



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze Fisiche,
Informatiche e Matematiche

6. HLS Lab #2

High Performance Computing [262-022]

Dott. Gianluca Brilli

gianluca.brilli@unimore.it

Corso di Laurea in INFORMATICA

(D.M.270/04) [16-262]

Anno accademico 2020/2021

Dott. Alessandro Capotondi

Alessandro.capotondi@unimore.it

Prof. Andrea Marongiu

andrea.marongiu@unimore.it

È vietata la copia e la riproduzione dei contenuti e immagini in qualsiasi forma.

È inoltre vietata la redistribuzione e la pubblicazione dei contenuti e immagini non autorizzata espressamente dall'autore o dall'Università di Modena e Reggio Emilia.

Agenda

Cosa vedremo in queste lezioni

→ *Esempi di accelerazione tramite FPGA:*

→ *Simulazione di alcuni kernel computazionali, applicando alcune ottimizzazioni HLS.*

→ ***Test su development board:***

→ ***Realizzazione di un design completo e test su piattaforma di sviluppo.***

Esempio

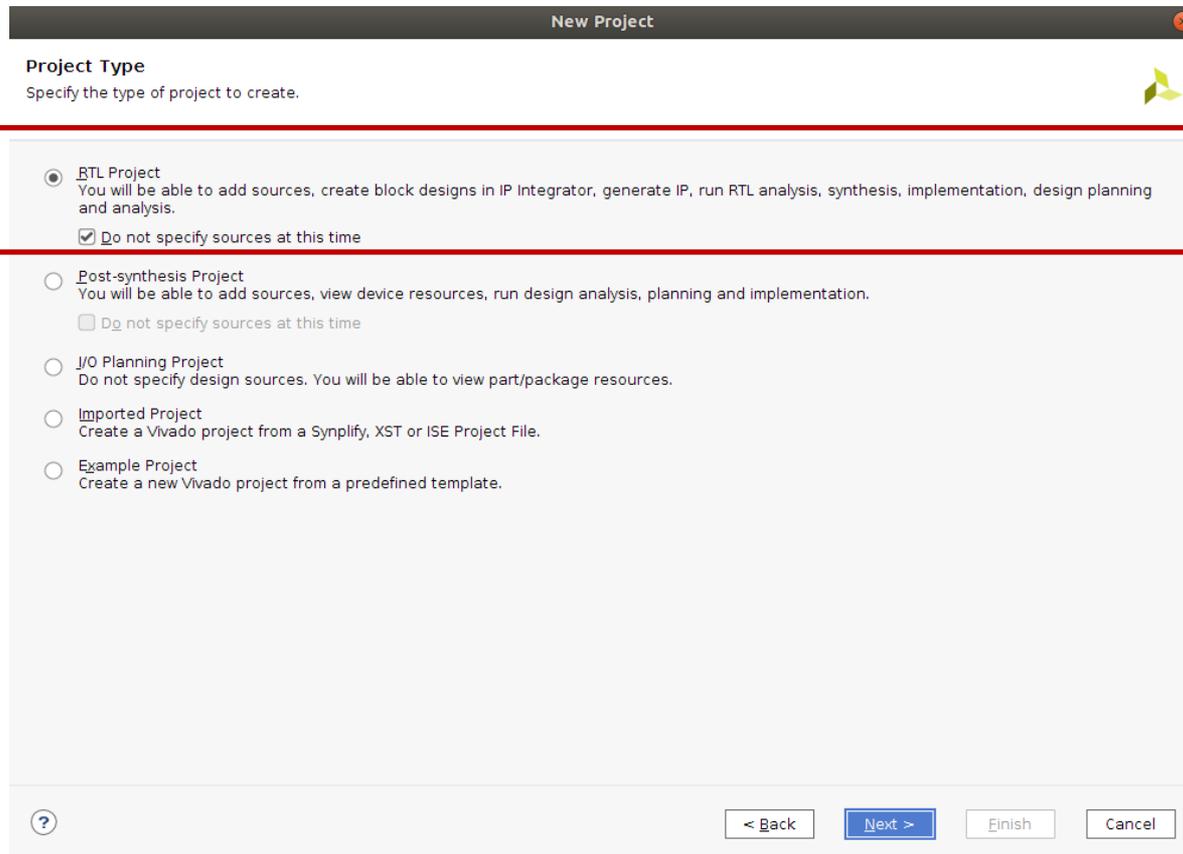
- *Realizzazione di un progetto che ci permetta di eseguire del codice su development board.*
- *Scrittura sul terminale della stringa «Hello World».*

Esempio

Creazione di un progetto Vivado

→ `$ source /tools/Xilinx/Vivado/2020.1/settings64.sh`

→ `$ vivado`



New Project

Project Type
Specify the type of project to create.

BTL Project
You will be able to add sources, create block designs in IP Integrator, generate IP, run RTL analysis, synthesis, implementation, design planning and analysis.
 Do not specify sources at this time

Post-synthesis Project
You will be able to add sources, view device resources, run design analysis, planning and implementation.
 Do not specify sources at this time

I/O Planning Project
Do not specify design sources. You will be able to view part/package resources.

Imported Project
Create a Vivado project from a Synplify, XST or ISE Project File.

Example Project
Create a new Vivado project from a predefined template.

? < Back Next > Finish Cancel

Esempio

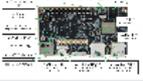
Creazione progetto

Parts | **Boards**

[Reset All Filters](#) Install/Update Boards

Vendor: Name: Board Rev:

Search: (45 matches)

Display Name	Preview	Vendor	File Version	Part
Ultra96-V2 Single Board Computer		avnet.com	1.2	xczu3eg-sbva484-1-i
Ultra96 Evaluation Platform		em.avnet.com	1.2	xczu3eg-sbva484-1-e
Ultra96v2 Evaluation Platform		em.avnet.com	1.0	xczu3eg-sbva484-1-e
UltraSOM (ZYNQ-UltraScale+) TE0803-2CG-1E(, A: 2GB DDR). SPRT PCB: REV01		trenz.biz	1.0	xczu2cg-sfvc784-1-e
UltraSOM (ZYNQ-UltraScale+) TE0803-2CG-1E(, A: 2GB DDR) with TEBF0808. SPRT PCB: REV01		trenz.biz	2.0	xczu2cg-sfvc784-1-e

→ *Selezionare Ultra96v2 Evaluation Platform;*

→ *Next e Finish.*

Esempio

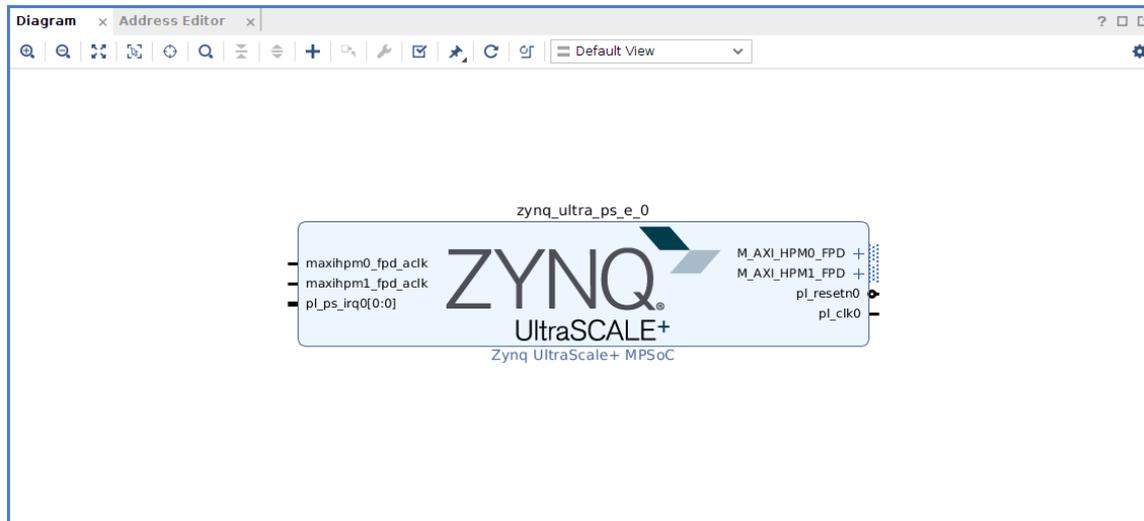
Creazione block design



1. *Cliccare su «Create Block Design»;*
2. *Sul design creato cliccare sul «+» (Add IP);*
3. *Aggiungere l'IP «Zynq UltraScale+ MPSoC»;*
4. *Cliccare su «Run Block Automation»;*
5. *Apply Board Preset;*
6. *Ok.*

Esempio

Creazione block design



→ Customizziamo l'IP, rimuovendo tutto ciò che non serve al momento.

Esempio

Rimozione di una porta master

Zynq UltraScale+ MPSoC (3.3)

Documentation IP Location

Page Navigator

Switch To Advanced Mode

PS UltraScale+ Block Design

I/O Configuration

Clock Configuration

DDR Configuration

PS-PL Configuration

PS-PL Configuration

Search: Q-

Name	Select
> General	
▼ PS-PL Interfaces	
▼ Master Interface	
> AXI HPM0 FPD	<input checked="" type="checkbox"/>
> AXI HPM1 FPD	<input type="checkbox"/>
> AXI HPM0 LPD	<input type="checkbox"/>
> Slave Interface	
> Debug	

→ Doppio click sull'IP per aprire la schermata di configurazione;

→ PS-PL Configuration;

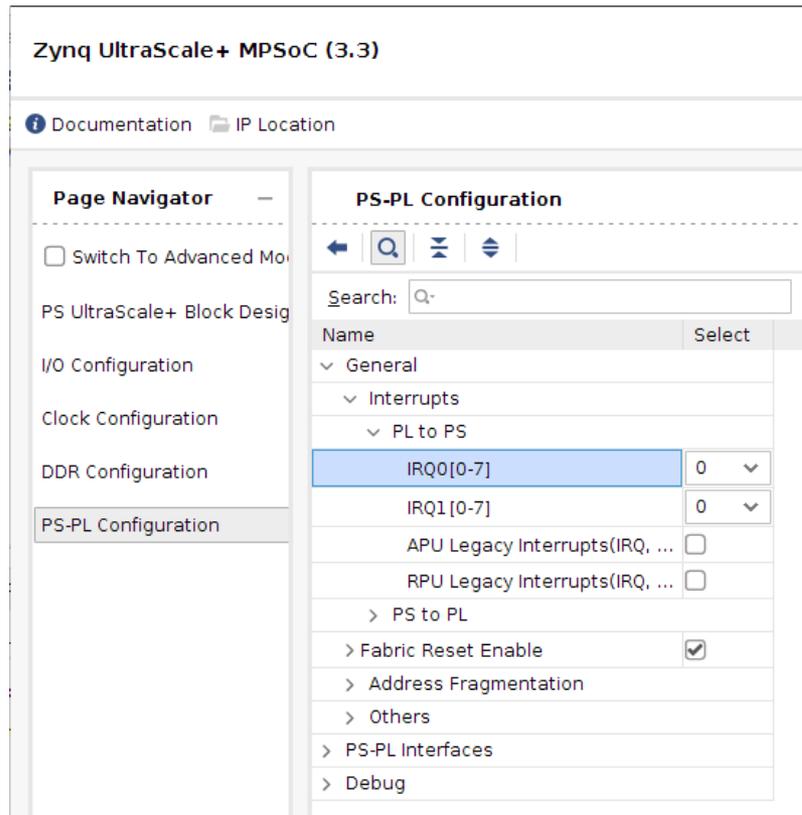
→ Disabilitare «AXI HPM1 FPD»

→ Le AXI HPM sono utilizzate per la configurazione di registri dei moduli FPGA.

→ Al momento una è sufficiente.

Esempio

Rimozione dell'interrupt



→ Doppio click sull'IP per aprire la schermata di configurazione;

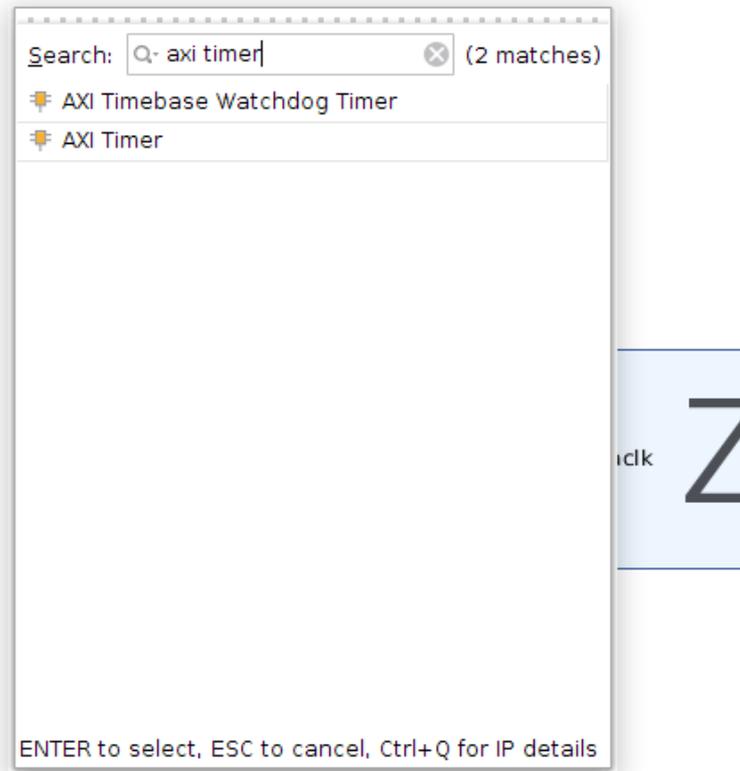
→ PS-PL Configuration;

→ Disabilitare «IRQ 0 [0-7]»

→ Interrupt non utilizzato al momento.

Esempio

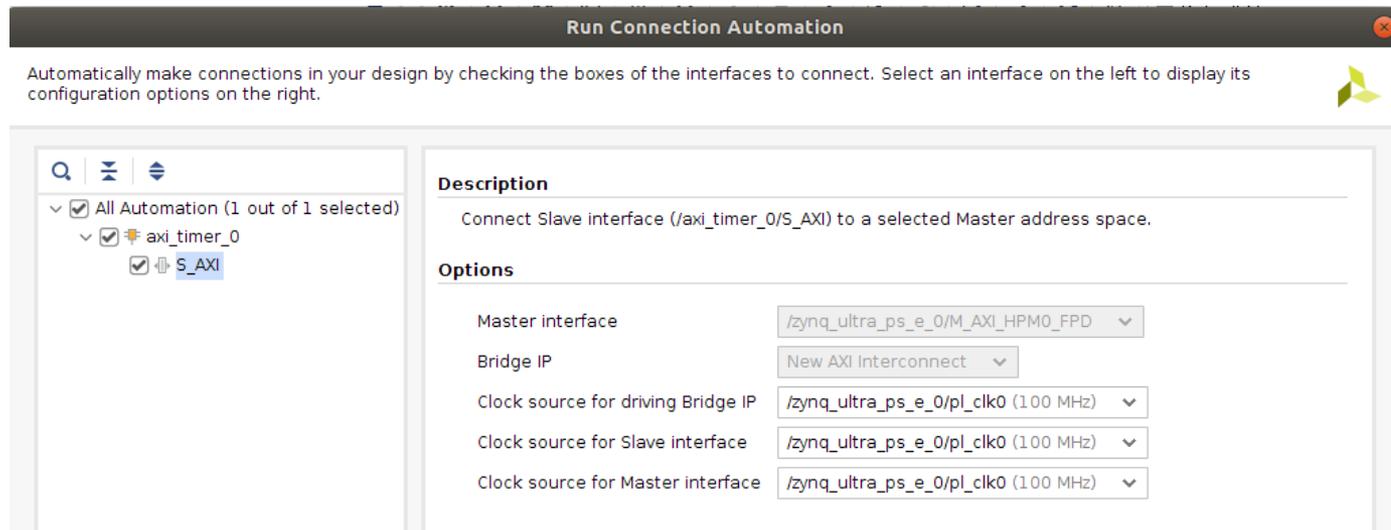
Timer per profiling



- Aggiungiamo anche l'IP AXI Timer;
- Ci servirà per profilare i tempi di esecuzione.

Esempio

Timer per profiling

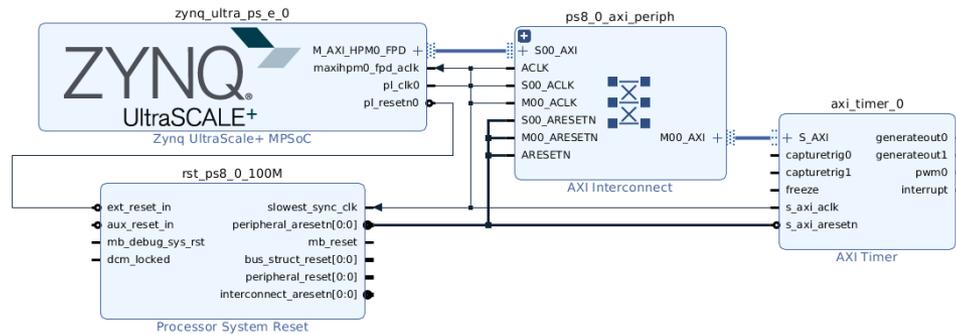


→ *Cliccare su «Run Connection Automation» ed impostare le seguenti opzioni.*

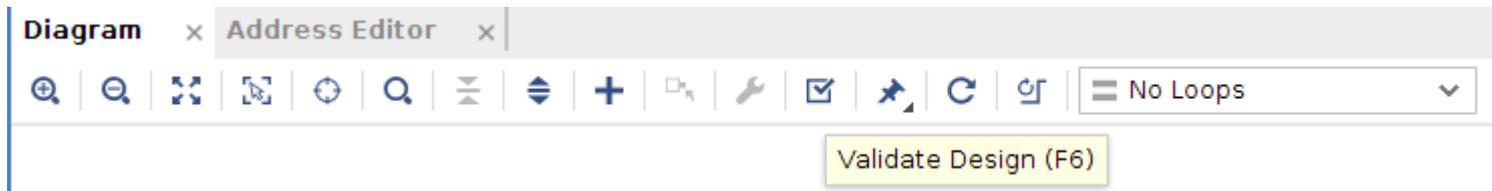
→ *A questo punto il design è completo.*

Esempio

Design finale e validazione



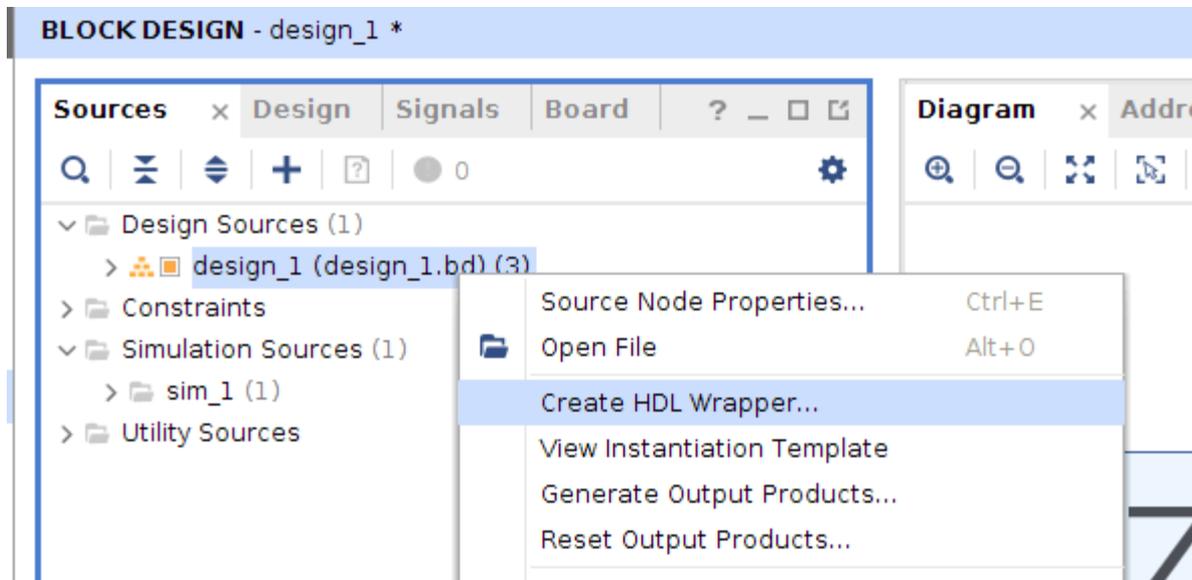
→ *Cliccare su «validate design».*



Esempio

HDL wrapper

- Se la validazione ha avuto esito positivo, procedere creando l'HDL Wrapper.
- Un file Verilog che va ad istanziare i blocchi posizionati all'interno del design.



Esempio

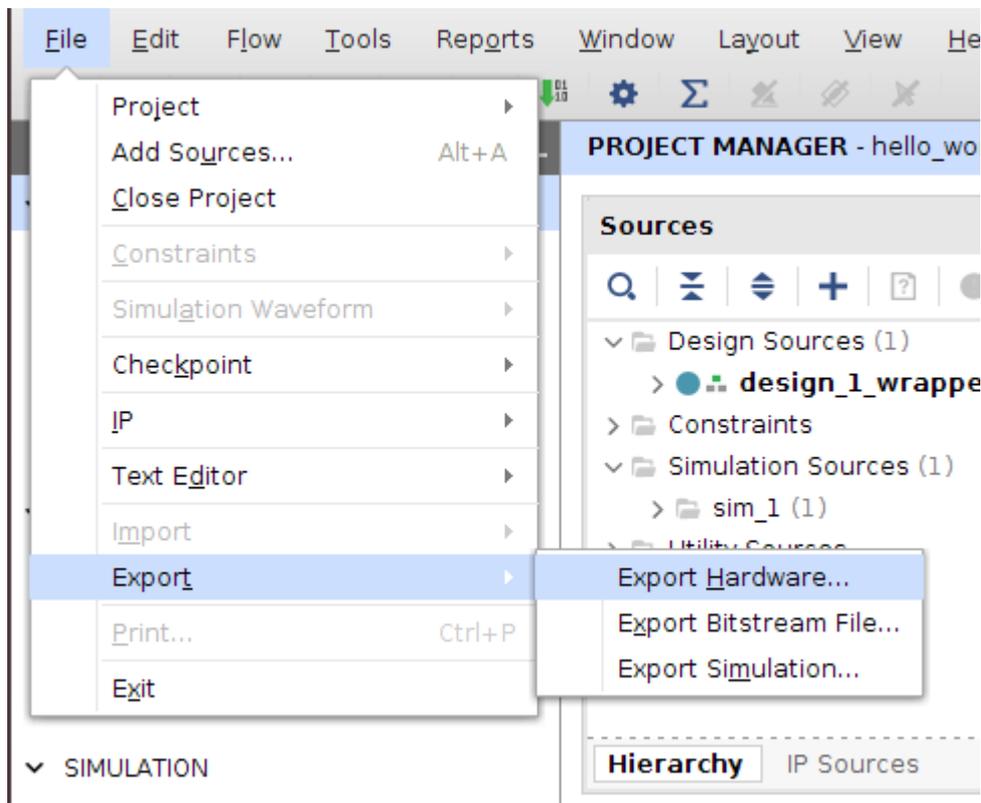
Sintesi

- Infine cliccare su «Program and Debug» > «Generate Bitstream»;
- Questa fase si compone di più sottofasi:
 - Block Design generation: i singoli blocchi vengono sintetizzati in parallelo;
 - Sintesi: sintesi globale del sistema;
 - Implementazione: il design sintetizzato viene infine implementato sulla piattaforma target del progetto.

Esempio

Export hardware

→ Una volta terminato il processo di sintesi esportare l'hardware:



→ Come opzioni di export selezionare:

→ Fixed;

→ Include Bitstream.

Esempio

Importazione in Vitis

- *Avviare Vitis SDK, cliccando su: Tools > Launch Vitis IDE*
- *Cliccare su New > Create Platform Project*

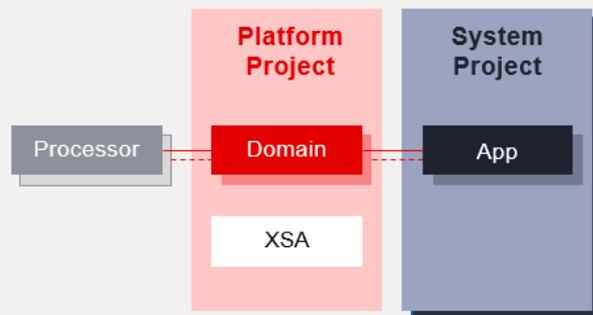
Create new platform project

Enter a name for your platform project



This wizard will guide you through creation of a platform project from the output of Vivado [Xilinx Shell Archive (XSA)] or from an existing platform. A platform will enable you to specify options for the kernels, BSPs, as well as settings required for creating new applications. Platforms are currently supported for embedded software developers.

Platform project name:



- A platform provides hardware information and software environment settings.
- A system project contains one or more applications that run at the same time.
- A domain provides runtime for applications, such as operating system or BSP.
- A workspace can contain unlimited platforms and unlimited system projects.

Esempio

Importazione in Vitis

→ *Importare il file .xsa esportato da Vivado ed impostare i seguenti parametri:*

Platform

Choose a platform for your project. You can also create an application from XSA through the 'Create a new platform from hardware (XSA)' tab.



Create a new platform from hardware (XSA) | **Select a platform from repository**

Hardware Specification

XSA File:

Software Specification

Specify the details for the initial domain to be added to the platform. More domains can be added after the platform is created by double clicking the platform.spr file

Operating system:

Processor:

Architecture:

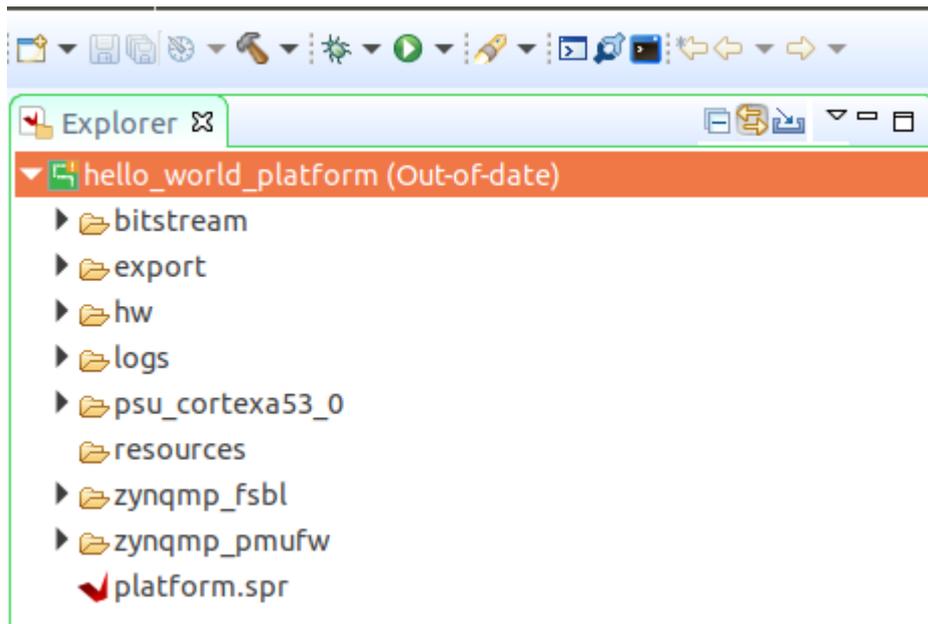
 Note: A domain with selected operating system and processor will be added to the platform. The platform project can be modified later to add new domains or change settings.

Generate boot components

Esempio

Importazione in Vitis

→ *Aprire il file platform.spr*



→ *Cliccare su standalone on
psu_cortexa53_0 > Board
Support Package > Modify
BSP Settings*

Esempio

Importazione in Vitis

- *Cliccare su Overview > standalone;*
- *Collegare stdin e stdout a psu_uart_1;*
- *La uart è dispositivo presente all'interno della dev-board che permette la comunicazione seriale tra la board stessa ed il computer host. In questo modo è possibile stampare stringhe sul terminale utilizzando la funzione «printf» del C.*

Board Support Package Settings
Control various settings of your Board Support Package.



▼ Overview
standalone
▼ drivers
psu_cortexa53_0

Configuration for OS: **standalone**

Name	Value	Default	Type	Description
clocking	false	false	boolean	Enable clocking support
hypervisor_guest	false	false	boolean	Enable hypervisor guest support
lockstep_mode_debug	false	false	boolean	Enable debug logic in non-lockstep mode
sleep_timer	none	none	peripheral	This parameter is used to control the sleep timer
stdin	psu_uart_1	none	peripheral	stdin peripheral
stdout	psu_uart_1	none	peripheral	stdout peripheral
ttc_select_cntr	2	2	enum	Selects the counter to be used for TTC
zynqmp_fsbl_bsp	false	false	boolean	Disable or Enable Optimized FSBL
▶ microblaze_exceptions	false	false	boolean	Enable MicroBlaze Exception Support
▶ enable_sw_intrusive_profile	false	false	boolean	Enable S/W Intrusive Profiling

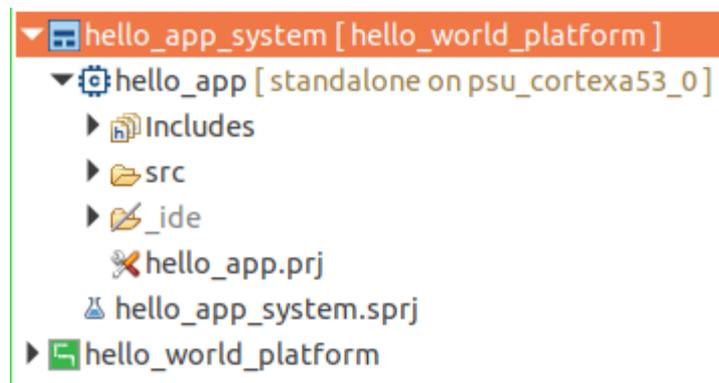
- *Infine compilare il platform cliccando sull'icona a forma di martello.*

Esempio

Creazione applicazione

- *Cliccare su New > Application Project;*
- *Selezionare il platform appena creato;*
- *Assegnare un nome al progetto;*
- *Selezionare Standalone on psu_cortexa53_0 come domain;*
- *Selezionare Hello World come template.*

→ *Struttura finale del progetto:*

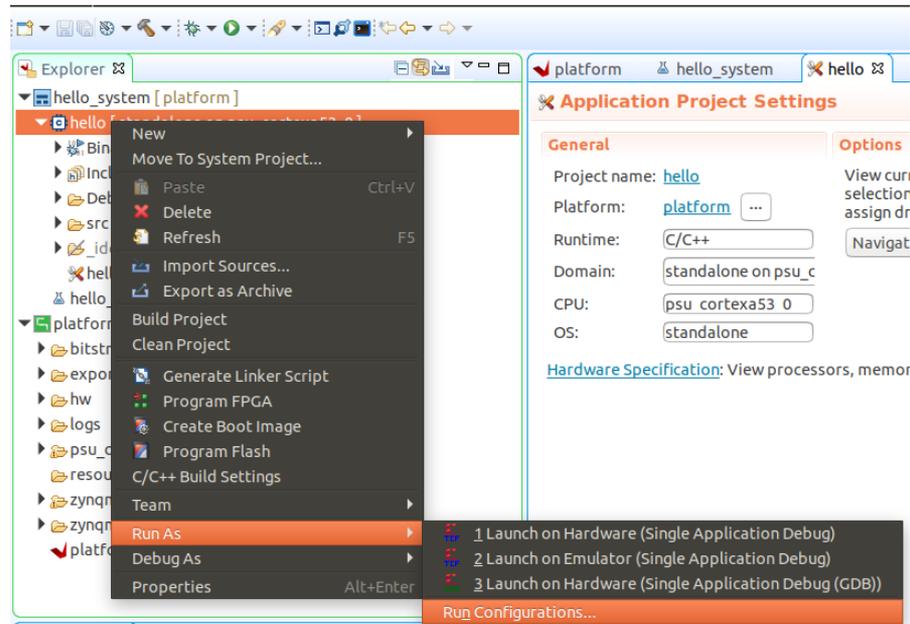


→ *Cliccare  infine sull'icona del martello per compilare anche il progetto software.*

Esempio

Creazione applicazione

→ Creare un launch file, cliccando su «Run Configurations»:



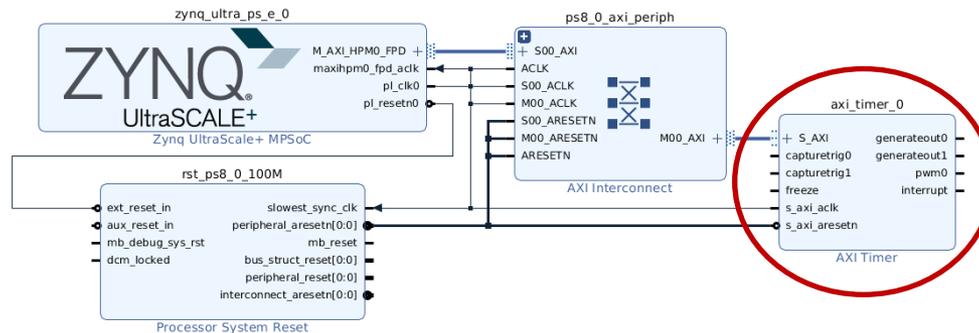
→ Doppio click su «Single Application Debug».

→ Assicurarsi che nel parametro «Connection» sia riportato l'hardware server corretto. Fare riferimento al tutorial per l'accesso alle dev-boards.

Profiling su dev-board

Profiling

→ Il profiling di un'applicazione software o acceleratore FPGA, su dev-board può essere svolto ad esempio tramite il timer FPGA collegato all'interno del design:



→ Una volta che viene posizionato il timer nel design, al momento della creazione del platform, Vitis si occupa dell'integrazione delle librerie necessarie all'utilizzo del timer.

Profiling

```
#include <stdio.h>
#include "platform.h"
#include "xtmrctr.h"
#include "xparameters.h"

int main() {

    init_platform();

    XTmrCtr timer;
    XTmrCtr_Initialize(&timer, XPAR_AXI_TIMER_0_DEVICE_ID);

    XTmrCtr_Start(&timer, 0);
    for(volatile int i = 0; i < 1000; i++) {

    }
    XTmrCtr_Stop(&timer, 0);

    printf("clocks: %d\n", XTmrCtr_GetValue(&timer, 0));

    cleanup_platform();

    return 0;
}
```

→ La *funzione XTmrCtr_GetValue* *ritorna il numero di cicli di clock da quanto il timer è stato avviato.*

→ *La precisione del timer dipende dalla frequenza del design;*

→ *In questo caso è 10ns.*

Esercizio 01

- *Profilare il tempo di esecuzione di un prodotto di matrici (mmult), implementato in software su Avnet Ultra96, sfruttando l'AXI Timer.*
- *Scaricare i files contenuti sul gitlab del corso (hls/lab2/sw/mmult_sw);*
 1. *Prendere nota del numero di cicli di clock impiegati;*
 2. *Calcolare il tempo di esecuzione.*

Esercizio 01 - soluzione

```
#define MAX_SIZE 64

void mmult( int *in1, // Input matrix 1
           int *in2, // Input matrix 2
           int *out, // Output matrix (out = A x B)
           int dim   // Size of one dimension of matrix
           )
{
    //Performs matrix multiplication out = in1 x in2
    for (int i = 0; i < dim; i++){
        for (int j = 0; j < dim; j++){
            for (int k = 0; k < dim; k++){
                out[i * dim + j] += in1[i * dim + k] * in2[k * dim + j];
            }
        }
    }
}
```

```
int main() {

    init_platform();

    XTmrCtr timer;
    XTmrCtr_Initialize(&timer,
                      XPAR_AXI_TIMER_0_DEVICE_ID);

    int in1[MAX_SIZE*MAX_SIZE];
    int in2[MAX_SIZE*MAX_SIZE];
    int out[MAX_SIZE*MAX_SIZE];

    XTmrCtr_Start(&timer, 0);
    mmult(in1, in2, out, MAX_SIZE);
    XTmrCtr_Stop(&timer, 0);

    printf("clocks: %d\n", XTmrCtr_GetValue(&timer, 0));

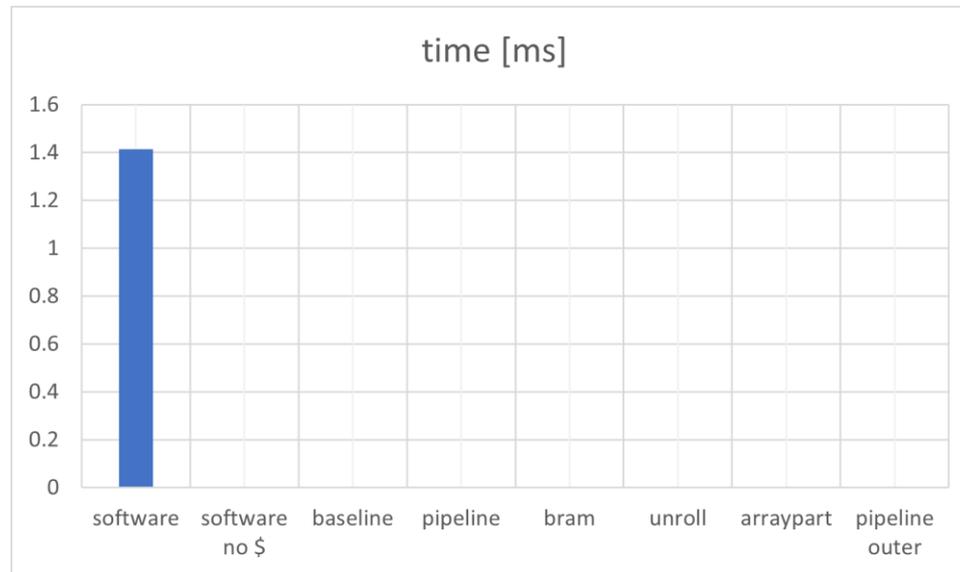
    cleanup_platform();

    return 0;
}
```

Esercizio 01 - soluzione

→ 141322 cicli di clock;

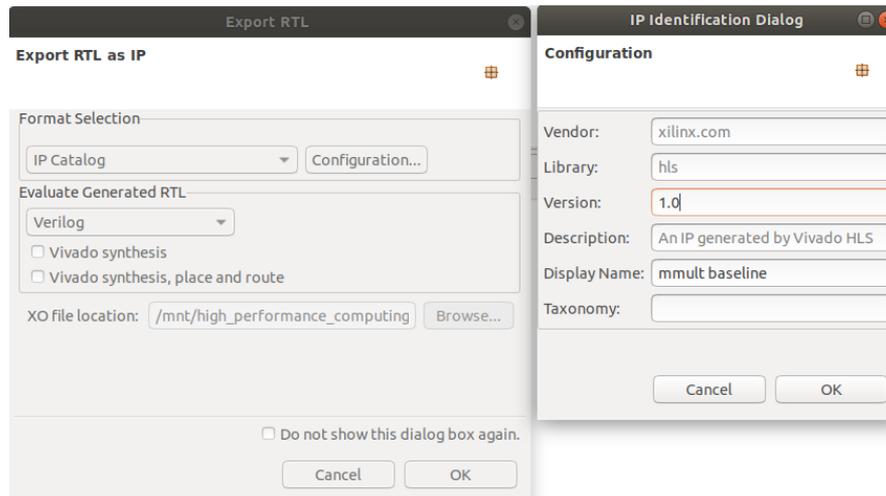
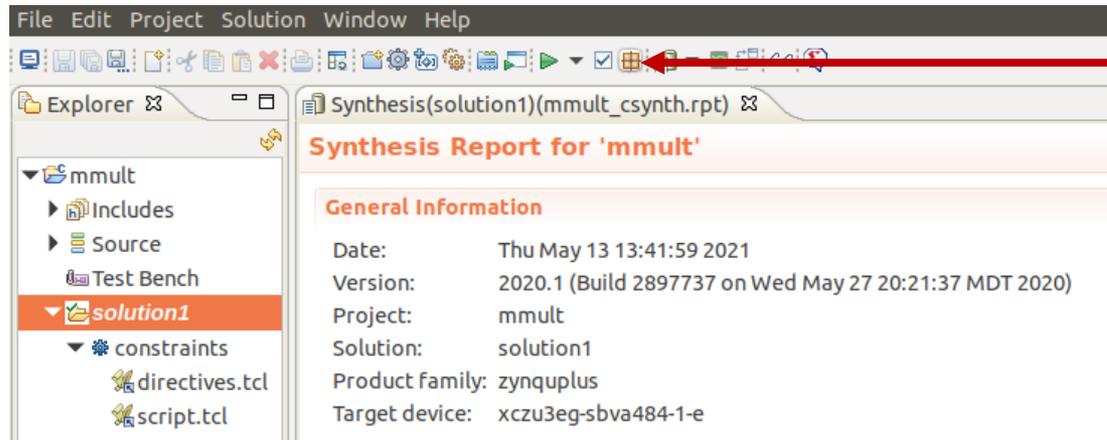
→ $(141322 \text{ clocks} / 100000000 \text{ Hz}) * 1000 = 1.413 \text{ ms}$



Integrazione di un acceleratore HLS

Export RTL

→ Su Vivado HLS dopo aver effettuato una sintesi, esportare l'RTL:

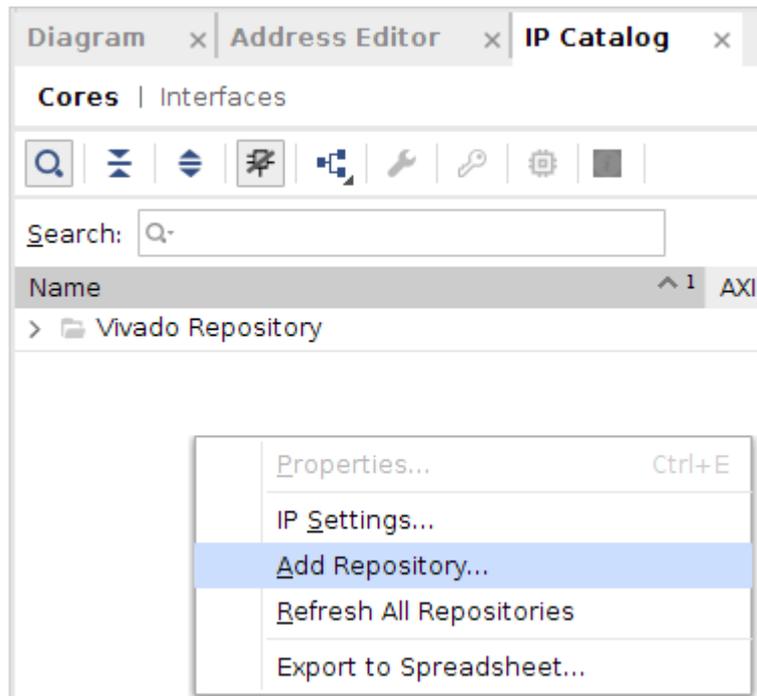


→ Una volta esportato l'RTL verrà creato il seguente file all'interno della cartella del progetto HLS:

→ `solution1/impl/ip/xilinx_com_hls_mmult_1_0.zip`

Import RTL

→ Una volta esportato l'RTL da Vivado HLS, importarlo nel progetto Vivado:



→ Cliccare su IP Catalog > Add Repository;

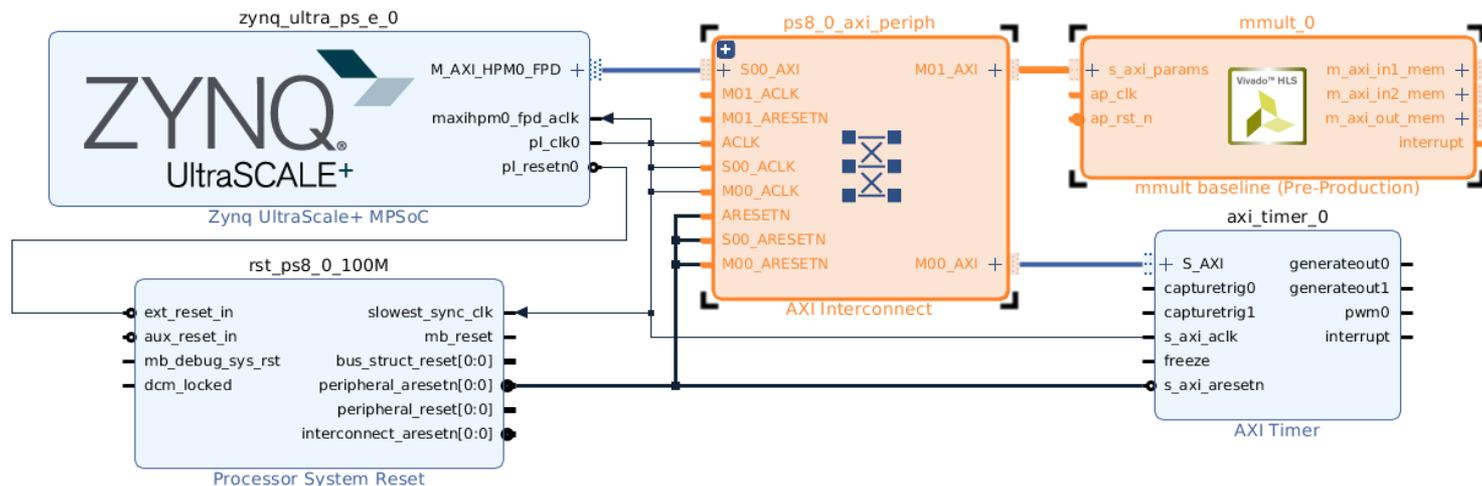
→ Selezionare il percorso «solution1/impl/ip/» del progetto Vivado HLS;

→ Una volta importato il pacchetto, aggiungere l'IP al block design.

Block Design

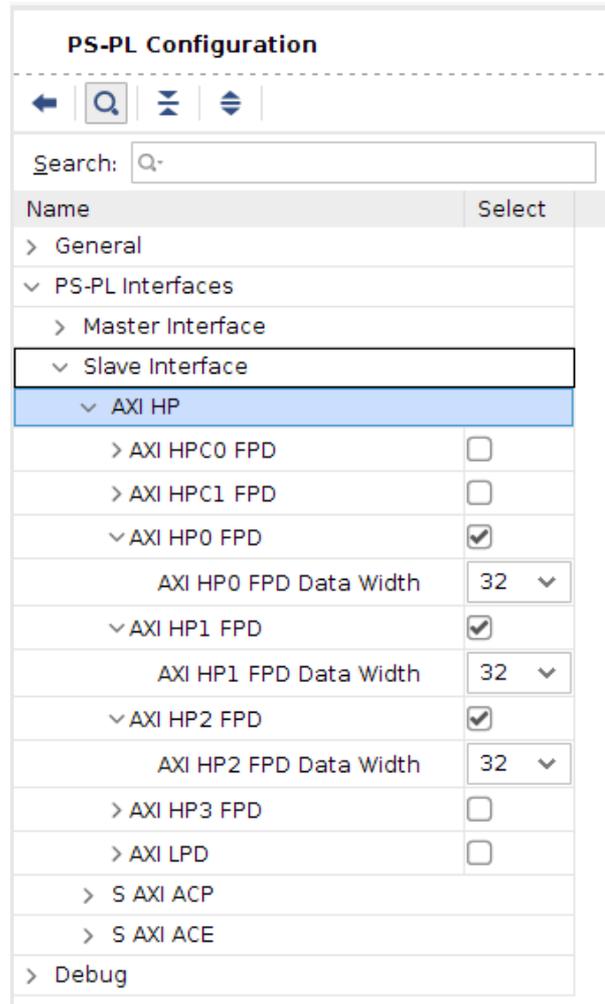
Effettuare i seguenti collegamenti

→ porta AXI4-Lite per l'accesso ai registri



Block Design

Effettuare i seguenti collegamenti

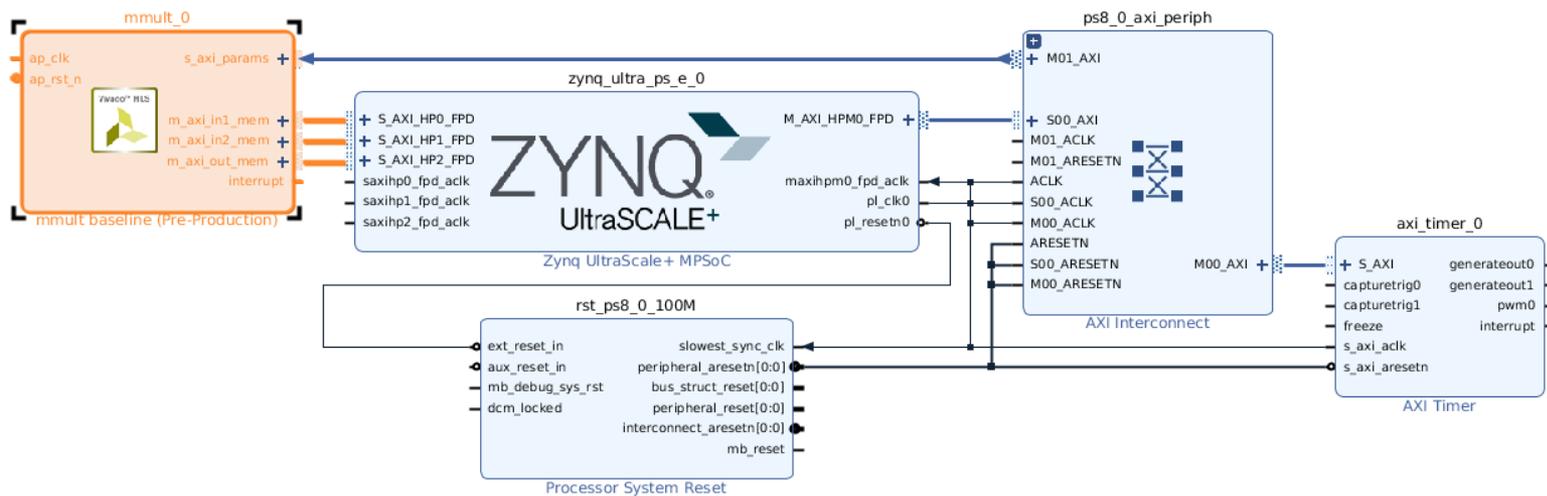


- Abilitare tre interfacce AXI4-Slave sul Processing System, una per ciascuna porta `m_axi` del modulo HLS;
- settare infine la size delle porte a 32 bit;
- Tali porte permettono l'accesso alle matrici, salvate in DRAM.

Block Design

Effettuare i seguenti collegamenti

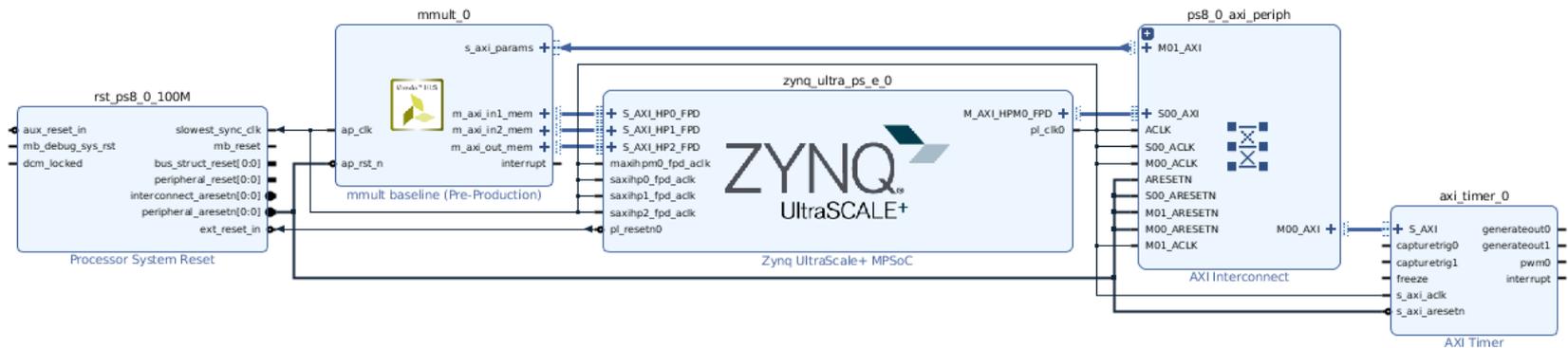
→ Porte AXI4 per l'accesso alla DRAM dall'acceleratore FPGA.



Block Design

Effettuare i seguenti collegamenti

→ *Cliccare infine su «Run Connection Automation» per collegare gli ingressi di clock ed i reset.*



Block Design

Assegnamento Indirizzi

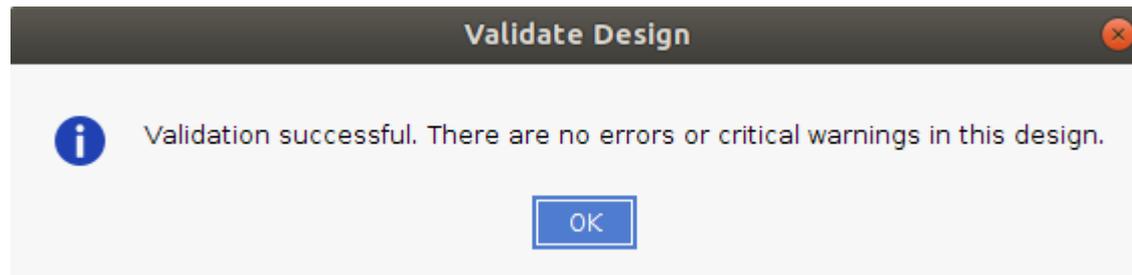
- *Aprire il tab «Address Editor»;*
- *Cliccare col destro e selezionare «Assign All». In questo modo Vivado andrà a configurare i segmenti di memoria accessibili dall'acceleratore FPGA. Verranno inoltre impostato l'indirizzo base del register file dell'acceleratore.*

Name	Interface	Slave Segment	Master Base Address	Range	Master High Address
Network 0					
/mmult_0					
/mmult_0/Data_m_axi_in1_mem (32 address bits : 4G)					
/zynq_ultra_ps_e_0	S_AXI_HP...	HP0_DDR_LOW	0x0000_0000	2G	0x7FFF_FFFF
> Excluded (1)					
/mmult_0/Data_m_axi_in2_mem (32 address bits : 4G)					
/zynq_ultra_ps_e_0	S_AXI_HP...	HP1_DDR_LOW	0x0000_0000	2G	0x7FFF_FFFF
> Excluded (1)					
/mmult_0/Data_m_axi_out_mem (32 address bits : 4G)					
/zynq_ultra_ps_e_0	S_AXI_HP...	HP2_DDR_LOW	0x0000_0000	2G	0x7FFF_FFFF
> Excluded (1)					
/zynq_ultra_ps_e_0					
/zynq_ultra_ps_e_0/Data (39 address bits : 0x00A0000000 [256M] ,0x0400000000 [4G] ,0x1000000000 [224G])					
/axi_timer_0	S_AXI	Reg	0x00_A000_0000	64K	0x00_A000_FFFF
/mmult_0	s_axi_par...	Reg	0x00_A001_0000	64K	0x00_A001_FFFF

Block Design

Validation

- *Cliccare infine su «Validate Design»;*
- *Se tutto è configurato bene dovrebbe comparire la seguente schermata:*



- *Infine generare il bitstream.*
- *In questo caso, partendo dal design già sintetizzato nell'esempio precedente, parte del design stesso non necessita sintesi ulteriori, in questo modo i tempi di generazione del bitstream sono ridotti.*

Configurazione di un acceleratore HLS

Configurazione IP HLS

→ *Come visto nell'esempio precedente, dopo aver:*

- 1. generato il bitstream;*
- 2. Esportato il file .xsa contenente la descrizione dell'hardware;*

→ *Avviare Vitis ed importare il file .xsa con la nuova descrizione dell'hardware all'interno di un nuovo platform.*

Configurazione IP HLS

- *La configurazione dell'acceleratore avviene in maniera molto simile a quanto visto per l'AXI Timer.*
- *In particolare Vivado HLS genera un file chiamato:*
 - *x<nome_top_function>.h*
- *Contenente i prototipi di tutte le funzioni necessarie all'interazione con l'acceleratore.*

```
int XMmult_Initialize(XMmult *InstancePtr, u16 DeviceId);
```

→ *Inizializzazione dell'acceleratore*

Configurazione IP HLS

```
void XMmult_Start(XMmult *InstancePtr);  
u32 XMmult_IsDone(XMmult *InstancePtr);  
u32 XMmult_IsIdle(XMmult *InstancePtr);  
u32 XMmult_IsReady(XMmult *InstancePtr);  
void XMmult_EnableAutoRestart(XMmult *InstancePtr);  
void XMmult_DisableAutoRestart(XMmult *InstancePtr);
```

→ *Configurazione dei segnali di controllo.*

```
void XMmult_Set_in1(XMmult *InstancePtr, u32 Data);  
u32 XMmult_Get_in1(XMmult *InstancePtr);  
void XMmult_Set_in2(XMmult *InstancePtr, u32 Data);  
u32 XMmult_Get_in2(XMmult *InstancePtr);  
void XMmult_Set_out_r(XMmult *InstancePtr, u32 Data);  
u32 XMmult_Get_out_r(XMmult *InstancePtr);  
void XMmult_Set_dim(XMmult *InstancePtr, u32 Data);  
u32 XMmult_Get_dim(XMmult *InstancePtr);
```

→ *Scrittura e lettura del register file dell'acceleratore.*

Configurazione IP HLS

/zynq_ultra_ps_e_0						
/zynq_ultra_ps_e_0/Data (39 address bits : 0x00A0000000 [256M], 0x0400000000 [4G], 0x1000000000 [224G])						
/axi_timer_0	S_AXI	Reg	0x00_A000_0000	64K	0x00_A000_FFFF	
/mmult_0	s_axi_par...	Reg	0x00_A001_0000	64K	0x00_A001_FFFF	

→ Indirizzo base

```
// 0x00 : Control signals
//   bit 0 - ap_start (Read/Write/COH)
//   bit 1 - ap_done (Read/COR)
//   bit 2 - ap_idle (Read)
//   bit 3 - ap_ready (Read)
//   bit 7 - auto_restart (Read/Write)
//   others - reserved
// 0x10 : Data signal of in1
//   bit 31~0 - in1[31:0] (Read/Write)
// 0x18 : Data signal of in2
//   bit 31~0 - in2[31:0] (Read/Write)
// 0x20 : Data signal of out_r
//   bit 31~0 - out_r[31:0] (Read/Write)
// 0x28 : Data signal of dim
//   bit 31~0 - dim[31:0] (Read/Write)
```

```
#define XMMULT_PARAMS_ADDR_AP_CTRL      0x00
#define XMMULT_PARAMS_ADDR_GIE         0x04
#define XMMULT_PARAMS_ADDR_IER        0x08
#define XMMULT_PARAMS_ADDR_ISR        0x0c
#define XMMULT_PARAMS_ADDR_IN1_DATA   0x10
#define XMMULT_PARAMS_BITS_IN1_DATA   32
#define XMMULT_PARAMS_ADDR_IN2_DATA   0x18
#define XMMULT_PARAMS_BITS_IN2_DATA   32
#define XMMULT_PARAMS_ADDR_OUT_R_DATA 0x20
#define XMMULT_PARAMS_BITS_OUT_R_DATA 32
#define XMMULT_PARAMS_ADDR_DIM_DATA   0x28
#define XMMULT_PARAMS_BITS_DIM_DATA   32
```

→ Offsets dei singoli registri interni all'acceleratore

Configurazione IP HLS

Esempio

→ *Nell'esempio della Mmult supponendo di voler settare il registro relativo alla dimensione delle matrici:*

```
XMmult_Set_dim(InstancePtr, dim);
```

→ *Che equivale a:*

```
*((volatile unsigned int*)(0xA0010000 + XMMULT_PARAMS_ADDR_DIM_DATA)) = dim;
```

→ *Indirizzo base, impostato tramite l'address editor di Vivado.*

→ *Offset generato da Vivado HLS.*

Codice di esempio

```
void mmult_hardware(  
    int *in1, // Input matrix 1  
    int *in2, // Input matrix 2  
    int *out, // Output matrix (out = A x B)  
    int dim // Size of one dimension of matrix  
    ){  
  
    Xil_DCacheFlush();  
  
    XMmult mmult_accel;  
    XMmult_Initialize(&mmult_accel, XPAR_MMULT_0_DEVICE_ID);  
  
    XMmult_Set_in1(&mmult_accel, in1);  
    XMmult_Set_in2(&mmult_accel, in2);  
    XMmult_Set_out_r(&mmult_accel, out);  
    XMmult_Set_dim(&mmult_accel, MAX_SIZE);  
  
    XMmult_Start(&mmult_accel);  
  
    while(!XMmult_IsDone(&mmult_accel)){  
        /* wait polling */  
    }  
    Xil_DCacheInvalidate();  
}
```

```
int main() {  
  
    init_platform();  
  
    ...  
  
    XTmrCtr_Start(&timer, 0);  
    mmult_hardware(in1, in2, out, MAX_SIZE);  
    XTmrCtr_Stop(&timer, 0);  
  
    ...  
  
    cleanup_platform();  
  
    return 0;  
}
```

→ *Prima e dopo l'offloading sull'acceleratore è necessario un flush ed invalidate della Data Cache. Questo perché l'acceleratore non è coerente rispetto alla CPU, ma accede direttamente in DRAM.*

Esercizi

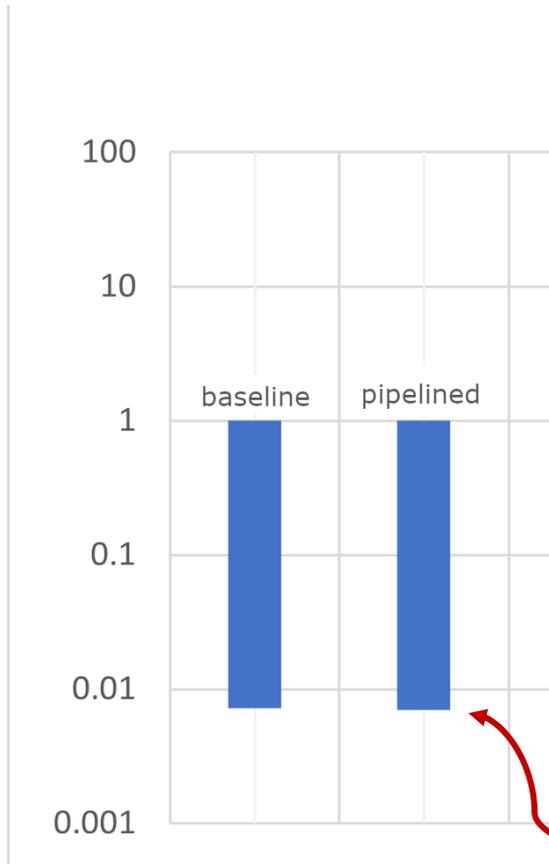
- Implementare le seguenti versioni dell'algoritmo mmult e testare su dev-board Ultra96;
- Svolgere i seguenti esperimenti:
 - **(exercise_2)** Mmult baseline, senza ottimizzazioni;
 - **(exercise_3)** Mmult pipelined;
 - **(exercise_4)** Mmult con Blocked RAM;
 - **(exercise_5)** Mmult Unrolled;
 - **(exercise_6)** Mmult con Array Partition;
 - **(exercise_7)** Mmult fully pipelined.
 - Calcolare lo Speedup ottenuto per ciascun esercizio rispetto alla versione implementata in software.
- **NB:** scaricare da gitlab il software di controllo per l'acceleratore Mmult ([hls/lab2/sw/](https://hls.lab2.sw/)).

Soluzioni

- *Presenti sul gitlab del corso all'interno della cartella hls/lab2.*
- Acceleratori HLS (*hls/lab2/exported_ips/*):
xilinx_com_hls_exercise_xy
- Designs Vivado da sintetizzare in formato *.tcl* (*hls/lab2/*):
exercise_xy.tcl
- Designs Vivado sintetizzati in formato *.xsa* (*hls/lab2/hw/*):
exercise_xy.xsa

Soluzioni

exercise_2/3



- La versione baseline e pipelined, rispetto all'implementazione software comportano uno slowdown di circa 140x.
- Principalmente a causa di due aspetti:
 - Hardware sequenziale (baseline), che lavora a bassa frequenza, rispetto alla CPU: 100MHz FPGA e 1.3GHz Cortex A53.
 - Accesso diretto in DRAM, senza cache o scratchpad.
- In questo caso l'incremento sul throughput non comporta nessun beneficio.

Soluzioni

exercise_4/5/6/7



→ Notiamo che il distacco prestazionale più importante si ha con l'introduzione della BRAM e dell'Array Partitioning.

→ Lo speedup finale ottenuto è di **8.35x** rispetto alla versione software.

Tuning della frequenza

Tuning della frequenza

→ Come ulteriore incremento prestazionale, è possibile anche incrementare leggermente la frequenza dell'acceleratore. Per l'incremento di frequenza è necessario svolgere i seguenti step:

1. Generare un acceleratore HLS inserendo come target frequenza/periodo desiderati;
2. Assicurarsi che Vivado HLS riporti come «Estimated Fmax» una frequenza maggiore o uguale rispetto alla frequenza desiderata.
3. Collegare l'uscita di clock del PS al componente Clocking Wizard e selezionare la frequenza desiderata.

Tuning della frequenza

Step 1 / 2 - Esempio

Solution Name:

Clock
Period: Uncertainty:

Part Selection
Part: **xczu3eg-sbva484-1-e**

Options
 Copy directives and constraints from solution:
 Vitis Bottom Up Flow

Console | Errors | Warnings | DRCs

6 DRC-Infos | 2 DRC-Warnings | 0 DRC-Errors

Name	Details
▼ All Categories	
▼ THROUGHPUT	
i [HLS 200-789]	**** Estimated Fmax: 342.89 MHz
▼ SCHEDULE	
i [SCHED 204-61]	Option 'relax_ii_for_timing' is enabled, will increase II to preserve clock frequency constraints.

Tuning della frequenza

Step 3- Esempio

→ Aggiungere il componente «Clocking Wizard» al design.



Tuning della frequenza

Step 3- Esempio

→ *Settare la frequenza desiderata su «Output Freq». Eventualmente rinominare anche la porta, ad esempio: «clk_out_300».*

Output Clock	Port Name	Output Freq (MHz)		Phase (degrees)		Duty Cycle (%)	
		Requested	Actual	Requested	Actual	Requested	Actual
<input checked="" type="checkbox"/> clk_out1	clk_out_300	300.000	300.00000	0.000	0.000	50.000	50.0

→ *Impostare il reset su attivo basso.*

Enable Optional Inputs / Outputs for MMCM/PLL

reset power_down input_clk_stopped

locked clkfbstopped

Reset Type

Active High Active Low

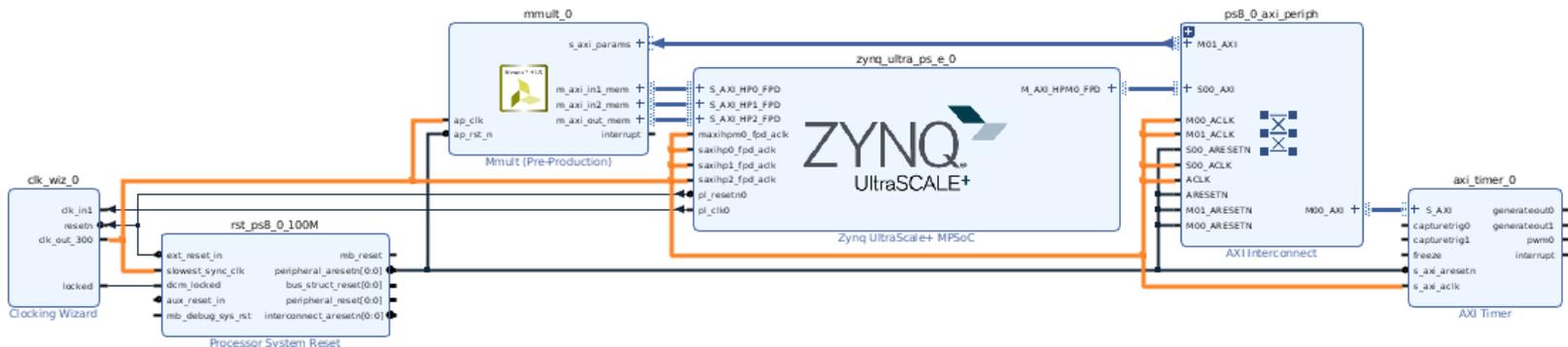
Phase Shift Mode

WAVEFORM LATENCY

Tuning della frequenza

Step 3- Esempio

- Collegare tutti gli ingressi di clock dei componenti all'uscita del Wizard «clk_out_300»;
- Portare l'uscita di clock del PS verso l'ingresso di clock del Wizard.



Esercizi

- *Partire dall'acceleratore dell'exercise_7, Mmult fully pipelined e provare ad incrementare la frequenza.*

- *Svolgere i seguenti esperimenti:*
 - *(exercise_8) Mmult pipelined 200MHz;*
 - *(exercise_9) Mmult pipelined 300MHz;*

 - *Calcolare lo Speedup ottenuto per ciascun esercizio rispetto alla versione implementata in software.*

- **NB:** *scaricare da gitlab il software di controllo per l'acceleratore Mmult (hls/lab2/sw/).*

Soluzioni

- *In questo caso è stato possibile incrementare la frequenza dell'acceleratore fino ad un massimo di 300MHz.*
- *Lo speedup finale ottenuto è pari a **23.8x**.*

