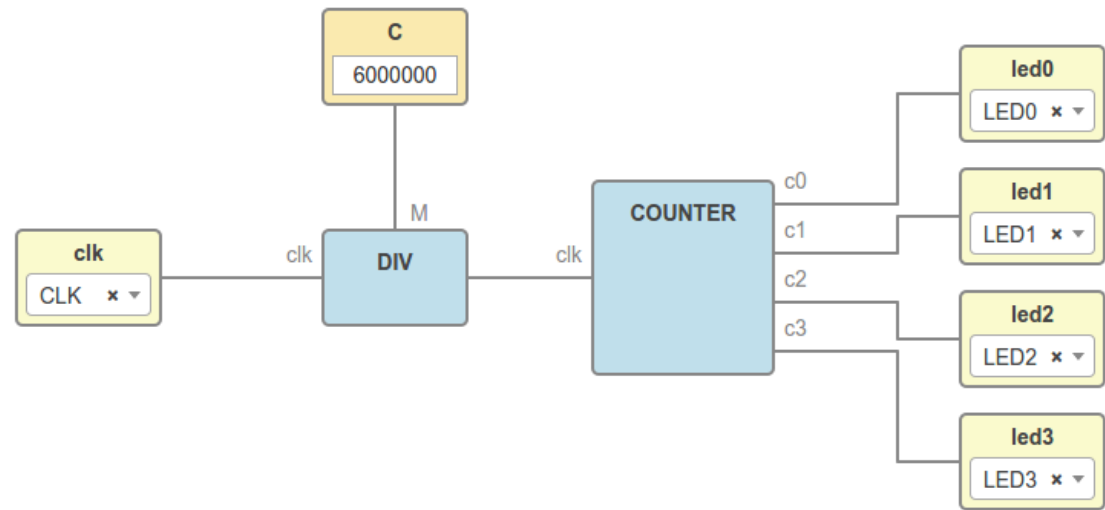


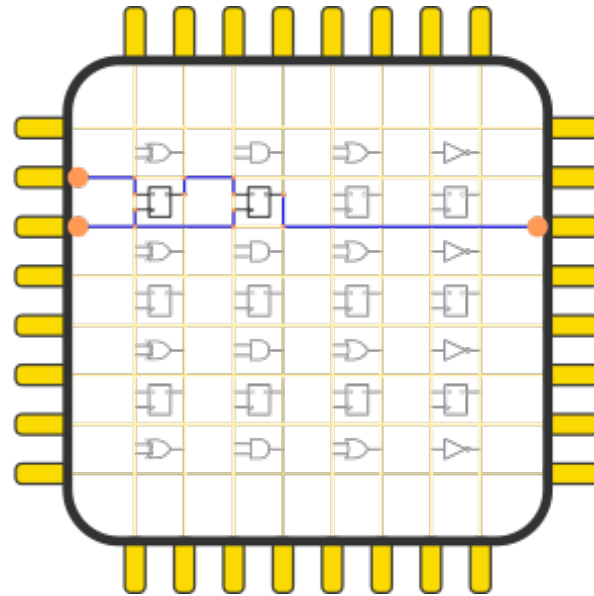
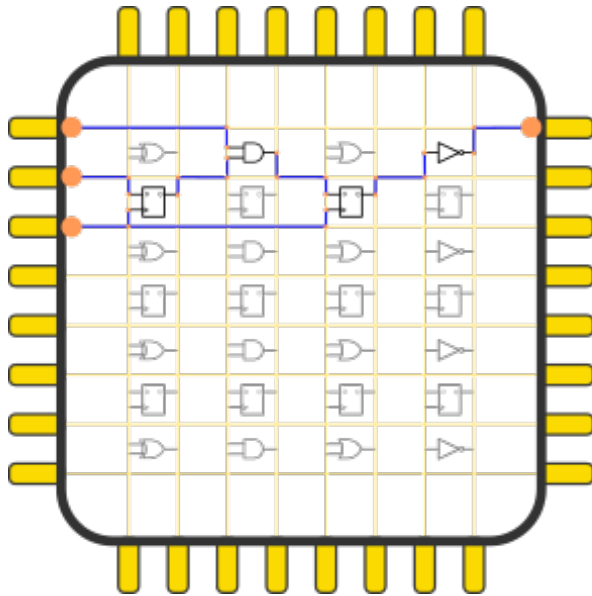
Taller – Herramientas Libres con FPGAs



Jesús Arroyo Torrens

<https://github.com/Jesus89>

Field Programmable Gate Array



Toolchain de FPGA libre

Proyecto IceStorm por Clifford Wolf



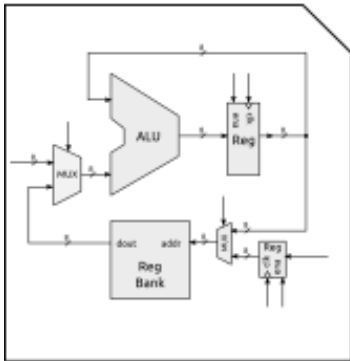
Digital design

HDL File

Bit stream

Config memory

FPGA

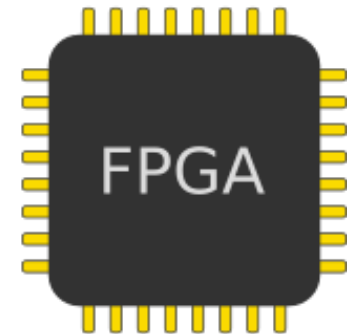


```
module simplier #(
    parameter BAUD = 'B115200,
    parameter BMT_DELAY = 'T_200ns,
    parameter ROMFILE = "prog.bit",
    parameter DEBUG_LCDS = 0
)
//
    input wire clk;
    input wire rstn_in;
    output wire [3:0] leds;
    output wire stop;
    output wire tx;
    input wire rx;

    //
    reg [5W-1:0] alu_out;
    reg Reg_A;

    always @(*) begin
        if (alu_out)
            alu_out = alu_in;
        else if (leds[3:0])
            alu_out = 0;
        // Suma de operador 3 + operador 2
        else if (leds[2:0])
            alu_out = reg_a + alu_in;
        else if (leds[0:1])
            alu_out = 0;
    end
endmodule
```

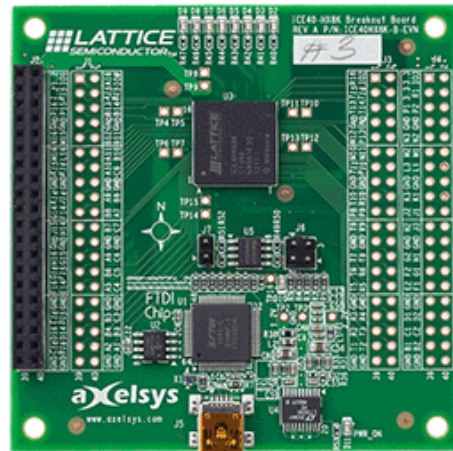
```
...011000010111001001110011
011001010100100101101110
011101000011101000111010
001010000011000000101100
001100100011000100110001
001010010011110100100011
001010000011000000101100
001100100011000000110001
001010010010110000101000
001100000010110000110001
001101010010100100101100
001010000011000000101100...
```



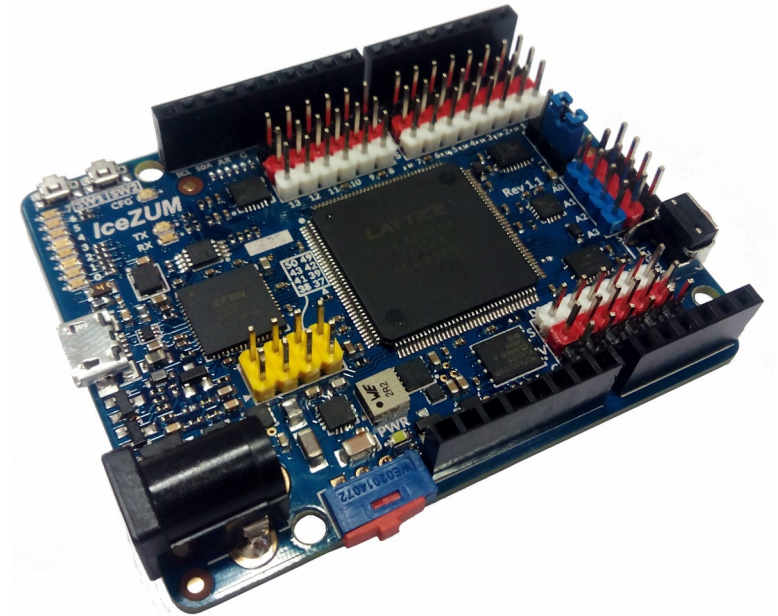
Placas FPGA libres



[Icestick](#)



[iCE40-HX8K Breakout Board](#)



[IceZUM Alhambra](#)

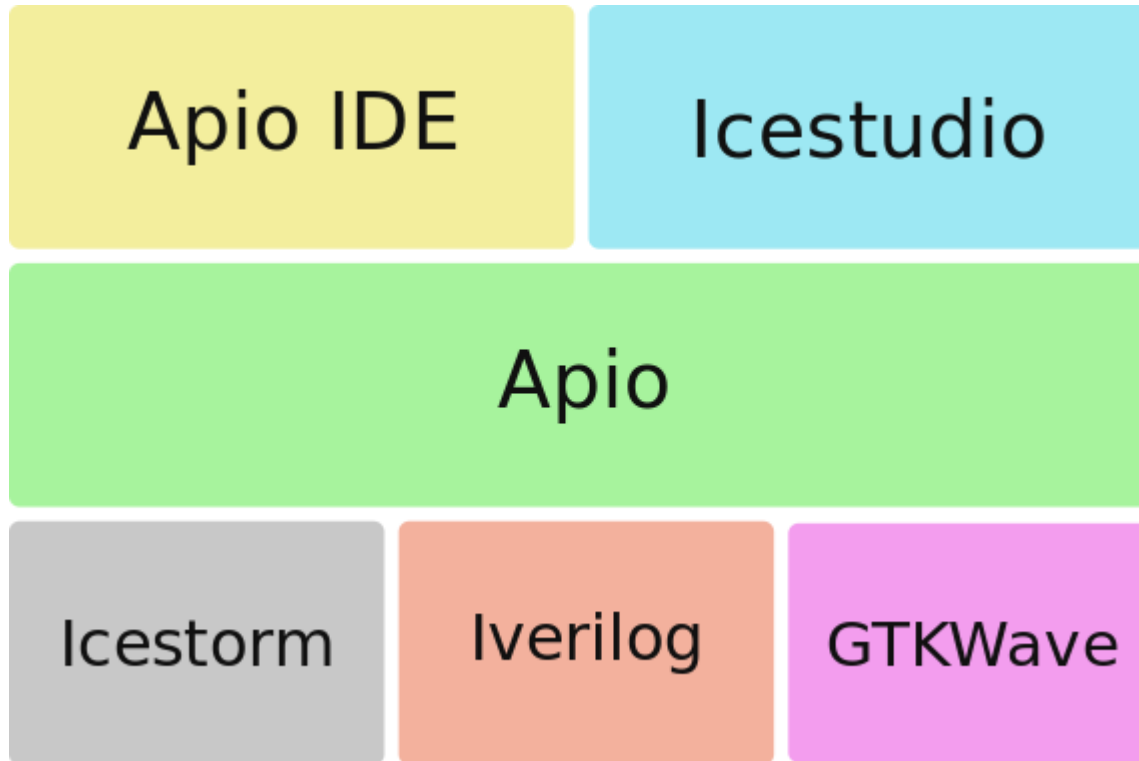
Pila de herramientas libres

Icestorm

Iverilog

GTKWave

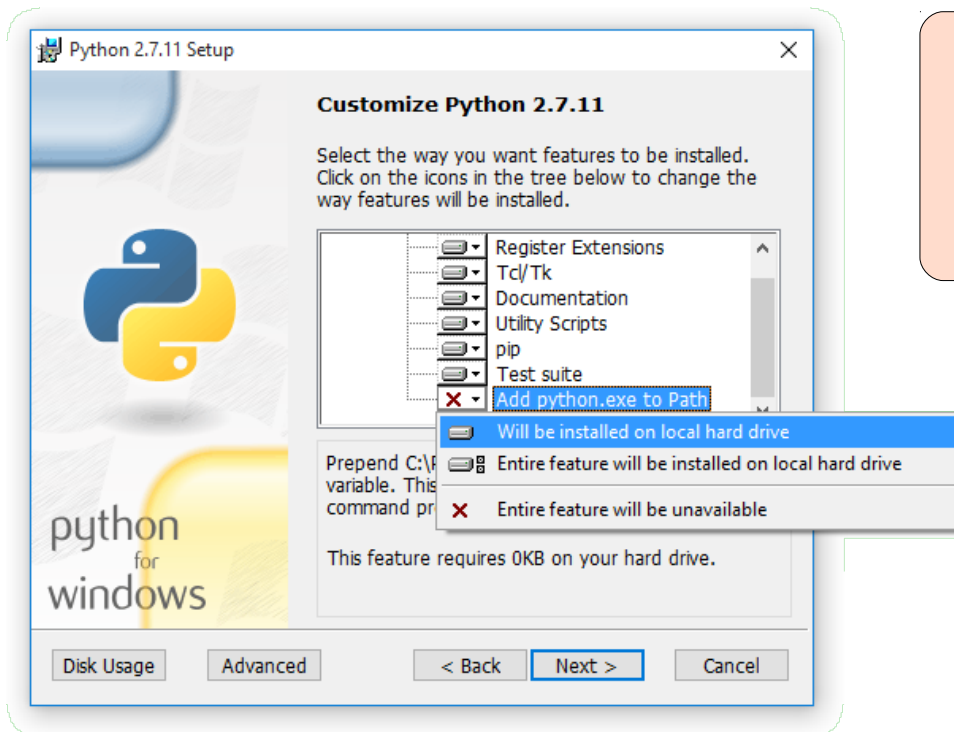
Pila de herramientas libres



Requisitos

1. Python 2.7

<https://www.python.org>

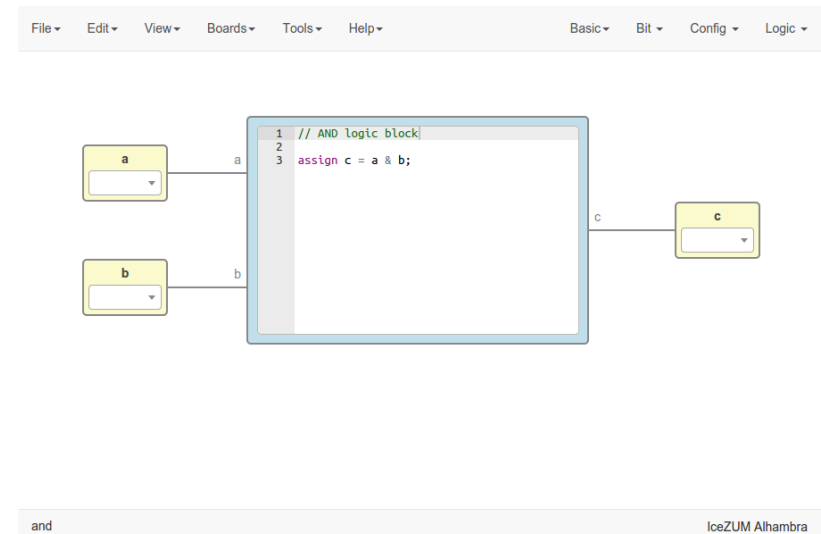


*Usuarios de Windows: NO OLVIDAR
seleccionar **Add python.exe to Path**
en la ventana "Customize"*

Comprobar la instalación: abre la consola y ejecuta **python**

Icestudio

<https://github.com/FPGAwards/icestudio>



Editor gráfico experimental para FPGAs libres. Creado con HTML y JS

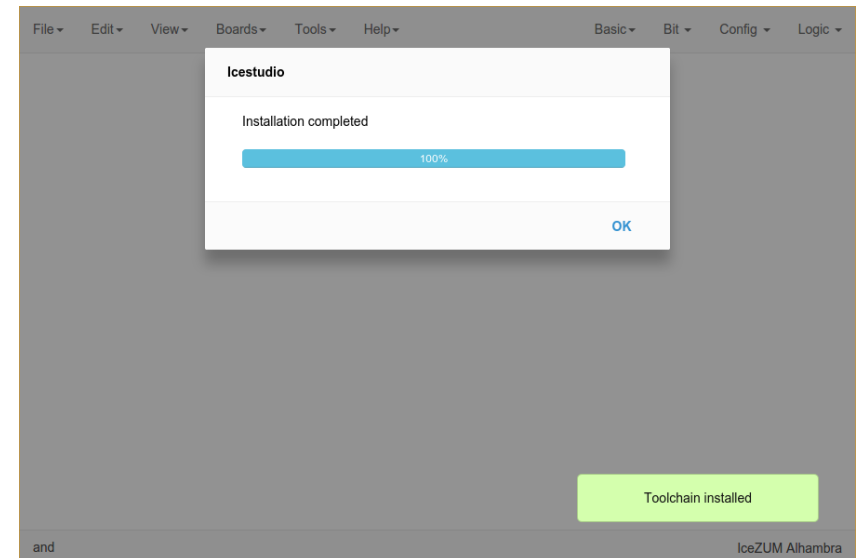
Icestudio

1. Instalar

- Copia *icestudio-0.2.4-dev.zip*
- Descomprime el zip
- Ejecuta *icestudio*

2. Configuración

- Instala la toolchain
Herramientas > Toolchain > Instalar
- Instala los drivers
Herramientas > Drivers > Habilitar

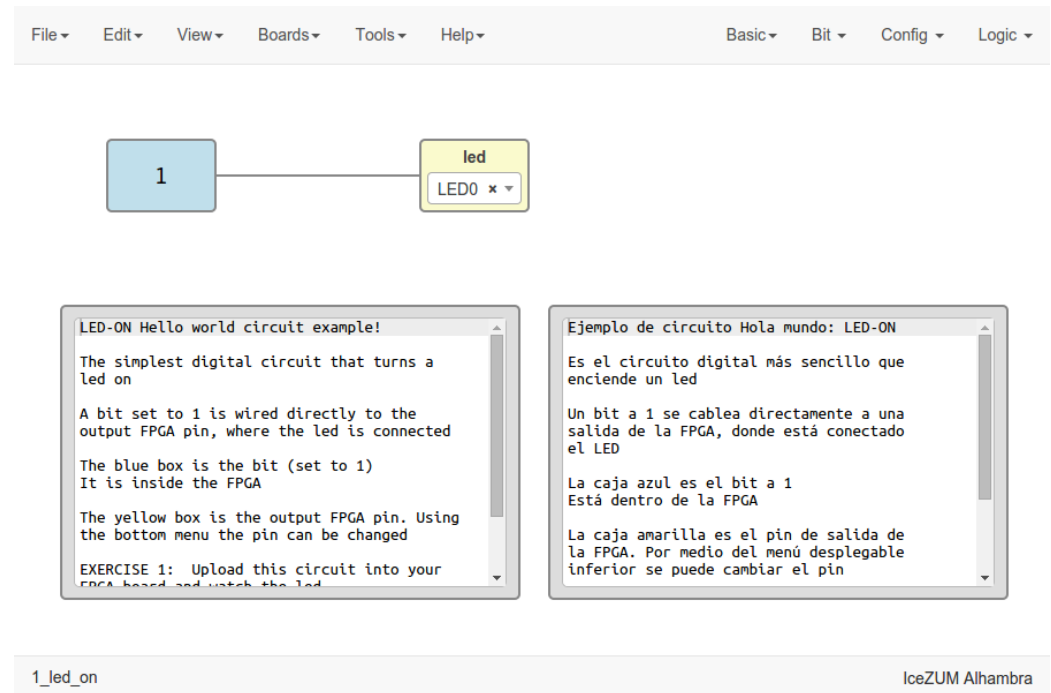


La configuración de los drivers requiere permisos de administrados. Sigue las instrucciones en cada SO

Icestudio

3. Hola, mundo!

- Carga un ejemplo
1. Básico > 1
- Selecciona la placa
Placas > IceZUM
- Selecciona el pin E/S
Editar el combo
- Carga el bit stream
Herramientas > Cargar

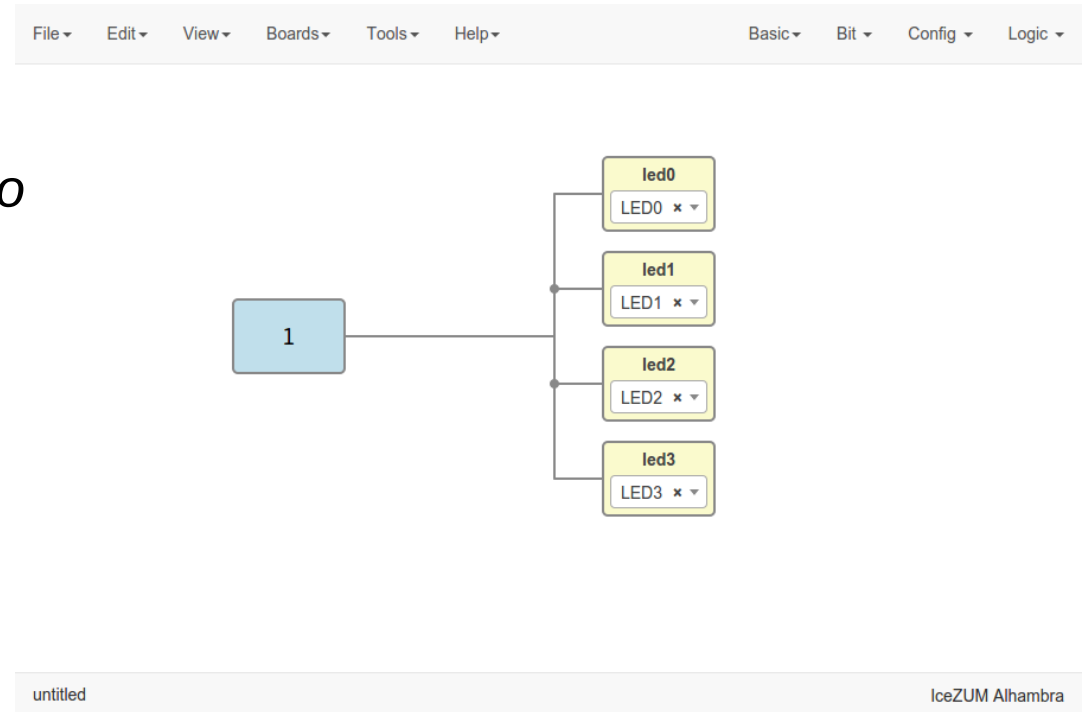


Para inspeccionar un bloque o editar su nombre utiliza doble click

Icestudio

4. Más leds

- Crea un proyecto
Archivo > Nuevo proyecto
- Añade los bloques
Bit > 1
Básico > Salida
- Conecta los cables
- Carga el bit stream
Herramientas > Cargar

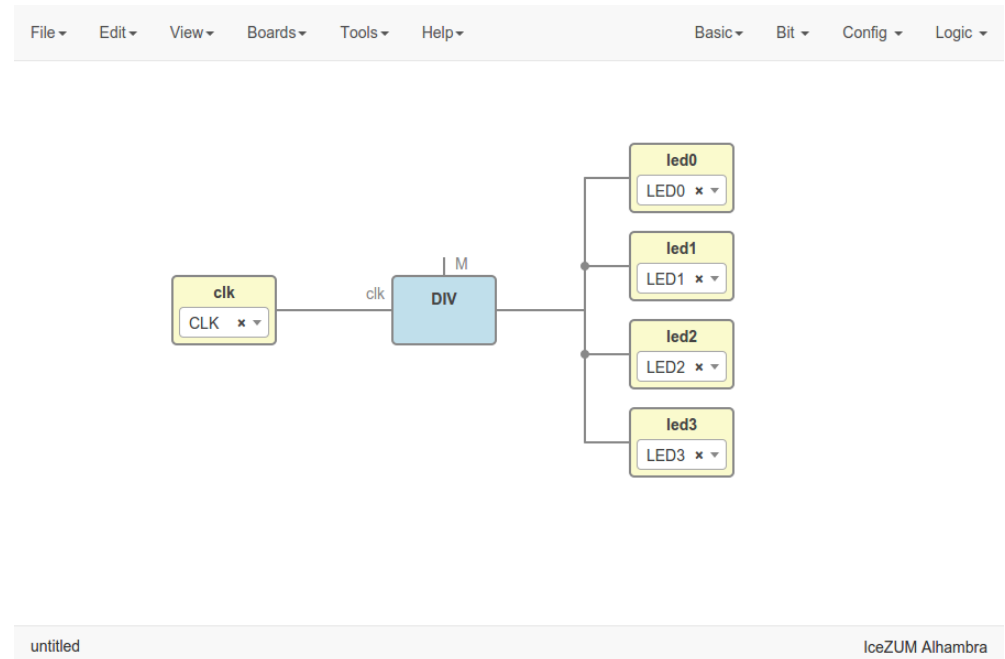


Se pueden crear múltiples bloques E/S. Por ejemplo, “*led0, led1, led2*”

Icestudio

5. Parpadeo

- Importa bloque DIV
Archivo > Importar bloque
- Añade entrada de reloj
Básico > Entrada
- Conecta los cables
- Carga el bit stream
Herramientas > Cargar

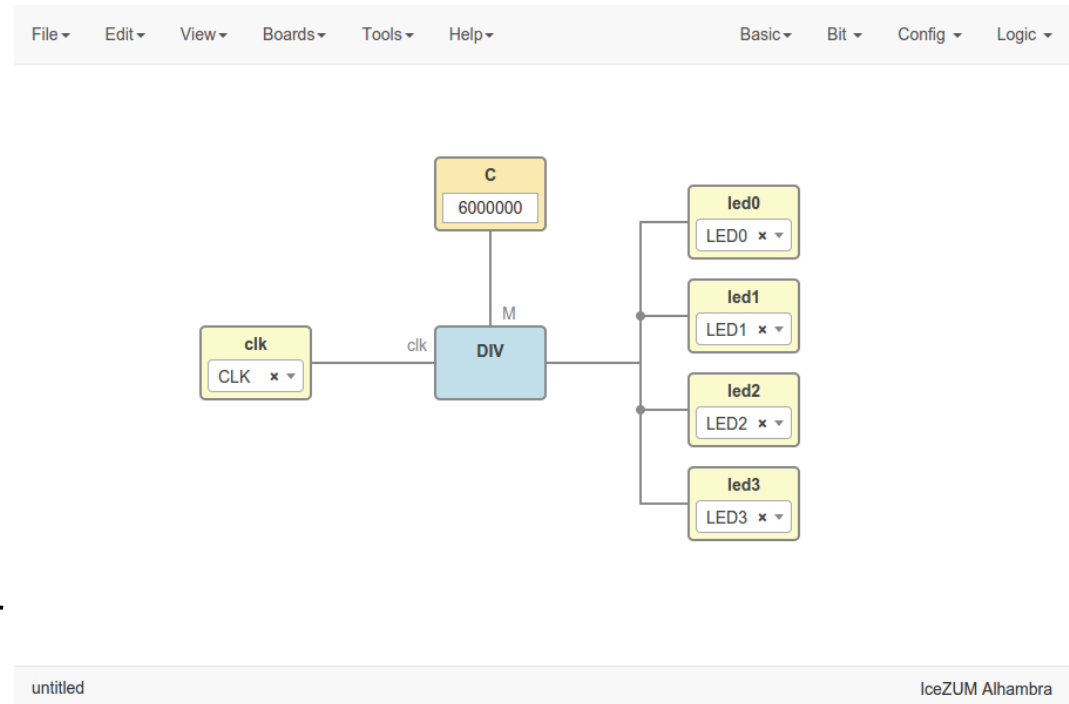


El reloj es una señal de 12 MHz

Icestudio

6. Parpadeo personalizado

- Añadir constante
Básico > Constante
- Inserta un valor
6000000
- Conecta los cables
- Carga el bit stream
Herramientas > Cargar

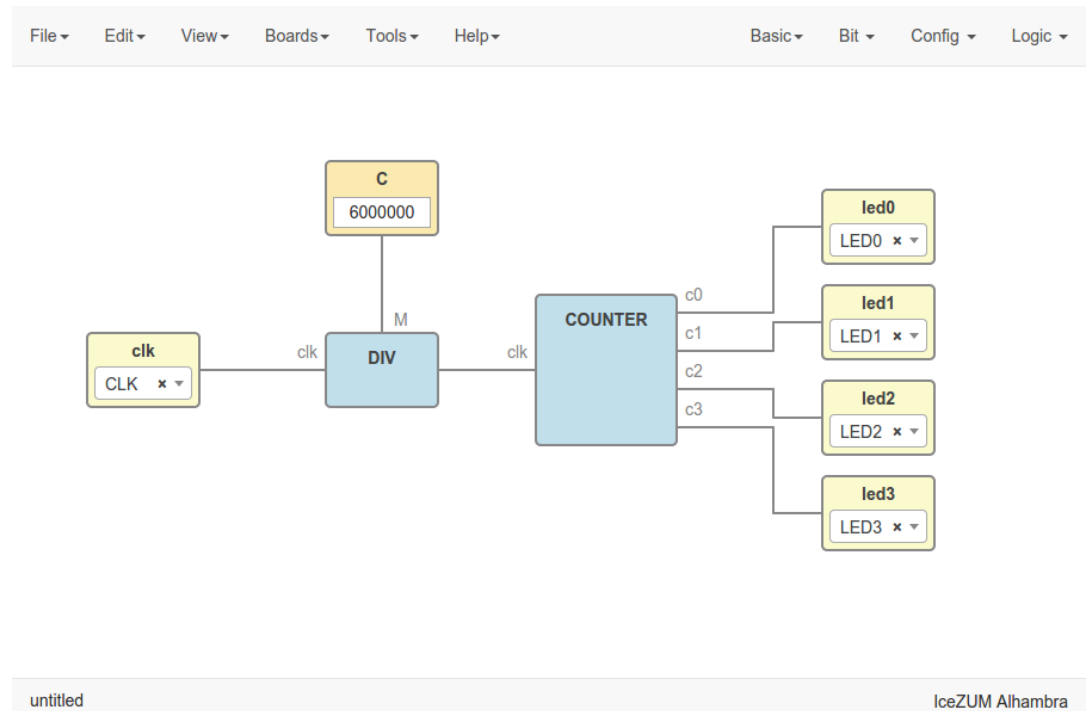


El reloj es una señal de 12 MHz

Icestudio

7. Contador

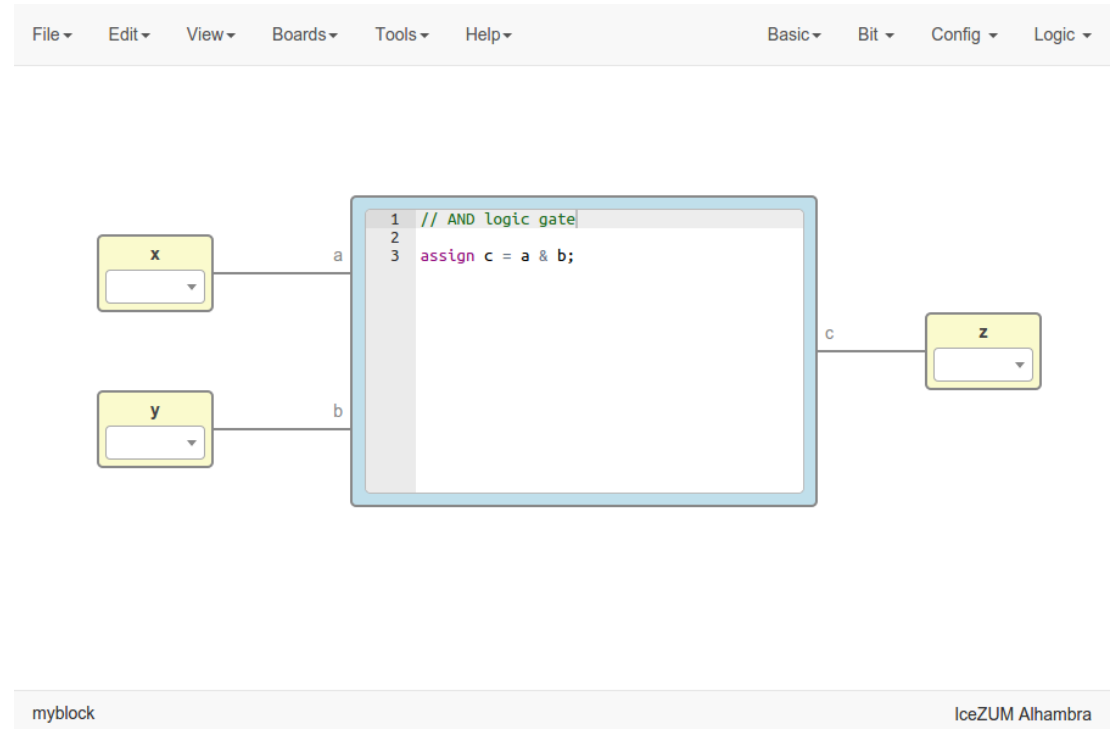
- Importa bloque COUNTER
Archivo > Importar bloque
- Reconecta los cables
- Carga el bit stream
Herramientas > Cargar



Icestudio

8. Código

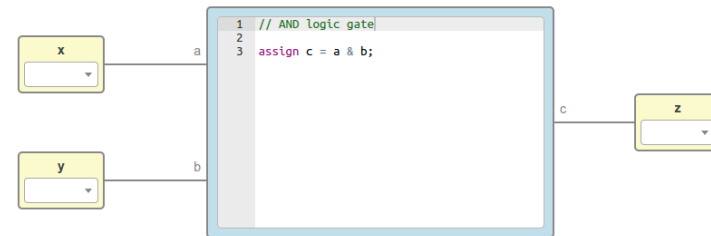
- Crea un proyecto
Archivo > Nuevo
- Añade bloques
Básico > Código
Básico > Entrada
Básico > Salida
- Conecta los cables
- Verifica el diseño
Herramientas > Verificar



Icestudio

9. Bloques personalizados

- Carga un proyecto
Archivo > Abrir proyecto
- Guarda el proyecto como bloque
Archivo > Exportar como bloque

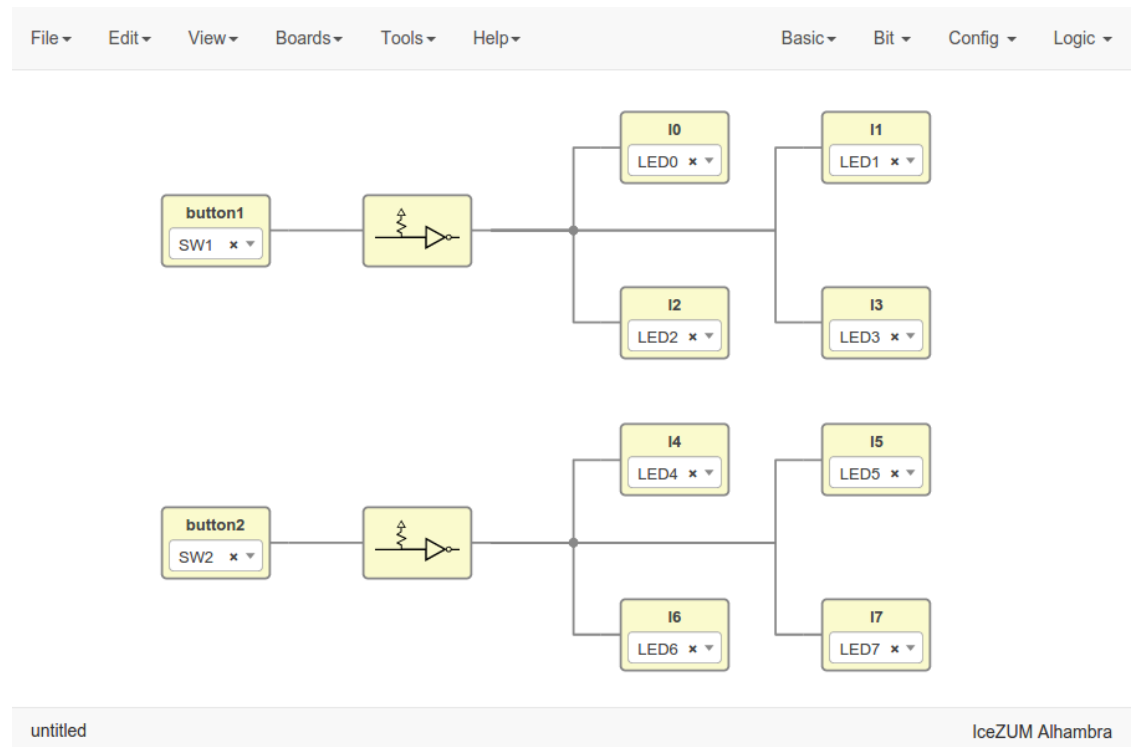


Los pines de Entrada / Salida se convierten en los puertos del bloque

Icestudio

10. Utilizando botones

- Crea un proyecto
Archivo > Nuevo
- Añade bloques
Básico > Código
Básico > Entrada
Config > Pull up inv
- Conecta los cables
- Carga el bit stream
Herramientas > Cargar



Apio

<https://github.com/FPGAwards/apio>



```
Terminal
jesus@ThinkPad ~
$ apio
Usage: apio [OPTIONS] COMMAND [ARGS]...

Experimental micro-ecosystem for open FPGAs

Options:
  --version  Show the version and exit.
  --help    Show this message and exit.

Code commands:
  build      Synthesize the bitstream.
  clean      Clean the previous generated files.
  sim        Launch the verilog simulation.
  time       Bitstream timing analysis.
  upload     Upload the bitstream to the FPGA.
  verify     Verify the verilog code.

Environment commands:
  boards     Manage FPGA boards.
  config     Apio configuration.
  drivers    Manage FPGA drivers.
  examples   Manage verilog examples.
  init       Manage apio projects.
  install    Install packages.
  system     System tools.
  uninstall  Uninstall packages.
  upgrade    Check the latest Apio version.

jesus@ThinkPad ~
$
```

Ecosistema experimental para FPGAs libres. Creado con Python

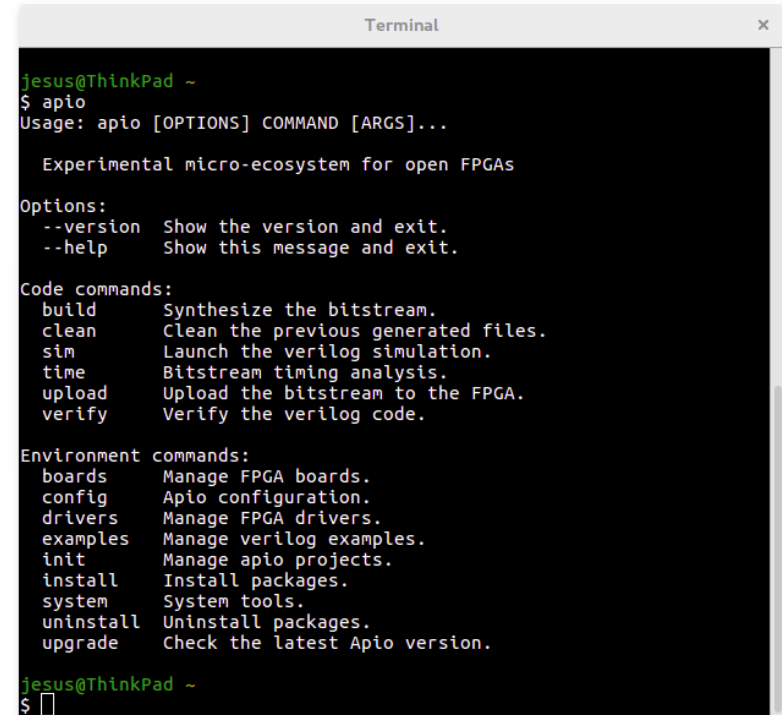
Apio

1. Instalar

- Abre la consola y ejecuta
`$ pip install -U apio`
- Comprueba apio
`$ apio`

2. Configuración

- Instala la toolchain
`$ apio install --all`
- Instala los drivers
`$ apio drivers --enable`

A terminal window titled "Terminal" with a close button in the top right corner. The prompt is "jesus@ThinkPad ~". The user has entered "\$ apio". The output shows the usage and options for the 'apio' command.

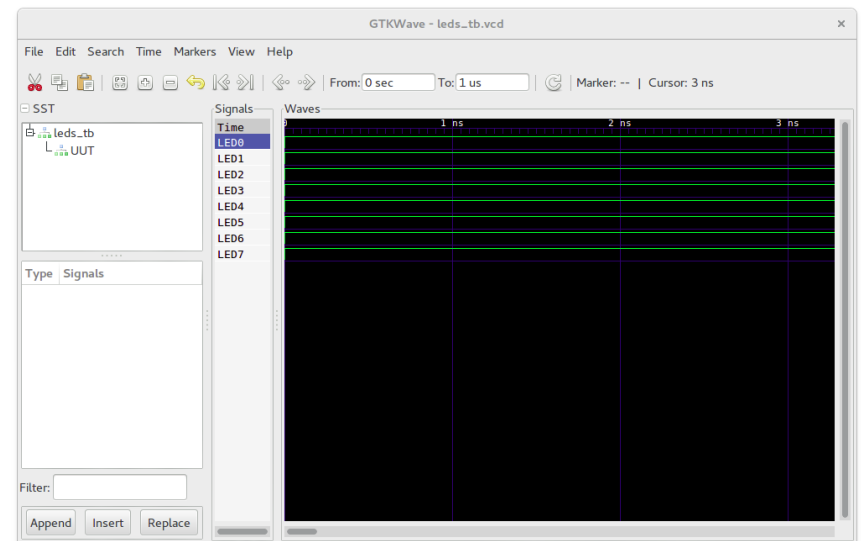
```
jesus@ThinkPad ~  
$ apio  
Usage: apio [OPTIONS] COMMAND [ARGS]...  
  
Experimental micro-ecosystem for open FPGAs  
  
Options:  
  --version Show the version and exit.  
  --help    Show this message and exit.  
  
Code commands:  
  build Synthesize the bitstream.  
  clean Clean the previous generated files.  
  sim   Launch the verilog simulation.  
  time  Bitstream timing analysis.  
  upload Upload the bitstream to the FPGA.  
  verify Verify the verilog code.  
  
Environment commands:  
  boards Manage FPGA boards.  
  config Apio configuration.  
  drivers Manage FPGA drivers.  
  examples Manage verilog examples.  
  init     Manage apio projects.  
  install  Install packages.  
  system   System tools.  
  uninstall Uninstall packages.  
  upgrade  Check the latest Apio version.  
  
jesus@ThinkPad ~  
$
```

La configuración de los drivers requiere permisos de administrados. Sigue las instrucciones en cada SO

Apio

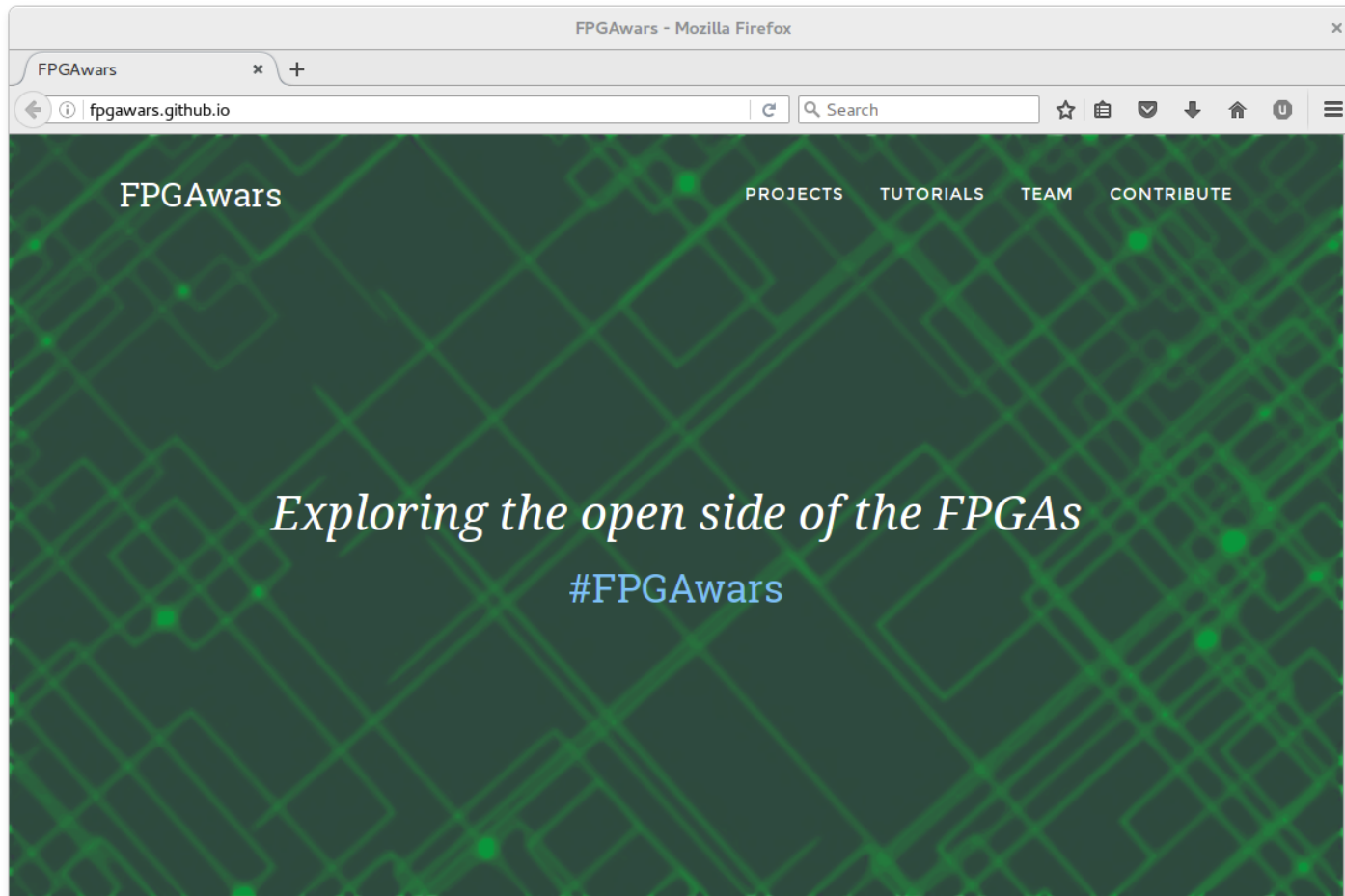
3. Hola, mundo!

- Carga un ejemplo
`$ apio examples -d icezum/leds`
- Entra en el directorio
`$ cd icezum/leds`
- Verifica y simula
`$ apio verify $ apio sim`
- Sintetiza y carga
`$ apio build $ apio upload`
- Análisis de tiempo
`$ apio time $ apio clean`

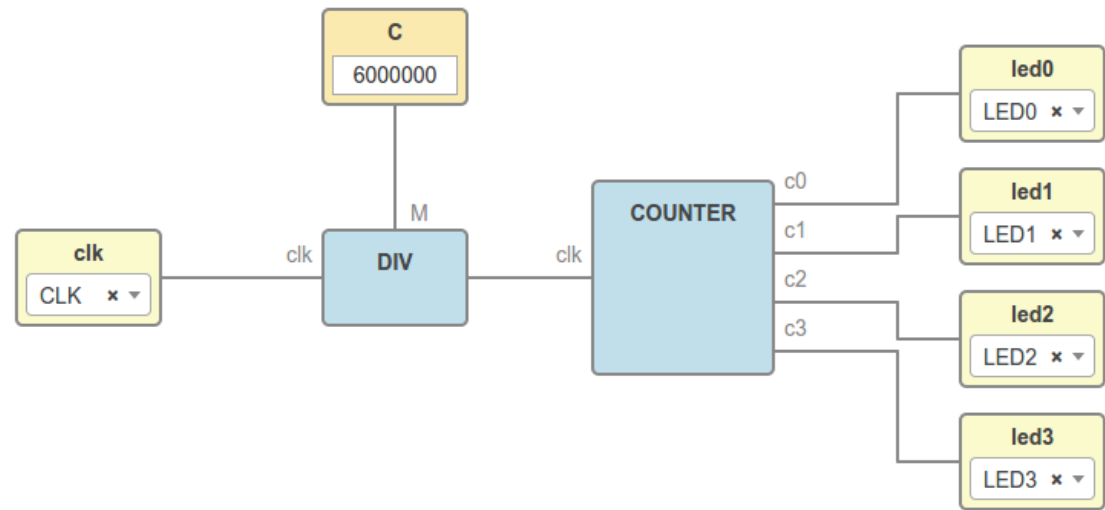


¡Quiero más!

<http://FPGAwards.github.io>



Taller – Herramientas Libres con FPGAs



Jesús Arroyo Torrens

<https://github.com/Jesus89>