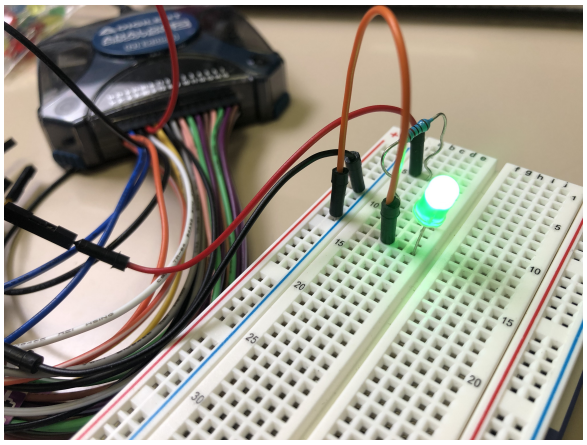
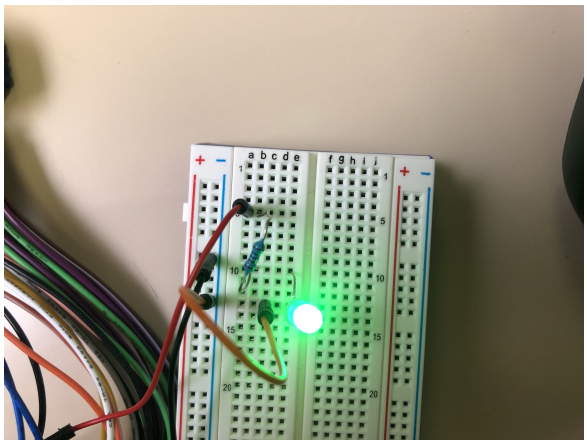
Es01B: Uso dello strumento Analog Discovery 2.

Gruppo 1G.BM
Gabriele Astorino, Stefano Romboni, Matteo Morresi

7 Ottobre 2021

2 Utilizzo del canale di alimentazione della funzione voltmetro





2.d Accensione diodo

- La tensione di alimentazione per il diodo a luce verde è stata variata nell' intervallo tra 2.1 [V] e 5 [V]. Il diodo a luce verde si accende partendo da una tensione di circa 2.1 ± 0.1 [V] (errore dato dall'intervallo di d.d.p. provate). L'intensità aumenta all'aumentare della tensione applicata ai suoi capi. Il valore massimo di tensione provato è 5 [V].
- Per il diodo a LED giallo è stata variata tra 1.5 [V] e 3 [V]. Il LED si inizia ad accendere da circa 1.69 ± 0.1 [V] e l'intensità chiaramente aumenta progressivamente con l'incrementare della tensione applicata.
- Per il LED blu sono state impiegate tensioni di alimentazione nell'intervallo tra 2 [V] e 5 [V]. L'accensione si ha a circa 2.4 [V] e si osserva poi un incremento della luminosità al crescere della tensione applicata.

2.e Misura tensione

Utilizzando il multimetro si misura la tensione ai capi del diodo e si ottiene:

diodo	V+[V]	σ V+ [V]	VD [V]	σ VD [V]	I(R1) [mA]	σ I(R1) [mA]
verde	2.50	0.01	2.29	0.03	10.6	0.2
verde	3.00	0.01	2.41	0.03	11.1	0.2
verde	3.50	0.01	2.50	0.03	11.5	0.2
verde	4.00	0.01	2.57	0.03	11.8	0.2

Tabella 1: (2.e) Tensione e corrente ai capi del diodo a LED verde. Tutte le tensioni in V.

Valore resistenza usata: $R_{\text{verde}} = 217 \pm 3$ [Ω]

diodo	V+[V]	σ V+ [V]	VD [V]	σ VD [V]	I(R1) [mA]	σ I(R1) [mA]
giallo	1.75	0.01	1.722	0.009	0.028	0.001
giallo	2.00	0.01	1.87	0.01	0.591	0.009
giallo	2.50	0.01	1.95	0.01	2.56	0.04
giallo	3.00	0.01	1.98	0.01	4.56	0.07

Tabella 2: (2.e) Tensione e corrente ai capi del diodo a LED giallo. Tutte le tensioni in V.

La resistenza utilizzata è stata misurata essere $R_{\text{giallo}} = 218 \pm 3$ [Ω]

diodo	V+[V]	σ V+ [V]	VD [V]	σ VD [V]	I(R1) [mA]	σ I(R1) [mA]
blu	2.5	0.01	2.49	0.03	0.0454	0.0009
blu	3.00	0.01	2.61	0.03	1.77	0.04
blu	4.00	0.01	2.75	0.03	5.68	0.09

Tabella 3: (2.e) Tensione e corrente ai capi del diodo a LED blu. Tutte le tensioni in V.

La resistenza utilizzata è stata misurata essere $R_{\text{blu}} = 220 \pm 3$ [Ω]

3 Oscilloscopio

3.e Uso del trigger

Si riporta per completezza che queste misure sono state effettuate utilizzando il LED di colore giallo e il LED verde.
Anzitutto si osserva che spostando il livello del trigger, il segnale visualizzato con l'oscilloscopio subisce piccole traslazioni lungo l'asse temporale; questo perché cambiando il punto di trigger si sincronizza un punto di partenza della scansione differente.
Spostando infine il trigger level oltre l'ampiezza del segnale visualizzato il trigger entra in risposta Armed, dando sullo schermo un fermo immagine del segnale sansionato.
Si riportano adesso due screenshot con successivo commento su quanto osservato.

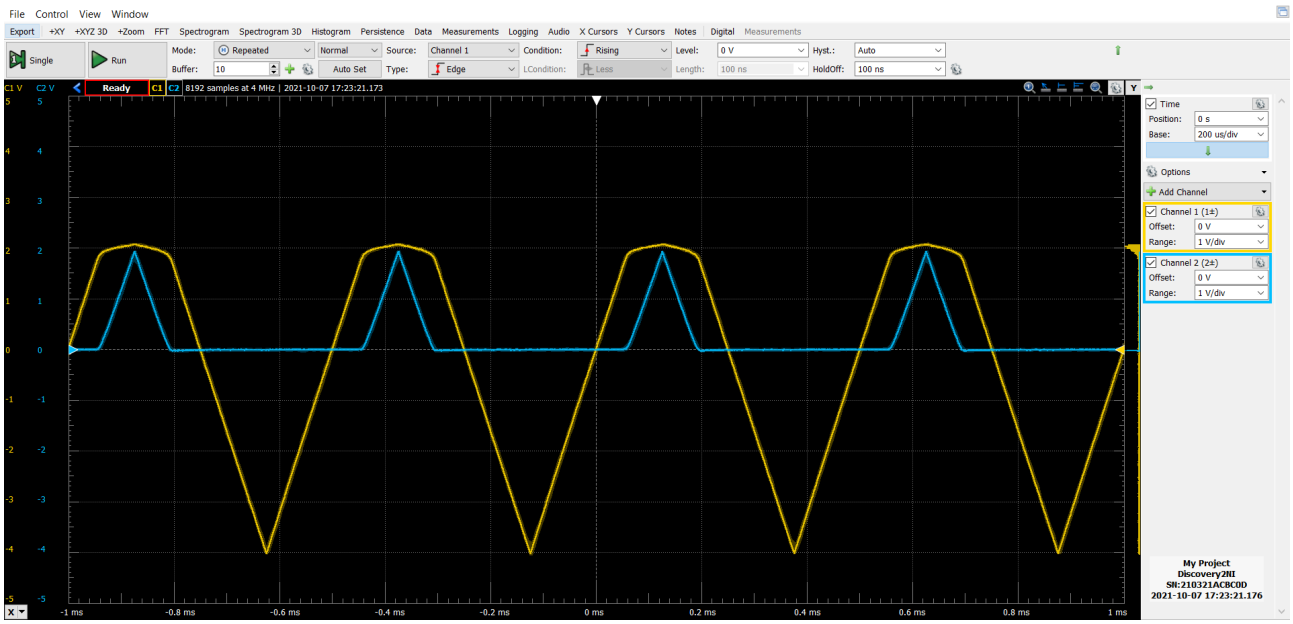


Figura 2: (3.e) Relazione tra trigger e segnale con all'ingresso una forma d'onda triangolare priva di offset, di ampiezza 4 [V] e frequenza 2 [kHz] e LED giallo. In giallo è visualizzato il canale 1 (d.d.p. ai capi del LED) ed in azzurro il canale 2 (d.d.p. ai capi della resistenza).

Si nota chiaramente in entrambi i casi la fase di conduzione ed interdizione del diodo: corrispondentemente ad un segnale piatto ai capi della resistenza, si ha il diodo in fase di interdizione in quanto non permette il passaggio di corrente e ai suoi capi si ha tutta la d.d.p. erogata dal generatore; una volta rientrato in conduzione, è permetto il passaggio di corrente verso la resistenza e si ha che il segnale ai suoi capi riproduce come forma

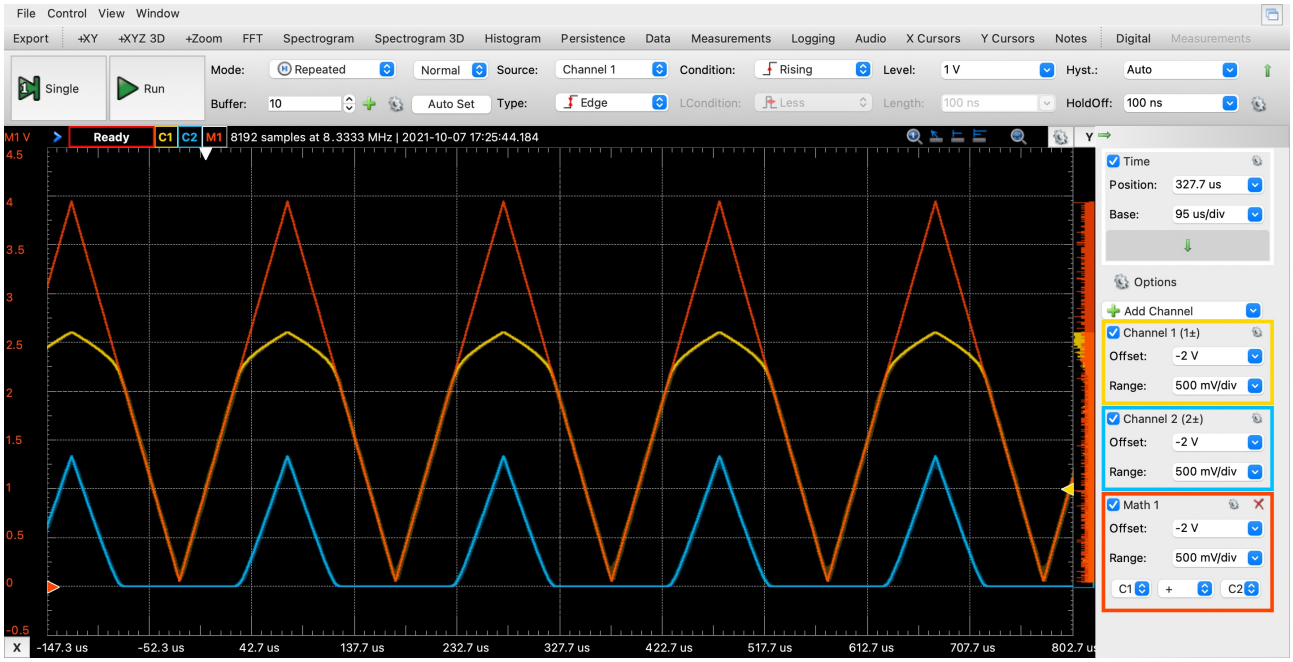


Figura 3: (3.e) Relazione tra trigger e segnale con all'ingresso una forma d'onda triangolare di offset 2 [V], ampiezza 2 [V], frequenza 5 [kHz] e LED verde. In giallo è visualizzato il canale 1 (d.d.p. ai capi del LED), in azzurro il canale 2 (d.d.p. ai capi della resistenza) ed in rosso la ricostruzione dell'onda in ingresso.

quello del generatore in quanto la risposta del resistore è lineare e che la somma delle d.d.p. ai capi del diodo e del componente ohmico è l'onda triangolare in ingresso (questo vale chiaramente in generale ad ogni istante).

3.f Misura tensione massima ai capi del diodo

La tensione massima ai capi del diodo a LED giallo misurata con i cursori risulta essere $V_{\mathrm{MAX}} = (2.1 \pm 0.1)\,\mathrm{V}$, per la quale l'incertezza è stata assegnata considerando quella dovuta all'oscilloscopio (come da datasheet) e dall'errore di lettura a causa della sensibilità dello spostamento del cursore (in questo caso 40 [mV]). La funzione di misura automatica fornisce il valore $V_{\mathrm{AUTO}} = (2.08 \pm 0.01)\,\mathrm{V}$ la cui incertezza è stata assegnata a partire dalla prima che ballava al momento della misura con la funzione Measurement dell'Analog Discovery.
Si nota che le due misure sono compatibili tra loro e che i loro errori relativi percentuali sono rispettivamente del 4.8 % e 0.5 %.

4 Partitore

4.b Partitore con resistenze da 1kΩ

Si realizza un partitore con resistenze da 1 kΩ. Valori misurati con il multimetro: $R_1 = (0.99 \pm 0.01)\,\mathrm{k\Omega}$, $R_2 = (0.99 \pm 0.01)\,\mathrm{k\Omega}$.

VIN	σ VIN	VOUT	σ VOUT	VOUT/VIN	σ VOUT/VIN
2.00	0.01	0.986	0.006	0.493	0.004
3.00	0.01	1.49	0.01	0.496	0.004
4.00	0.01	1.97	0.01	0.492	0.003
5.00	0.01	2.48	0.03	0.496	0.002

Tabella 4: (4.b) Partitore di tensione con resistenze da circa 1k. Tutte le tensioni in V.

Guadagno atteso, assumendo $\mathrm{R}_{in} \gg 1\,\mathrm{k\Omega}$ e impiegando i valori di R1 e R1 ottenuti dalle misure:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} = 0.500 \pm 0.003$$

Si osserva che, al variare della tensione di alimentazione, i risultati delle misure del guadagno rimangono costanti e compatibili con il guadagno atteso. Questo ci conferma che per questi valori di R1 e R2 è lecito trascurare nel modello del circuito gli effetti della presenza del multimetro.

4.d Partitore con resistenze da circa 1MΩ

Si realizza un partitore con resistenze da 1 MΩ. Valori misurati con il multimetro: $R_1 = (1.01 \pm 0.01)\,\mathrm{M\Omega}$, $R_2 = (1.01 \pm 0.01)\,\mathrm{M\Omega}$.

VIN [V]	σ VIN [V]	VOUT [V]	σ VOUT [V]	VOUT/VIN	σ VOUT/VIN
2.00	0.01	0.933	0.006	0.466	0.004
3.00	0.01	1.404	0.009	0.468	0.003
4.00	0.01	1.88	0.01	0.470	0.003
5.00	0.01	2.35	0.03	0.470	0.006

Tabella 5: (4.d) Partitore di tensione con resistenze da circa 1M. Tutte le tensioni in V.

Il valore della corrente totale che scorre nel circuito è pari a

$$I_{tot} = \frac{V_{IN}}{R_{eq}}, \qquad \text{dove } R_{eq} = R_1 + R_2.$$

Per cui mi sarei aspettato una caduta di potenziale ai capi di R_2 data da

$$V_{R_2} = I_{tot} R_2 = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} V_{IN}.$$

Approssimando i valori delle resitenze ad 1 [MΩ] si vede come le misure distino più di due deviazioni standard dal valore teorico atteso. Dovrebbe esserci una caduta di potenziale di circa la metà del valore della tensione in ingresso. Questo ci fa dedurre che in questo caso l'approssimazione di resistenza interna dello strumento, R_{in}, molto maggiore di quella di interesse, ovvero $R_{in} >> R_2$, sia eccessiva.

4.e Resistenza interna multimetro

Scrivendo le equazioni delle maglie, dopo un po' di algebra, si ottiene

$$\frac{R_1}{R_{in}} = \frac{V_{IN}}{V_{OUT}} - (1 + \frac{R_1}{R_2})$$

Con i dati con resistenze da 1kΩ si ottiene

$$V_{IN} = 2.00 \quad [\mathrm{V}] \quad R_1/R_{in} = 0.03 \pm 0.02 \rightarrow R_{in} > 35\mathrm{k\Omega}$$

$$V_{IN} = 3.00 \quad [\mathrm{V}] \quad R_1/R_{in} = 0.01 \pm 0.02 \rightarrow R_{in} > 70\mathrm{k\Omega}$$

$$V_{IN} = 4.00 \quad [\mathrm{V}] \quad R_1/R_{in} = 0.03 \pm 0.02 \rightarrow R_{in} > 33\mathrm{k\Omega}$$

$$V_{IN} = 5.00 \quad [\mathrm{V}] \quad R_1/R_{in} = 0.02 \pm 0.03 \rightarrow R_{in} > 60\mathrm{k\Omega}$$

Con i dati con resistenze da 1MΩ si ottiene

$$V_{IN} = 2.00 \quad [\mathrm{V}] \quad R_1/R_{in} = 0.14 \pm 0.02 \rightarrow R_{in} = (7 \pm 1)\mathrm{M\Omega}$$

$$V_{IN} = 3.00 \quad [\mathrm{V}] \quad R_1/R_{in} = 0.14 \pm 0.02 \rightarrow R_{in} = (7 \pm 1)\mathrm{M\Omega}$$

$$V_{IN} = 4.00 \quad [\mathrm{V}] \quad R_1/R_{in} = 0.13 \pm 0.02 \rightarrow R_{in} = (8 \pm 1)\mathrm{M\Omega}$$

$$V_{IN} = 5.00 \quad [\mathrm{V}] \quad R_1/R_{in} = 0.13 \pm 0.03 \rightarrow R_{in} = (8 \pm 2)\mathrm{M\Omega}$$

In seguito è stata eseguita una media pesata dei valori ottenuti al variare della tensione di ingresso:

$$R_{in} = (7.6 \pm 0.7)\mathrm{M\Omega}$$

5 Misure di tempo e frequenza

5.e Misure di frequenza

Misure con onda sinusoidale

Periodo T (s)	σ T (s)	Frequenza f (Hz)	σ f (Hz)	Misura oscilloscopio (Hz)	Differenza (Hz)
1.00×10^{-3}	2×10^{-5}	0.99×10^{3}	0.02×10^{3}	10^{3}	0.01×10^{3}
100.1×10^{-6}	0.2×10^{-6}	9.99×10^{3}	0.02×10^{3}	10×10^{3}	0.01×10^{3}
1.00×10^{-5}	2×10^{-7}	99×10^{3}	2×10^{3}	10^{5}	10^{3}
1.001×10^{-6}	4×10^{-9}	999×10^{3}	4×10^{3}	10^{6}	10^{3}

Tabella 6: (5.e) Misura di frequenza di onde sinusoidali e confronto con misurazione interna dell'oscilloscopio

Dichiarazione

I firmatari di questa relazione dichiarano che il contenuto della relazione è originale, con misure effettuate dai membri del gruppo, e che tutti i firmatari hanno contribuito alla elaborazione della relazione stessa.