Nome e Cognome:	□LUN □MAR □GIO Data:	10 ARDU
-----------------	-------------------------	------------

Curva caratteristica I-V del diodo (con Arduino)

Obiettivo dell'esperienza è realizzare un esperimento con presa dati automatizzata via Arduino finalizzato a registrare la curva caratteristica *I-V* di un diodo a giunzione p-n in silicio.

Nell'esperimento la d.d.p. di polarizzazione V applicata al diodo esce da un integratore RC che riceve in ingresso il treno di impulsi generato dalla porta ~5 (PWM) di Arduino e fornisce in uscita una d.d.p. quasi-costante, proporzionale al duty-cycle del treno di impulsi.

La corrente *I* che circola nel diodo è valutata in modo <u>indiretto</u> a partire dalle tensioni V_1 e V_2 ai capi della resistenza "di polarizzazione" R_D ; tali tensioni sono lette dalle porte rispettivamente A0 e A2 di Arduino; è necessario riferire i potenziali alla linea di massa (piedino GND) di Arduino.

Lo schema dell'esperimento è mostrato in figura: fate attenzione a realizzare correttamente i collegamenti con la scheda (dovete usare <u>quattro</u> boccole di distinti colori) e controllate preliminarmente che le connessioni con i vari piedini della scheda siano corretti. <u>Fate riferimento al foglio di istruzioni</u> che trovate sul banco per ulteriori avvertenze e informazioni generali.



1. Dimensionate opportunamente i valori di $R \in C$, cioè la frequenza di taglio del filtro passa-basso da essi costituito, in modo tale che esso si comporti da (buon) integratore; tenete presente che il treno di impulsi generato da Arduino in modalità PWM ha frequenza $f \sim 1$ kHz. Riportate qui sotto i valori nominali di $R \in C$ prescelti, assieme alla frequenza di taglio attesa f_T . Indicate anche il valore <u>misurato</u> di R_D che avete scelto (usate per esempio un resistore da 3.3 kohm nominali) e l'intervallo temporale nominale Δt tra campionamenti successivi che impiegate (da inserire nello script di Python – vedi dopo).

R[]	C[]	f _T []	R_D []	$\Delta t [\mathrm{ms}]$

- 2. Siete <u>fortemente</u> invitati a verificare qualitativamente la funzionalità dell'integratore da voi dimensionato eseguendo un ciclo di acquisizioni "a vuoto" (<u>con diodo scollegato, dove scollegato significa scollegato e basta!</u>) e osservando il segnale V_I all'oscilloscopio (ricordate il collegamento a massa!): riportate le vostre osservazioni tra i commenti a pagina seguente.
- 3. Preliminarmente ai cicli di acquisizione, dovete eseguire l'upload dello sketch diod.ino nella memoria di Arduino utilizzando il programma Arduino (o Arduino IDE) nel computer di laboratorio.
- 4. Quindi dovete modificare a vostro piacimento lo script di Python (nome diodo_v1.py) che serve per gestire la comunicazione seriale via USB: i parametri che siete invitati a modificare secondo necessità sono l'intervallo di tempo Δt fra due campionamenti successivi, da scegliere in funzione della frequenza di taglio dell'integratore (la scelta non è critica), e il nome (eventualmente la directory) del file generato.
- 5. Il lancio dello script di Python fa partire l'acquisizione (la console dà indicazioni sul progresso), al termine della quale nel computer viene registrato un file che contiene i dati acquisiti.
- 6. Il file ha 256 righe, corrispondenti a 256 misure realizzate al variare del duty-cycle del treno di impulsi, e due colonne, che riportano nell'ordine le d.d.p. V_1 e V_2 in unità arbitrarie di digitalizzazione (numeri interi).

- (10 ARDU
- 7. Per convertire le unità arbitrarie di digitalizzazione in unità fisiche (V), occorre misurare la tensione di riferimento V_{ref} usata dalla scheda di Arduino. Essa corrisponde (in linea di principio) al valore massimo della d.d.p. generata dalle porte digitali. Poiché alla fine del ciclo di acquisizione il treno di impulsi generato dalla porta ~5 ha duty-cycle 100%, V_{ref} corrisponde alla lettura, da fare <u>con il multimetro</u>, di V_I al termine del ciclo, <u>avendo scollegato</u> il diodo. Scrivete il risultato della misura e determinate il fattore di conversione ξ (in V/arb.un.) da unità arbitrarie (arb.un.) a unità fisiche (V), tenendo conto che la dinamica di digitalizzazione di Arduino è di 10 bits; esprimete correttamente le <u>incertezze</u>. Si consiglia di eseguire la lettura di V_I anche con il diodo collegato per verificare ed eventualmente spiegare (tra i commenti) l'eventuale discrepanza rispetto al valore misurato con diodo scollegato.

V_1 [V] = V_{ref} [V] (misurato alla fine del ciclo con <u>diodo scollegato</u>)	$V_{I} [{ m V}]$ (misurato alla fine del ciclo con diodo collegato)	ξ [V/arb.un.]

Espressione

I =

- 8. Determinate la relazione che lega l'intensità di corrente *I* che scorre nel diodo con le letture di V_1 e V_2 .
- 9. Costruite il grafico *I-V* (dove per *I* userete il risultato dell'espressione precedente, e per *V* il valore di V₂) con le debite barre di errore. Per stimarle, dovete considerare sia l'errore di digitalizzazione (che non può mai essere nullo!) che quello di "calibrazione", dovuto alle misure fatte con il multimetro. Inoltre per l'incertezza su *I* dovete tenere conto anche della propagazione dell'errore. Dovete <u>poi</u> (dopo aver verificato la qualità dei dati e la corretta stima delle barre di errore) fare un best-fit <u>a due parametri</u> secondo l'"equazione di Shockley". Riportate tutto quello che serve a interpretare il best-fit nel riquadro dei commenti, assieme a ogni altra informazione sull'esperienza.

Commenti sull'osservazione all'oscilloscopio (vedi pagina precedente):

Commenti sul best-fit ed eventuali altri commenti: