

# Es01A: Uso dello strumento Analog Discovery 2.

Gruppo 1.AC  
Matteo Rossi, Bernardo Tomelleri

10 ottobre 2021

## 2 Utilizzo del canale di alimentazione e del multimetro

### 2.d Accensione diodo

La tensione di alimentazione è stata variata nell'intervallo tra 0.5 V e 5 V

Si osserva che la luminosità del diodo è proporzionale alla tensione erogata dal generatore, una volta superata una tensione di soglia per cui il LED inizia a emettere luce di intensità osservabile. La tensione di soglia varia per i diversi colori; in particolare  $V_{thr}$  risulta proporzionale alla frequenza del colore di luce emessa. Dunque rosso < giallo < verde < blu.

### 2.e Misura tensione

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

| V+ | $\sigma$ V+ | VD | $\sigma$ VD | I(R1) | $\sigma$ I(R1) |
|----|-------------|----|-------------|-------|----------------|
|    |             |    |             |       |                |

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

## 3 Uso generatore di forme d'onda

Inserire commento sulle onde generate, ed eventualmente screenshot.

## 4 Oscilloscopio

### 4.e Uso del trigger

Inserire commento sulle prove effettuate

### 4.f Misura tensione massima ai capi del diodo

La tensione massima ai capi del diodo misurata con i cursori risulta essere  $V_{MAX} = (1.9 \pm 0.1) V$ . La funzione di misura automatica fornisce il valore  $V_{AUTO} = 1.975 V$

Inserire commento sulla accuratezza della misura.

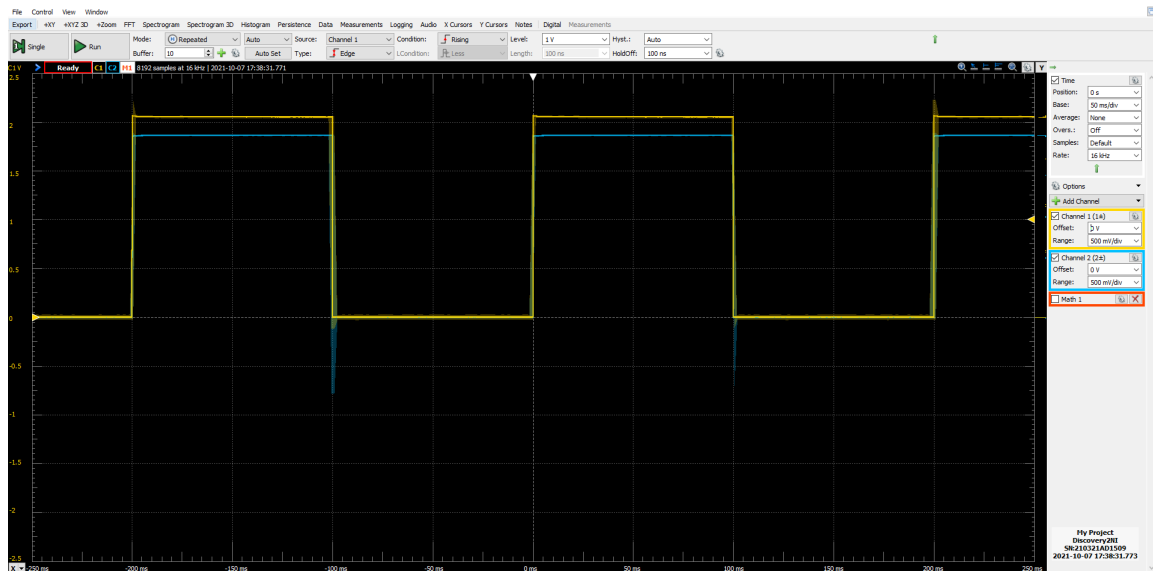


Figura 1: (3.b) Onda quadrata in ingresso  $f \approx 10\text{Hz}$  al diodo

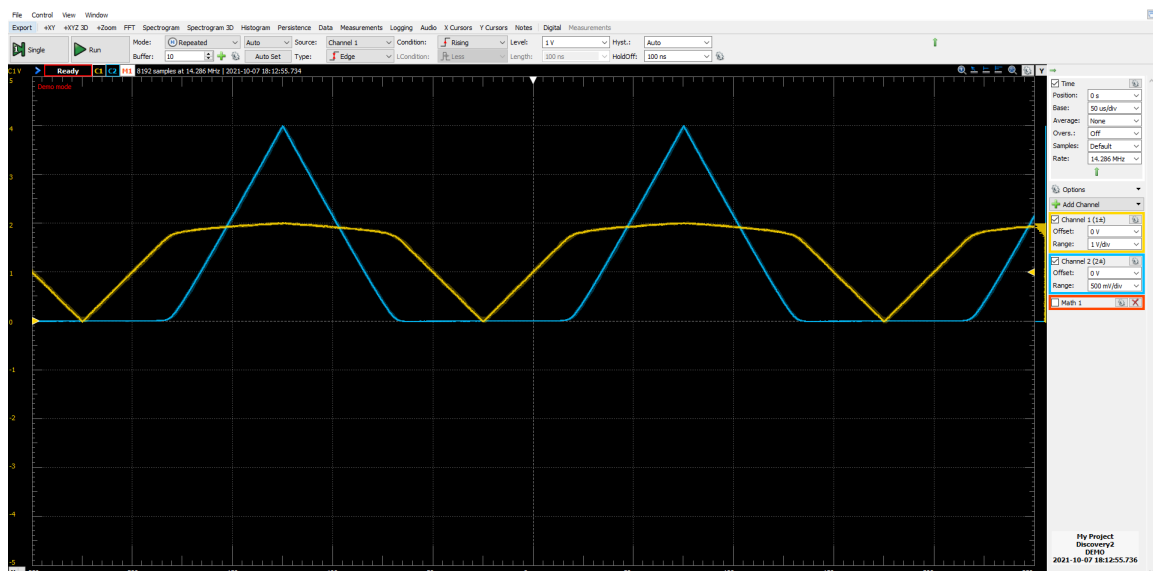


Figura 2: (4.e) Relazione tra trigger e segnale

## 5 Caratteristica del diodo

### 5.c Caratteristica del diodo

### 5.d Fit curva del diodo

## 6 Partitore

### 6.b Partitore con resistenze da 1k

Si realizza un partitore con resistenze da  $1\text{ k}\Omega$ . Valori misurati con il multimetro:  $R_1 = 993 \pm 8\ \Omega$ ,  $R_2 = 993 \pm 8\ \Omega$

I valori di attenuazione attesi per il partitore risultano compatibili con quelli misurati per tutti i valori di tensione compresi nell'intervallo esplorato ( $1 - 4\text{ V}$ .)

### 6.d Partitore con resistenze da circa 1M

Si realizza un partitore con resistenze da  $1\text{ M}\Omega$ . Valori misurati con il multimetro:  $R_1 = 993 \pm 8\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 996 \pm 0.008\text{ k}\Omega$

La tensione in uscita dal partitore  $R_1 + R_2$  risulta apprezzabilmente inferiore rispetto al suo valore atteso. Questo è dovuto al comportamento non ideale del voltmetro, per cui quando la sua impedenza in ingresso  $10\text{ M}\Omega$

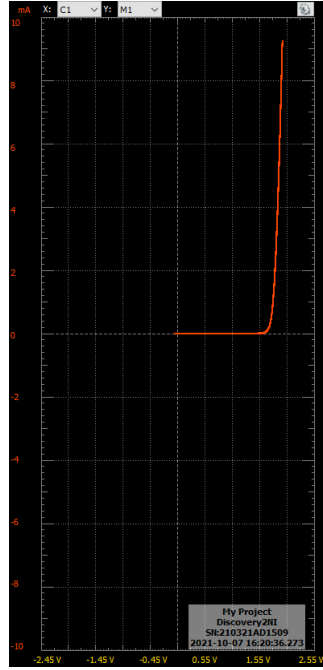


Figura 3: (5.c) Caratteristica corrente-tensione del diodo in modalità XY

| VIN   | $\sigma$ VIN | VOUT  | $\sigma$ VOUT | VOUT/VIN | $\sigma$ VOUT/VIN |
|-------|--------------|-------|---------------|----------|-------------------|
| 1.000 | 0.005        | 0.500 | 0.003         | 0.500    | 0.008             |
| 2.00  | 0.02         | 1.000 | 0.005         | 0.500    | 0.011             |
| 3.00  | 0.02         | 1.500 | 0.008         | 0.500    | 0.008             |
| 4.00  | 0.03         | 2.00  | 0.02          | 0.500    | 0.012             |

Tabella 2: (6.b) Partitore di tensione con resistenze da circa 1k. Tutte le tensioni in V.

(nom.) è paragonabile a quella della resistenza del partitore a cui si trova in parallelo durante la misura, ne abbassa la resistenza effettiva  $R_2 \mapsto R_{\text{eff}} = (\frac{1}{R_{\text{in}}} + \frac{1}{R_2})^{-1}$ . Di conseguenza aumenta la corrente che passa per il partitore, dunque la caduta di tensione ai capi di  $R_1$ , per cui diminuiscono la tensione in uscita e quindi il valore di attenuazione, come osservato.

## 6.e Resistenza di ingresso del multimetro

Usando il modello mostrato nella scheda si ottiene

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

Con i dati con resistenze da 1k si ottiene

$$R_1/R_{IN} = \pm \quad \rightarrow R_{IN} > \quad k\Omega \quad (2)$$

Con i dati con resistenze da 1M si ottiene

$$R_1/R_{IN} = \pm \quad \rightarrow R_{IN} = (\pm) M\Omega$$

Quando la resistenza del multimetro  $R_{IN} \gg R_2$  come visto al punto 6.b si ha  $A \approx A_{\text{exp}}$ , per cui dalla (1)

$$\frac{1}{A} - \frac{1}{A_{\text{exp}}} = \frac{V_{IN}}{V_{OUT}} - (1 + \frac{R_1}{R_2}) = \frac{R_1}{R_{IN}}$$

si vede come (a causa dell'incertezza sulla stima di  $R_{IN}$  dalla propagazione dell'errore sulla differenza) non sia possibile dare una misura soddisfacente del suo valore. Ne possiamo però dare una stima dal basso:

$$\frac{1}{A} \geq \frac{R_1}{R_{IN}} \implies R_{IN} \geq AR_1$$

come in (2).

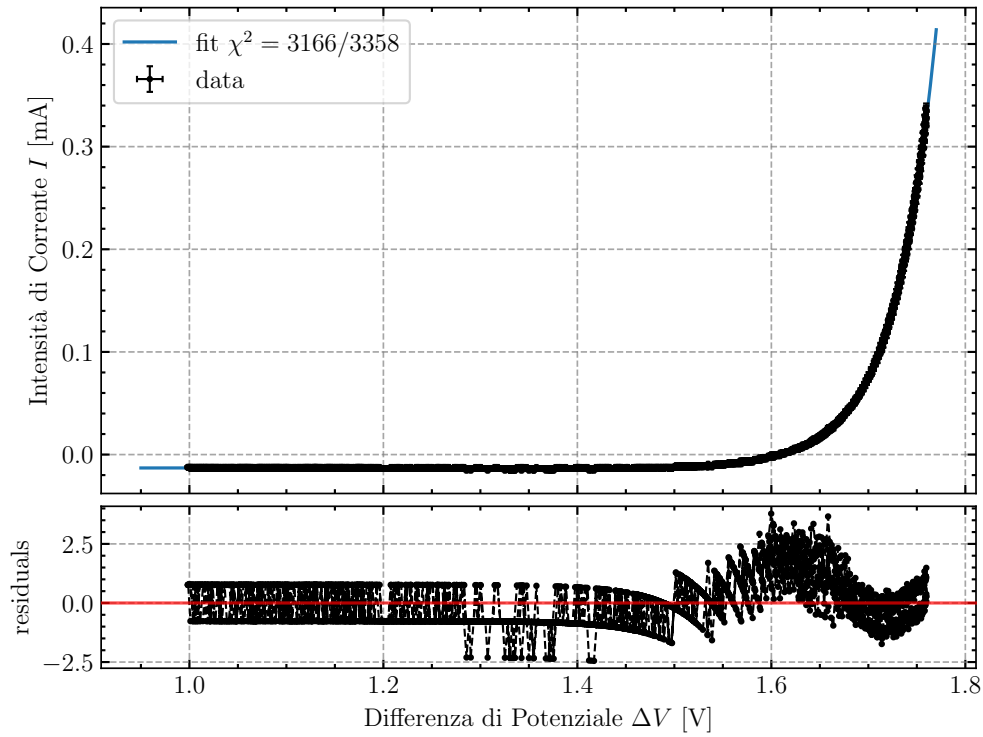


Figura 4: (2.b) Grafico  $I_D$  vs.  $V_D$  e fit all'equazione di Schockley

| VIN   | $\sigma$ VIN | VOUT  | $\sigma$ VOUT | VOUT/VIN | $\sigma$ VOUT/VIN |
|-------|--------------|-------|---------------|----------|-------------------|
| 1.000 | 0.005        | 0.481 | 0.003         | 0.481    | 0.008             |
| 2.00  | 0.02         | 0.955 | 0.005         | 0.478    | 0.011             |
| 3.00  | 0.02         | 1.431 | 0.007         | 0.477    | 0.008             |
| 4.00  | 0.03         | 1.906 | 0.009         | 0.477    | 0.009             |

Tabella 3: (6.d) Partitore di tensione con resistenze da circa 1M. Tutte le tensioni in V.

## 7 Misure di tempo e frequenza

### 7.e Misure di frequenza

Misure con onda sinusoidale

| Periodo T ( $\mu$ s) | $\sigma$ T ( $\mu$ s) | Frequenza f (kHz) | $\sigma$ f (kHz) | Misura oscilloscopio (kHz) | Differenza (kHz) |
|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------------|------------------|
| 999                  | 10                    | 0.99              | 0.01             |                            |                  |
| 99.9                 | 1.1                   | 10.00             | 0.11             |                            |                  |
| 9.99                 | 0.10                  | 100.0             | 1.0              |                            |                  |
| 0.999                | 0.011                 | 1000              | 11               |                            |                  |

Tabella 4: (7.e) Misura di frequenza di onde sinusoidali e confronto con misurazione interna dell'oscilloscopio

### 7.f Misure di duty cycle

Misure con onda quadra

### 7.g Tempo di salita e di discesa

Misure su onda quadra

$$f = (1.000 \pm 0.011)\text{MHz}, \quad t_{\text{salita}} = (35 \pm 6)\text{ns}, \quad t_{\text{discesa}} = (37 \pm 6)\text{ns},$$

La misura è un po' balorda, visto che il tempo di salita/discesa è dello stesso ordine di grandezza del periodo di

campionamento  $1/f_s = \Delta t \approx 10\text{ns}$ .

Inserire commento su altre caratteristiche del segnale ed eventualmente uno screenshot

| Periodo T ( $\mu$ s) | $\sigma$ T ( $\mu$ s) | Durata alto $t_H$ (s) | $\sigma$ $t_H$ (s) | Duty cycle D(%) | $\sigma$ D (%) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|----------------|
| 100                  | 2                     | 9                     | 2                  | 0.09            | 0.02           |
| 100                  | 2                     | 50                    | 2                  | 0.50            | 0.02           |
| 100                  | 2                     | 90                    | 2                  | 0.90            | 0.02           |

Tabella 5: (7.f) Misura di duty cycle per onde quadre

## 8 Conclusioni e commenti finali

Inserire eventuali commenti e conclusioni finali

## 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.