



VirtLAB: Un laboratorio nello zaino

Risultati della sperimentazione e sviluppi futuri

Massimo Ruo Roch

Politecnico di Torino – DET

SIE EDU 2022
Cagliari, 23-25 Febbraio 2022

RIFERIMENTI (I)

- La pandemia SARS CoV2 ha stimolato lo sviluppo di tecniche di insegnamento in grado di permettere efficaci esperienze di laboratorio da remoto
- Sviluppo di una scheda su misura, che integra sia strumenti di misura che dispositivi utilizzabili dagli studenti (virtLAB)
- Principalmente pensata per l'elettronica digitale, ma con estensioni analogiche: il mondo digitale reale è analogico
- Connessione ad alta velocità con il PC (interfaccia utente)
- Configurabilità hardware e software, per adattarsi a differenti esperimenti di laboratorio, in corsi differenti

RIFERIMENTI (II)

- Tempo di sviluppo: Aprile-Settembre 2020
- Produzione (100 pezzi) e verifica: Ottobre 2020-Gennaio 2021
- Caratteristiche principali:
 - Costo ridotto (< 100 Euro)
 - Dimensioni ridotte (160mm x 100mm)
 - A prova di studente (meccanicamente ed elettricamente)
 - Compatibile con IDE standard (STM32Cube, Intel Quartus)
- Presentata ad Applepies 2020 e SIE Edu 2021
 - Electronics Letters link <http://hdl.handle.net/11583/2928082>

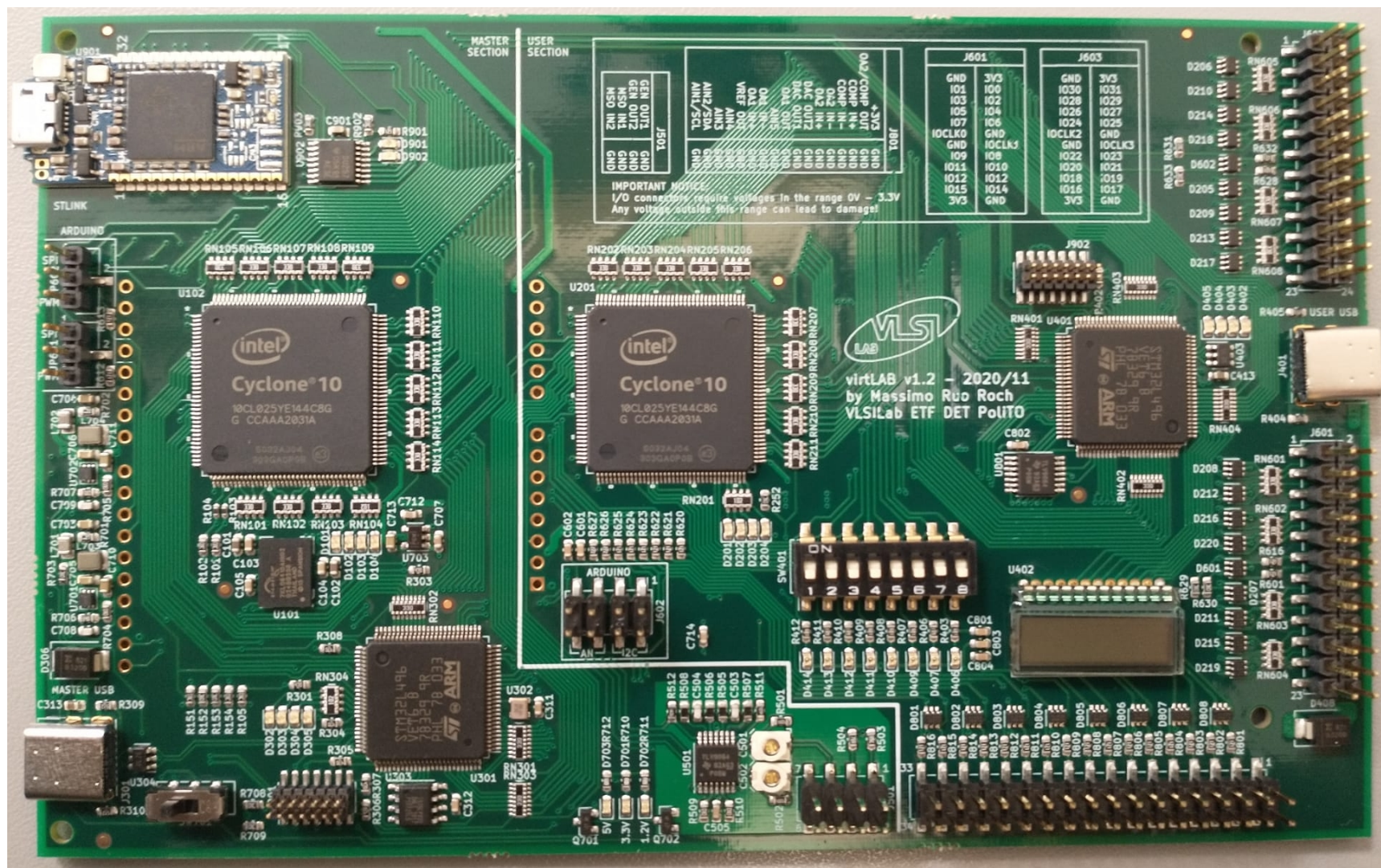
RIFERIMENTI (III)

- Sezione master: misure e generazione stimoli
 - FPGA per l'elaborazione digitale ad alta velocità di segnali digitali: analizzatore di stati logici, generatore di pattern digitali
 - MCU per la gestione del sistema (configurazione delle FPGA, interfacciamento col PC) ed elaborazione analogica (DSO, generatore di forme d'onda)

RIFERIMENTI (IV)

- Sezione utente: dispositivi liberamente utilizzabili dagli studenti
 - FPGA per laboratori di progettazione HDL
 - MCU per laboratori di progetto firmware
 - MCU + FPGA per laboratori su sistemi embedded
 - 32 I/O digitali di uso generico
 - I/O analogico: 2 opamp, 1 comparatore, ADC, DAC (interni alla MCU) – Laboratori mixed signal
 - Interfaccia Arduino compatibile per estensione delle funzionalità
 - Interruttori/LED/Display LCD

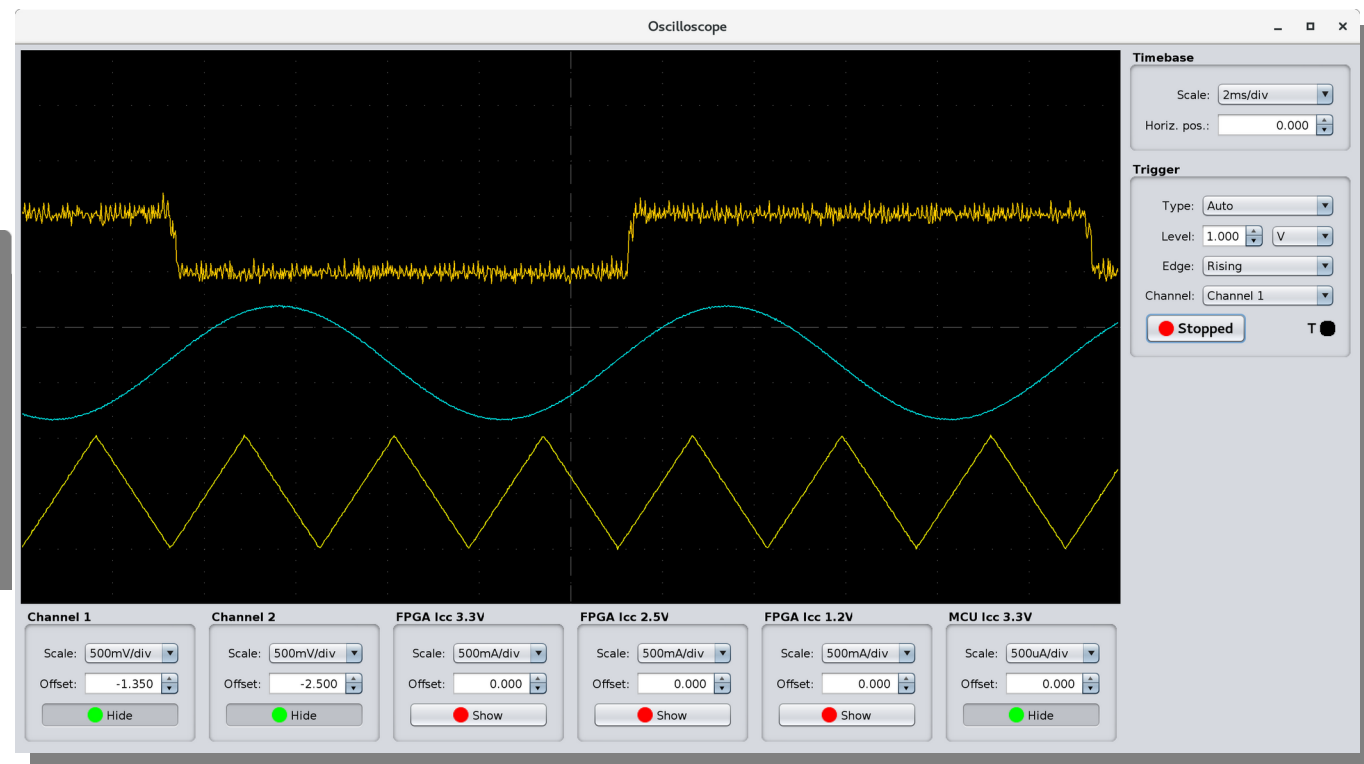
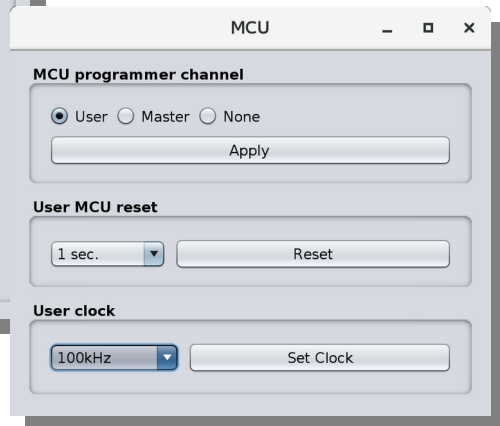
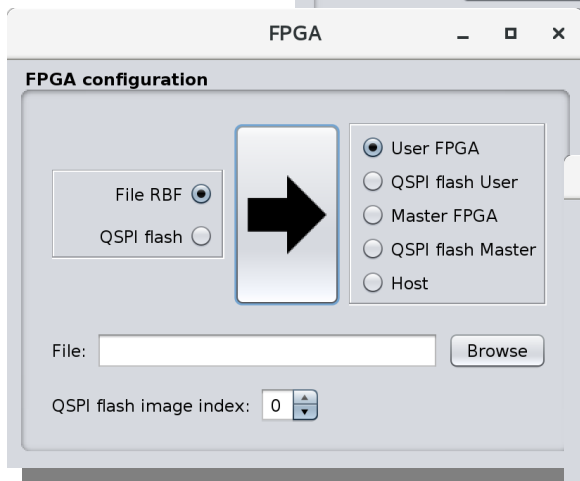
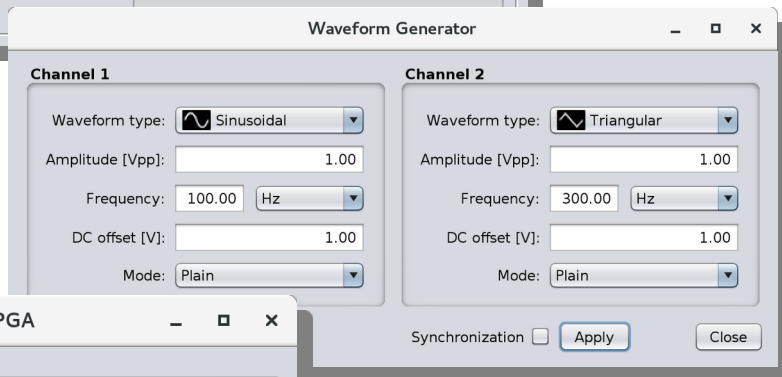
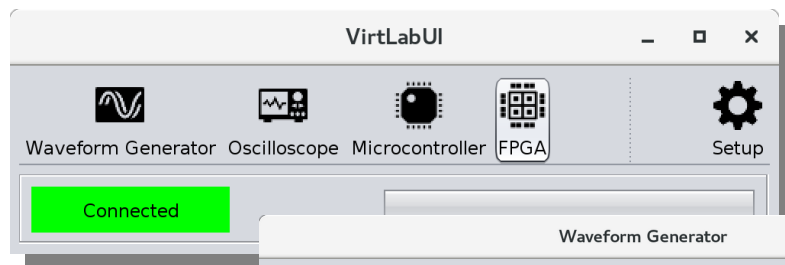
RIFERIMENTI (V)



Sezione strumentazione (master):

- Comunicazione testuale a 15 Mb/s mediante seriale virtuale su USB (semplificazione del debug)
- Approccio 'layered':
 - Interfaccia mediante linea di comando e scripting (ok)
 - Interfaccia grafica Java per accesso locale (ok)
 - Server Web J2EE per accesso remoto (sviluppo futuro)
- ~11000 linee di codice (3200 Java e 7700 C)

STATO ATTUALE: INTERFACCIA UTENTE



Caratteristiche aggiuntive per l'insegnamento:

- Difettosa 'by design'
 - Alimentazione a commutazione ad alto e basso rumore ad alta frequenza – 2 MHz (PSRR demo)
 - Front-end analogico con alimentazione singola, offset visibili, banda limitata, ADC a risoluzione variabile
 - I/O digitali con slew rate programmabili
- Componenti analogici disponibili (OA, PGA, Comparatori)
- Misura delle correnti di alimentazione di FPGA e MCU utente (banda di 150 kHz)

LA SPERIMENTAZIONE (I)

Utilizzo in corsi reali di ingegneria elettronica:

- Sistemi Digitali Integrati
 - LM29, 10 crediti, I anno, I semestre, 84 studenti
 - Corso di progettazione digitale (VHDL, FPGA, memorie, I/O, sensori)
- System Level Low Power Design for IoT
 - Corso del dottorato in Ingegneria Elettronica, 4 crediti, 25 studenti
 - Corso di progettazione di sistema (alimentazione, analogica, I/O, ottimizzazione del firmware per sistemi embedded)

LA SPERIMENTAZIONE (II)

Sistemi Digitali Integrati:

- Utilizzo di DSO in sistemi digitali
 - Visualizzazione di segnali non periodici
 - Effetto di campionamento non ideale
- Progetto di una UART (schematico + VHDL => FPGA)
- Progetto di un generatore di eco per segnali audio
- Scheda VirtLAB prestata a gruppi di 2/3 studenti per un intero semestre, in modo da poter svolgere esperimenti ovunque

System Level Low Power Design for IoT:

- Analisi del consumo di potenza di microcontrollori, logica, e periferiche analogiche o digitali
- Utilizzo di strumenti CAD per la previsione del consumo di potenza
- Confronto col mondo reale utilizzando le misure di corrente della scheda VirtLAB
- Identificazione dell'origine di consumi di corrente inattesi
- Progetto di sistema in attività di ricerca reali per uno studente di dottorato

RESULTS

Apprezzamento degli studenti, ed efficacia

- Voti elevati nei questionari di fine corso
- Ottimi risultati in laboratorio, nonostante questa sia la prima esperienza reale per gli studenti, a causa del CoVid
- Installazione semplice del software sui pc degli studenti

Robustezza

- Nessun guasto meccanico dopo 4 mesi nello zaino!!!
- Nessun guasto elettrico dopo 4 mesi di utilizzo da parte degli studenti!!!

Sito web per gli utenti

- Deposito per la documentazione
- Forum di discussione per studenti
- Forum di discussione e scambio di esperienza per docenti

Sito web per gli sviluppatori software e hardware

- Software, firmware e hardware con licenza GPL
- Costruzione del gruppo degli sviluppatori
- Ciclo di rilascio classico: proposta di funzionalità / selezione delle priorità / sviluppo / verifica / distribuzione

Q&A?

Per informazioni: *massimo.ruoroch@polito.it*