

Laboratorio di Fisica 3 - AVANZATO

Prof. D.Nicolo` , Prof. C.Roda

Esercitazione N. D4

Convertitore da analogico a digitale (ADC) di tipo "Sigma-Delta"

Questa esercitazione prevede montaggio e test di un circuito elettronico che implementa una versione semplificata di convertitore ADC di tipo Sigma-Delta.

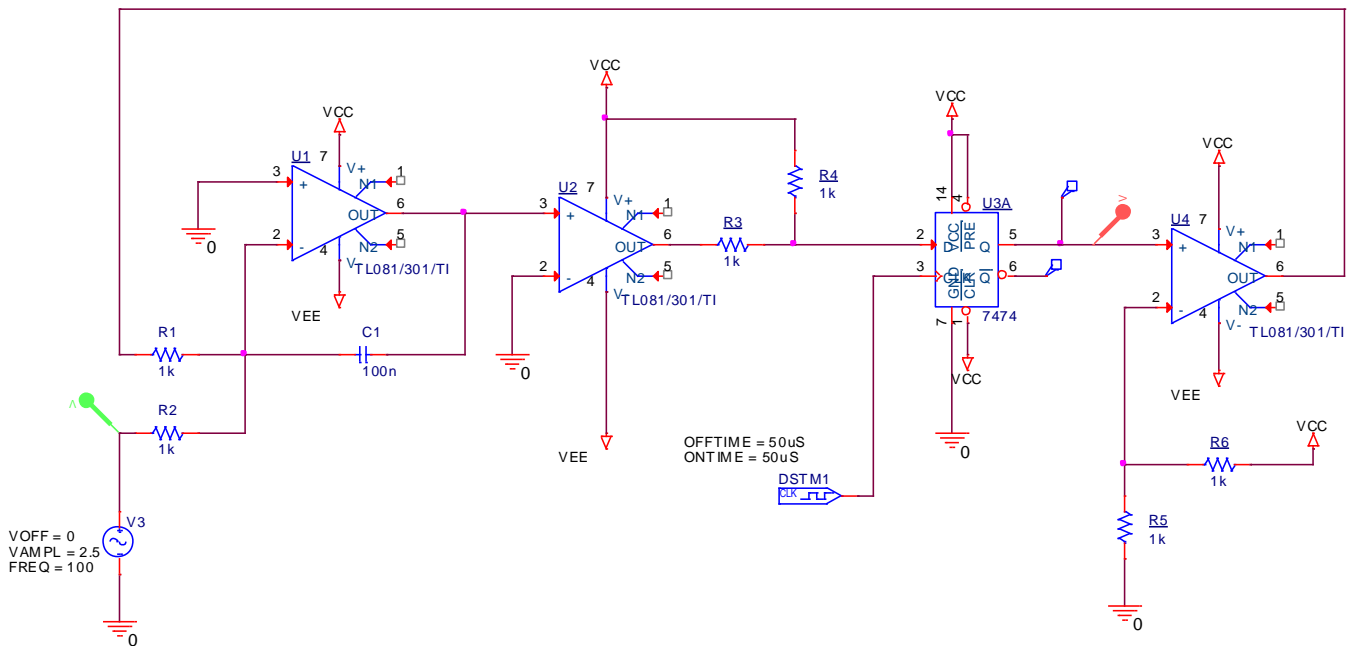


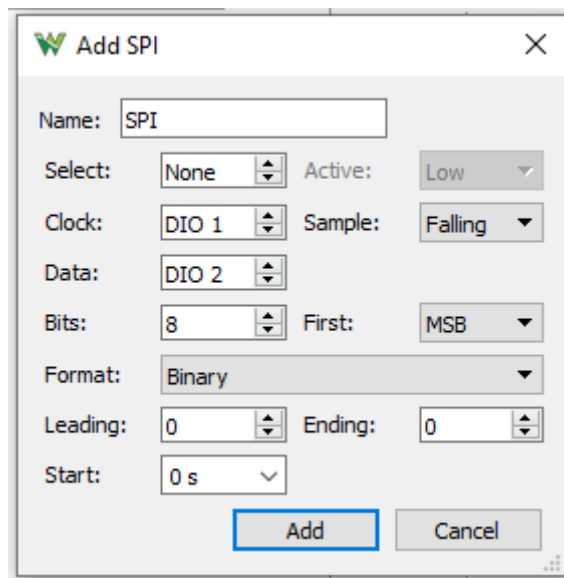
Figura 1

1) Montaggio

- Montare il circuito riportato in figura 1. Il circuito dovrà essere alimentato a ± 5 V utilizzando l'AnalogDiscovery 2. Collegare l'ingresso analogico del circuito al canale 1 del waveform generator e il clock del flip-flop a DIO1. Collegare agli ingressi dell'oscilloscopio il segnale analogico di ingresso e il segnale di uscita di U4. Collegare a DIO2 l'uscita Q del flip-flop U3A.
- Verificare il corretto funzionamento del circuito inviando una sinusoide a bassa frequenza (tra 1 e 10 Hz) di ampiezza pari a 2.5V e un clock a 50 kHz al flip-flop e mostrando qualche periodo della sinusoide in ingresso e l'uscita di U4.
- Spiegare qualitativamente il funzionamento del circuito evidenziando il ruolo di ogni blocco funzionale.
- Variate ampiezza, offset e frequenza della sinusoide in ingresso cercando di interpretare il comportamento del circuito.

2) Acquisizione dati v1 – **vedi aggiornamento sotto**

- Impostare la frequenza della sinusoide in ingresso a 100 Hz, la frequenza del clock sempre a 50 kHz. Create un bus di tipo SPI su logic di Waveforms, impostando i parametri come nella seguente figura:



Attenzione alle impostazioni Select → 'None' e Sample → 'Falling' (significa che il valore del dato su DIO2 viene acquisito in corrispondenza del fronte in discesa del clock su DIO1)

- b) Acquisite i dati per almeno una decina di periodi della sinusoide in ingresso facendo attenzione a non perdere dati. Con i settaggi descritti dovreste acquisire circa 100 ms (10 periodi di sinusoide a 100 Hz): se il clock del flip-flop è 50 kHz ($T_{\text{clock}} = 20 \mu\text{s}$) dovete acquisire circa 5000 campioni ('1' o '0') raggruppati in 600/700 dati a 8 bit.

3) Acquisizione dati v2 – **aggiornamento**

- a) Acquisire i dati (100Hz) utilizzando la funzionalità 'Protocol' di Waveforms con i seguenti settaggi (vedi figura allegata):

SPI

Select: None

Frequency 50 kHz (la stessa del clock del flip-flop)

DQ0: DIO 1 (ingresso su cui avete i dati, ovvero l'uscita del flip-flop)

Clock: DIO 0 (ingresso su cui avete collegato il clock del flip-flop)

Selezionare i dati in formato 'Decimal' dalla 'rotellina' in alto a dx (possiamo anche mettere direttamente binary e saltare poi un passaggio in fase di elaborazione).

Spy

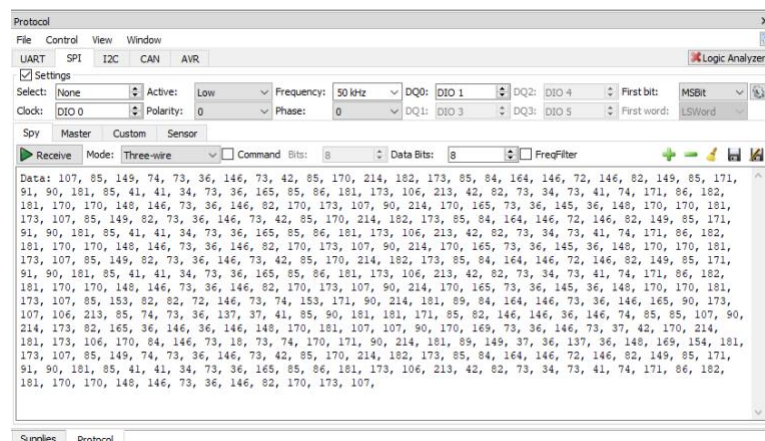
Mode: Three-wire

Data bits: 8

Prendere pochi dati, un secondo o meno, clickando su "Receive" e subito dopo su Stop

Salvare i dati clickando sull'icona del dischetto

Editare il file per rimuovere il "Data: " iniziale.



4) Processing

- a) Ricostruire il segnale di ingresso effettuando almeno due medie mobili su 8 bit come descritto dalle note esplicative e utilizzando gli esempi che trovato nel folder

‘SuggerimentiAnalisi/LetturaFileProtocol. In questo folder trovate:

- File di dati già dove il “data” iniziale è già stato tolto: default.txt, SigmaDeltaADC.txt;
- Script di Matlab: SigmaDelta.m;
- Script di Colab e stampa del file: SigmaDeltaADC-forStudents-v2.ipynb / SigmaDeltaADC-forStudents-v2.ipynb - Colaboratory.pdf

Nel folder SuggerimentiAnalisi/LetturaFileSPI trovate analoghe informazioni per la lettura del file salvato con la modalità v1 che è da considerarsi obsoleta.

- b) Fare un fit con una sinusoide per stimare ampiezza, frequenza e fase del segnale di ingresso.
- c) Determinare l’andamento qualitativo della risposta in frequenza variando la frequenza della sinusoide tra 100 Hz e 10 kHz (per esempio 100-200-500-1k-2k-5k-10k Hz)
- d) Stimare la calibrazione del convertitore (conteggi per Volt di ingresso)
- e) Supponendo che il valore rms del rumore del nostro circuito corrisponda al valore rms dei residui del fit, stimare il rapporto tra la potenza del segnale sinusoidale di ampiezza massima $(\text{ampiezza picco-picco})^2/8$ e la potenza del rumore $(\sigma_{\text{noise}}^2)$.