarse a internet necesita una placa externa (con un circuito integrado diferente) que se lo permita. El microcontrolador puede manejar señales analógicas o digitales.**

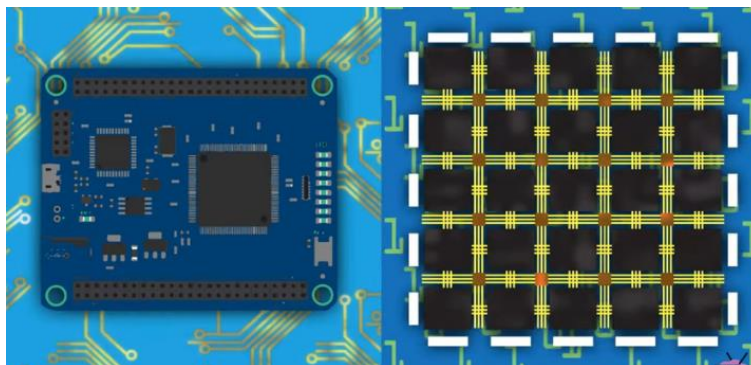


- **CPU (Central Processing Unit):** La forma más conocida de programar un CPU o Unidad Central de Procesamiento, que **a diferencia del microcontrolador posee un sistema operativo y todas las características de una computadora cualquiera**, es por medio de la tarjeta **Raspberry Pi**, que literal fue creada para que gente con bajos recursos pudiera tener acceso a las funciones de una computadora, ya que al conectarle todos los dispositivos externos como un teclado y una pantalla hace las mismas funciones que una laptop. **El CPU se puede programar con cualquiera**

de los lenguajes de alto nivel como Java, JavaScript, HTML, CSS, Python, etc. y además puede servir para conectarse a internet sin la necesidad de ninguna placa externa adicional a diferencia del microcontrolador. El CPU puede manejar señales analógicas o digitales.



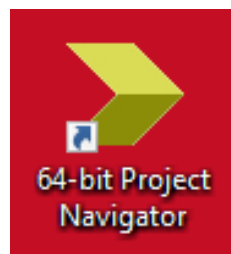
- **FPGA:** Las principales empresas que diseñan tarjetas para poder programar el chip FPGA son Xilinx (con las tarjetas NEXYS) y Altera. El FPGA por medio de sus múltiples circuitos integrados internos que contienen todas las compuertas lógicas (AND, OR, NOT, NOR, NAND, XOR y XNOR), bloques con flip flops, multiplexores y demultiplexores cada uno, nos permite hacer todas las operaciones booleanas que yo quiera e implementar circuitos muy complejos a mis proyectos, por lo que este tipo de tarjetas son muy usadas en electrónica digital. **Por medio de las FPGA no se indica al hardware que tiene que hacer haciendo uso del código (como con el microcontrolador o el CPU), sino que más bien se está diseñando un circuito integrado personalizado por medio de la programación usada,** una vez finalizado el diseño éste puede ser impreso en un chip aparte llamado ASIC. **Los principales lenguajes de bajo nivel con los que se diseñan los circuitos en el chip FPGA son VHDL y Verilog,** aunque como lo que están haciendo es diseñar un circuito nuevo, diciéndole al chip FPGA cómo se tiene que conectar internamente, **a VHDL y Verilog no se les considera como lenguajes de programación porque no se compilan y más bien se les conoce como Lenguajes Descriptivos de Hardware o HDL por sus siglas en inglés.** El FPGA solo puede manejar señales digitales y su mayor utilidad es en tareas que necesitan alta velocidad y rendimiento como procesamiento de video, imágenes, satélites, telecomunicaciones, etc. ya que son muy buenos para realizar una gran cantidad de operaciones en paralelo.



El software que utilizaremos es ISE Xilinx porque nuestro FPGA (que es el puro chip) está montado en una tarjeta NEXYS 2 de la empresa Xilinx, este es un software libre con una comunidad muy escasa, por lo que el programa tiene varias deficiencias como el hecho de que no podemos guardar nuestros proyectos en cualquier carpeta ni con cualquier nombre y para abrirlos es necesario abrir la carpeta del proyecto y dar doble clic en el ejecutable de cada proyecto en vez de poder abrirlo desde el mismo programa ISE.

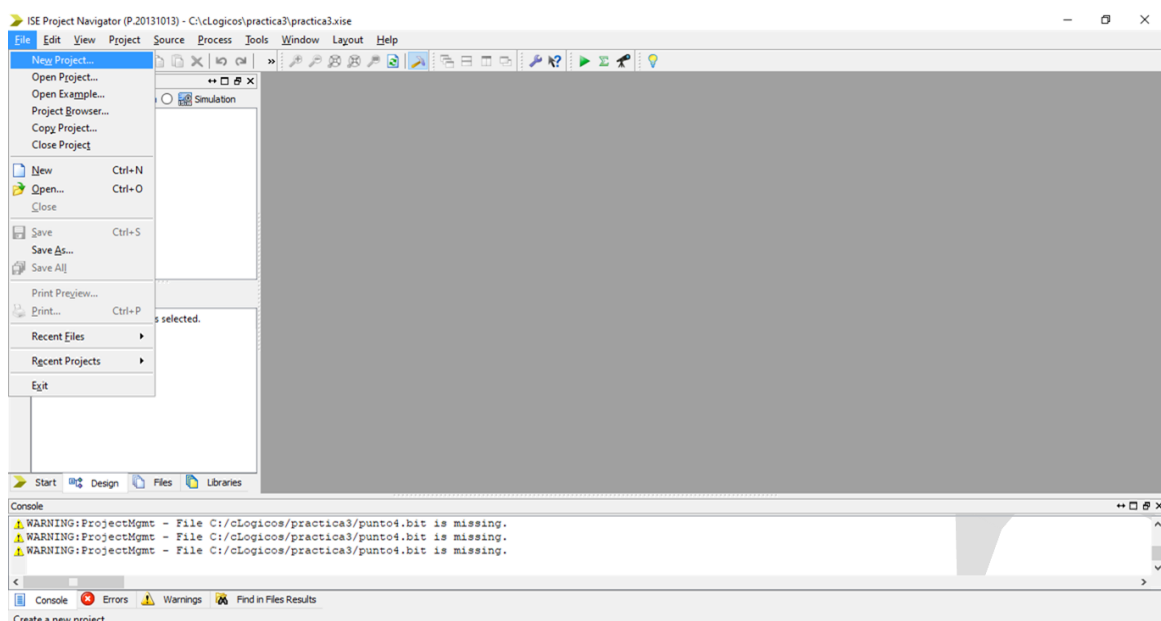
## Introducción al ISE de Xilinx

Primero que nada, debo usar el ejecutable llamado 64-bit Project Manager (de cualquier versión que esté usando del programa ISE) ya que al descargar el programa se descargan varios ejecutables con diferentes nombres.

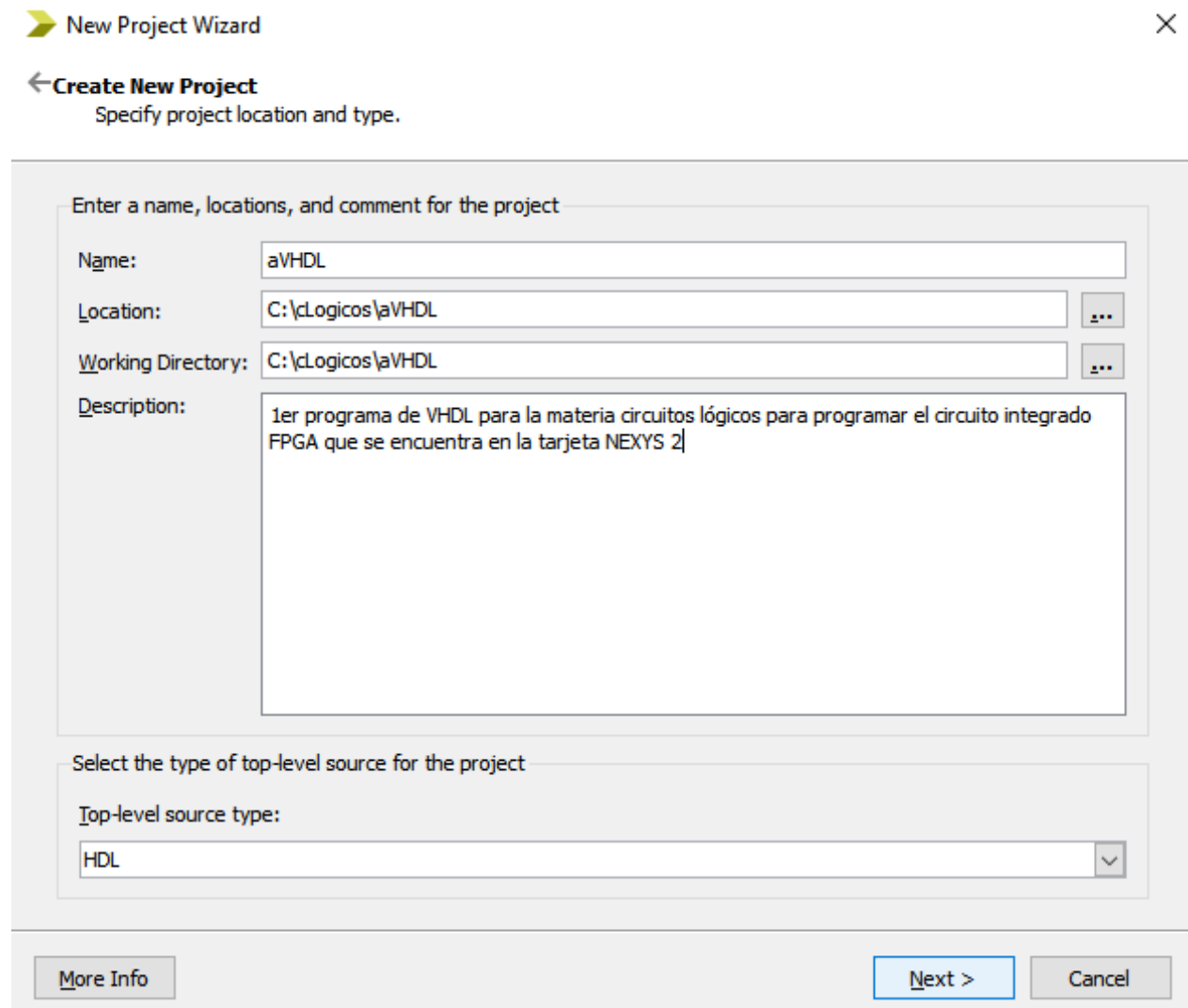


Si trato de abrir el programa con un ejecutable diferente a este, puede haber errores como que el programa se cierre por sí solo, ya es bastante frustrante de usar, no deja ni siquiera abrir un proyecto, esto lo debo hacer seleccionando directamente el proyecto que quiero abrir en el explorador de archivos.

Después me deberé introducir en New Project...



Para todos mis proyectos de Xilinx debo tomar en cuenta que en el nombre no debo usar símbolos raros como acentos, guiones altos ni bajos, espacios, ni una ruta de 2 o 3 niveles de profundidad (ósea un directorio de la siguiente manera 1er\_Nivel/2do\_Nivel/3er\_Nivel...), esto porque si no podré tener problemas de compilación al correr mi programa.



New Project Wizard

← Create New Project  
Specify project location and type.

Enter a name, locations, and comment for the project

Name: aVHDL

Location: C:\cLogicos\avHDL

Working Directory: C:\cLogicos\avHDL

Description: 1er programa de VHDL para la materia circuitos lógicos para programar el circuito integrado FPGA que se encuentra en la tarjeta NEXYS 2

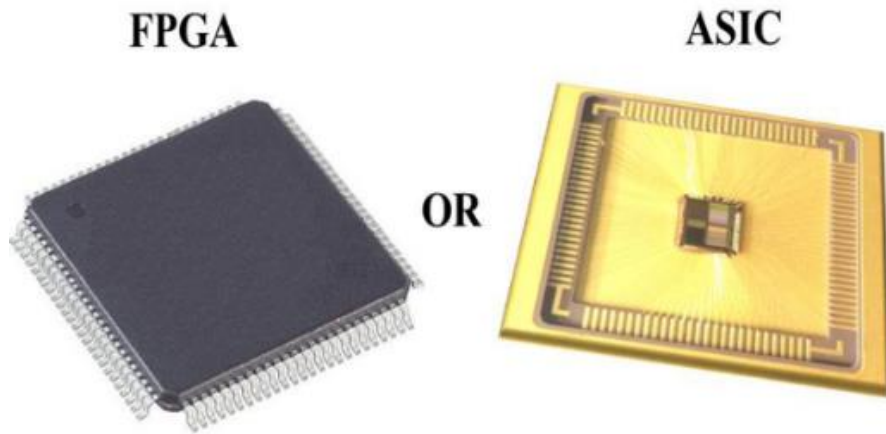
Select the type of top-level source for the project

Top-level source type: HDL

More Info Next > Cancel

No importando el lenguaje de programación que elija, ya sea Verilog o VHDL, cuando cree un nuevo proyecto debo dejar abajo la opción de HDL (Lenguajes Descriptivos de Hardware) ya que esto describe el tipo de lenguaje de programación que estoy usando.

Después deberé indicar el tipo de circuito integrado que estoy programando en mi tarjeta, en particular podemos programar chips para funciones individuales (llamados ASIC, *application-specific integrated circuit*) que solo se pueden programar una vez o podemos programar chips FPGA (*field-programmable gate array*) que puedo programar múltiples veces.



Las FPGA (el chip en específico no la tarjeta) tienen marcas específicas que debo indicar en esta parte de la creación de mi proyecto, en particular la que estoy usando es la SPARTAN 3E que viene montada en la tarjeta de desarrollo NEXYS 2, todo esto viene indicado en su caja:



**Figura 3. Tarjeta de desarrollo Nexys 2.**

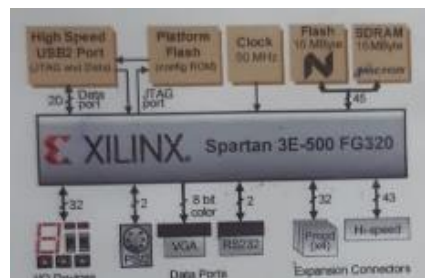


## VHDL y Verilog: Lenguajes de Descripción de Hardware

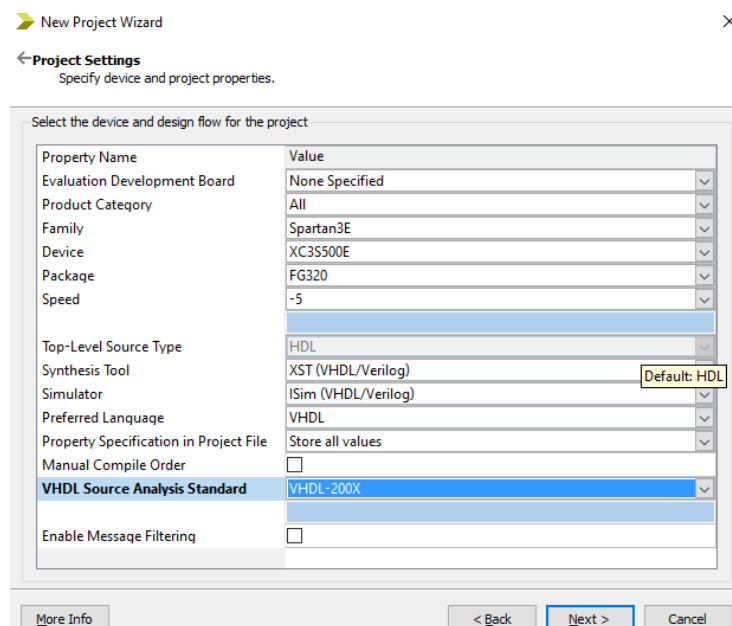
Existen 2 lenguajes de programación con los que se puede programar la FPGA, elegir uno es más por gusto de sintaxis que por otra cosa ya que ambos realizan las mismas funciones, dichos lenguajes son: VHDL y Verilog.

Habiendo dicho esto, los datos que debo meter para cuando haga un nuevo proyecto donde esté usando la tarjeta de desarrollo Nexys 2 que contiene el chip FPGA SPARTAN 3E son:

- **Family:** Spartan 3E
- **Device:** XC3S500E
- **Package:** FG320
- **Speed:** -5
- **Preferred Language:** VHDL o Verilog (Dependiendo de en qué lenguaje quiera programar mi FPGA).
- **VHDL Source Analysis Standard:** VHDL-200X (Es indiferente cual elija si decido programar con el lenguaje Verilog, pero si programamos con VHDL debo poner esta opción).

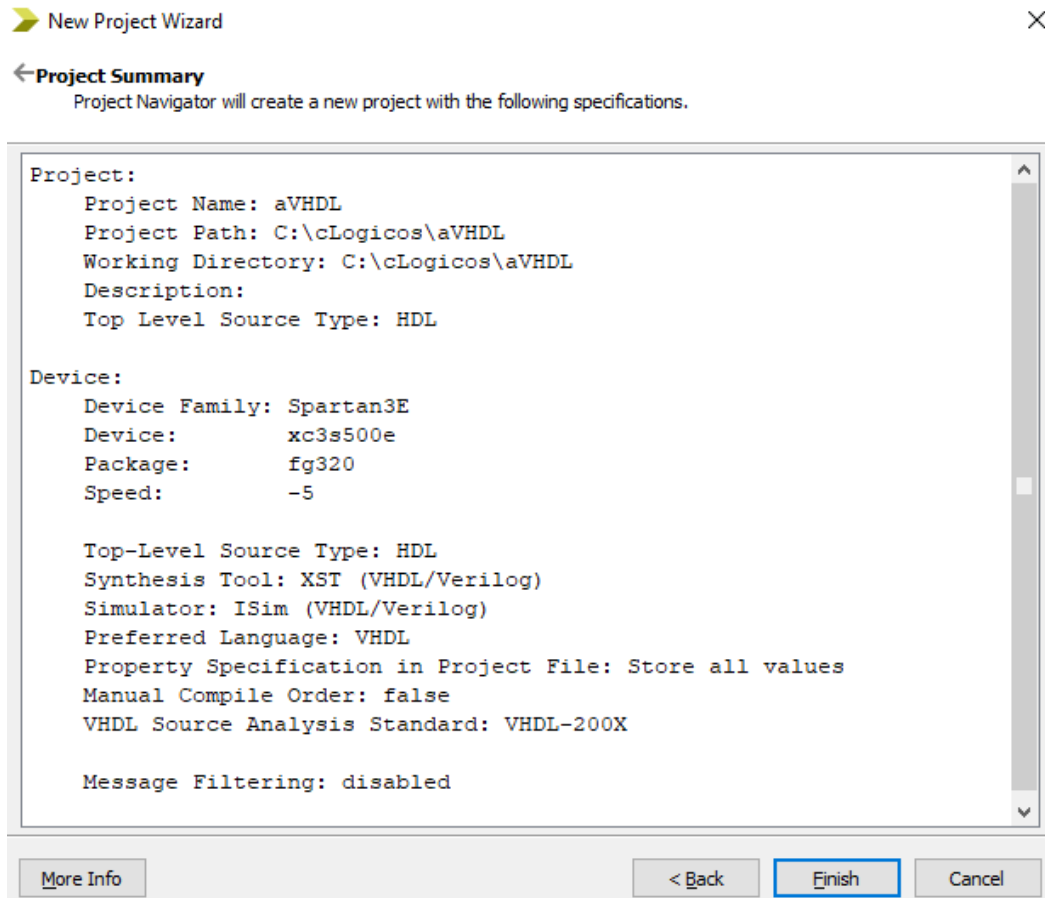


Todos estos datos vienen indicados en la caja de la Nexys 2 y son los que debo meter a la ventana de Project Settings para poder usar mi FPGA.

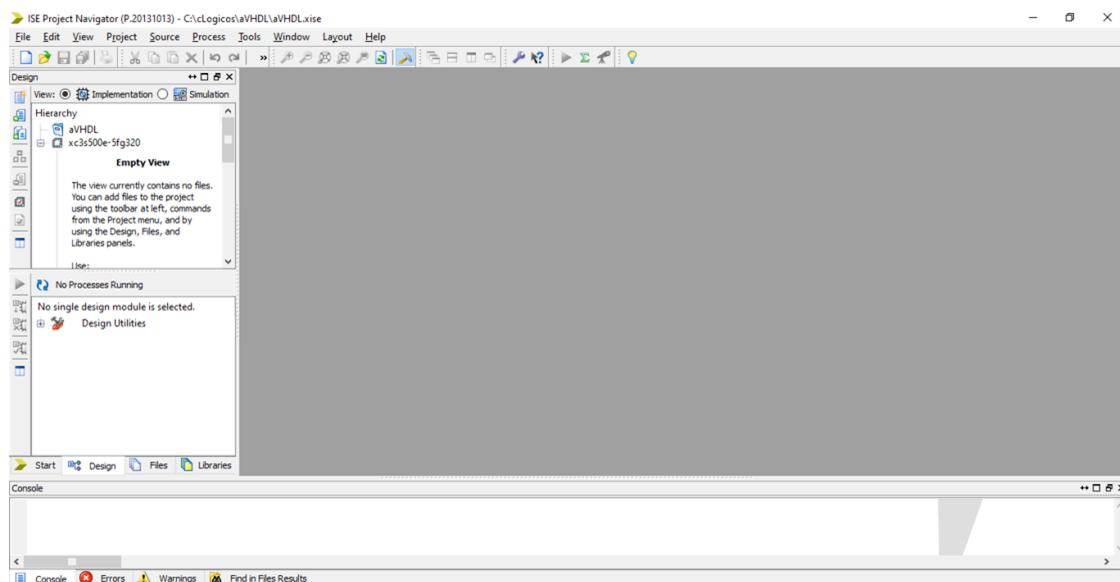




Ya que haga clic en Next, lo que hará el programa es mostrarme los datos del dispositivo que estoy programando como la ubicación de mi proyecto, el lenguaje que estoy usando, etc.

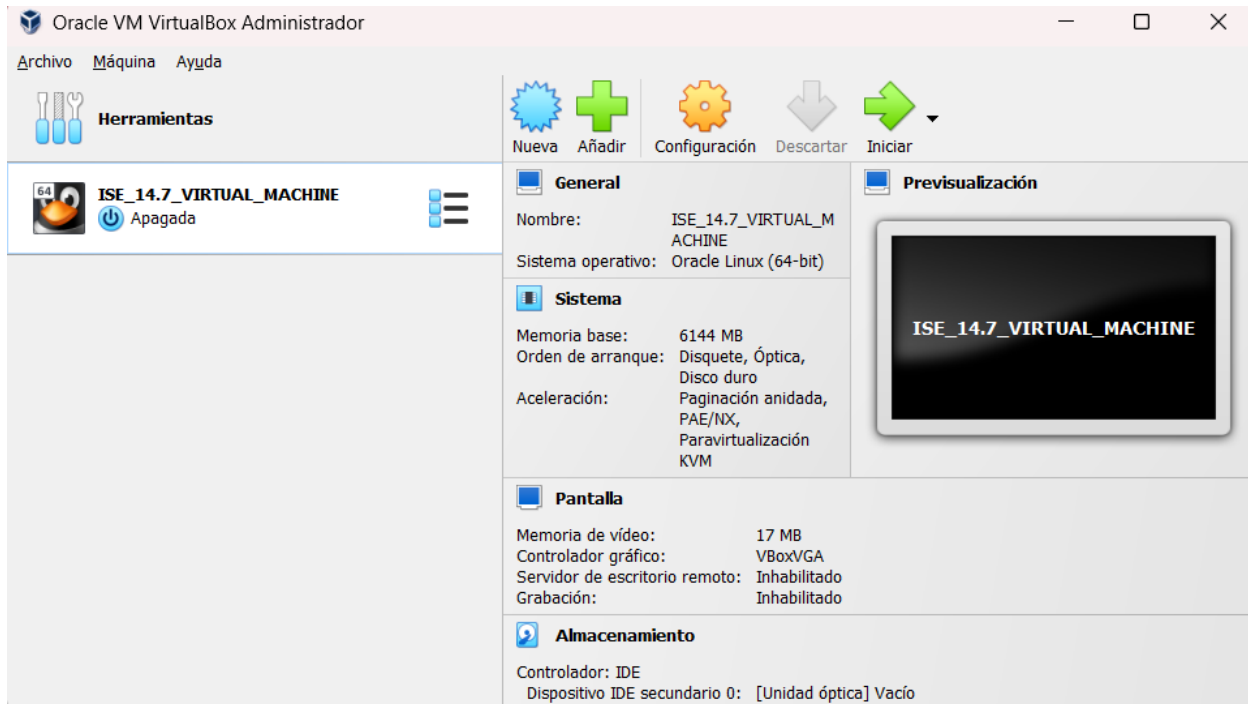


En este punto daré clic en el botón de Finish y me aparecerá del lado izquierdo una carpeta con el nombre de mi proyecto.

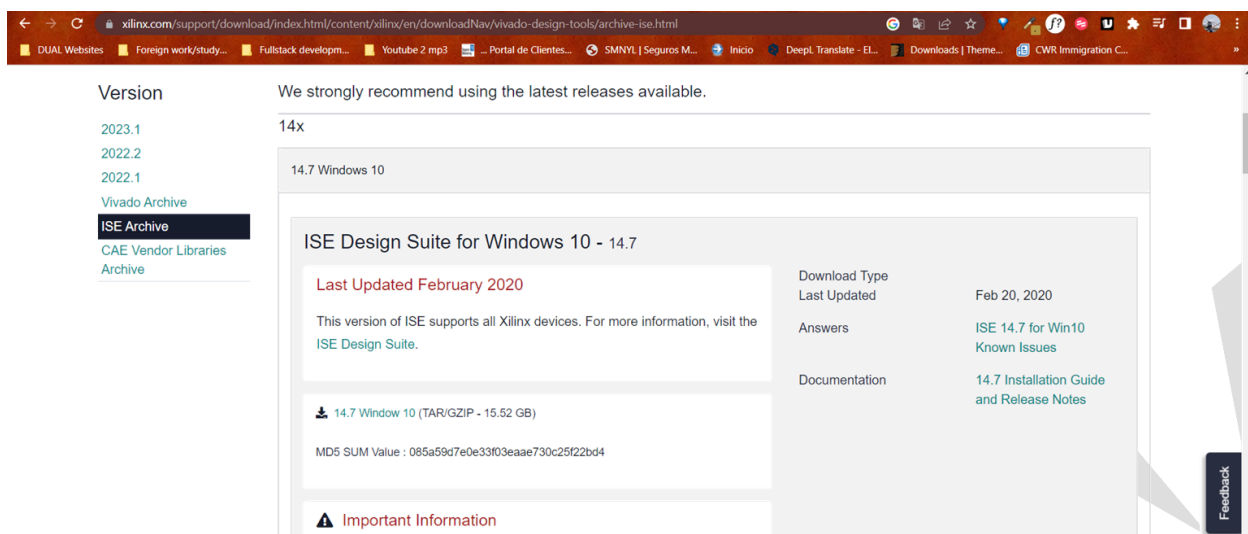


## Actualización Windows 11

El programa se descargaba de manera muy sencilla para el sistema operativo Windows 10, pero como ya mencionamos previamente, la comunidad de Xilinx es muy escasa, por lo que en el sistema operativo Windows 11, el software de ISE Xilinx 14.7 se volvió inutilizable, por lo cual ahora para poder utilizarlo se debe además descargar una máquina virtual llamada Oracle VM Virtual Box para poder utilizar el editor de texto que permite programar en VHDL o Verilog.



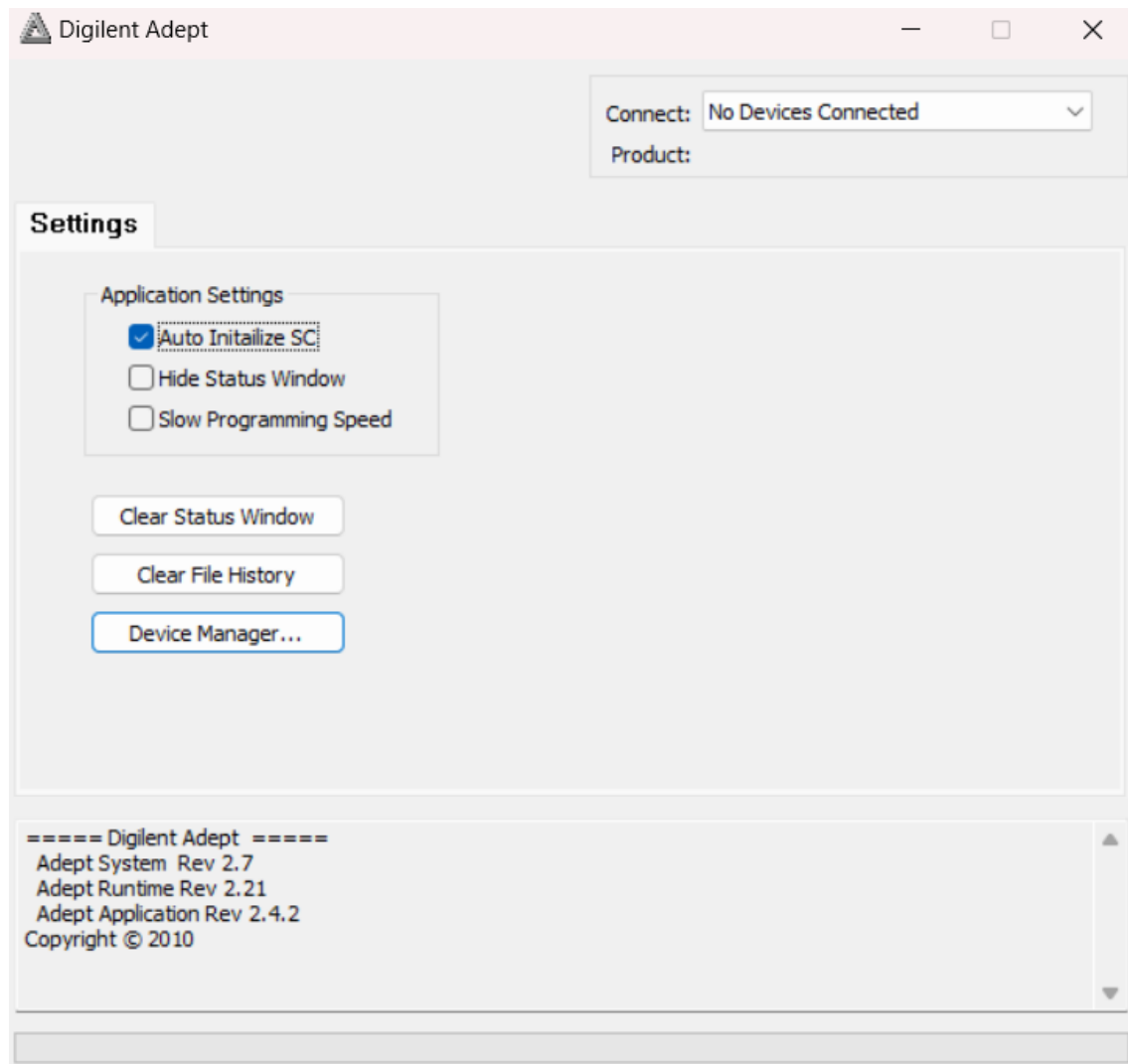
Además de la siguiente versión especial del software ISE Xilinx que permite correr en esta máquina virtual.



Ya con estas dos herramientas se podrá programar en Windows 11 un FPGA como la tarjeta Nexys 2.

# Diligent Adept

Finalmente, para que mi código pueda ser subido a la tarjeta de desarrollo debo descargar un programa adicional llamado Adept, este se descarga de una forma normal en el sistema operativo Windows 11.



En Windows 11, para poder programar la FPGA, la Virtual Box debe estar cerrada o mínimo se debe haber conectado la FPGA con Adept antes de abrirla.