Nome e Cognome:	□LUN Data:	□MAR □GIO	9
	Data.		

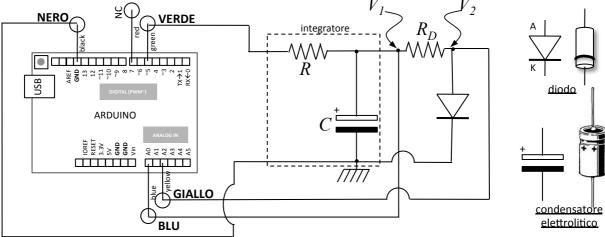
Curva caratteristica I-V del diodo (con Arduino)

Obiettivo dell'esperienza è realizzare un esperimento con presa dati <u>automatizzata</u> 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. Essendo preferibile avere una costante tempo molto lunga per questo circuito, potrebbe essere opportuno impiegare un condensatore <u>elettrolitico</u> (disponibile con capacità piuttosto elevate): si tratta di un componente <u>polarizzato</u> che va montato rispettando il senso (vedi figura per informazioni sulle polarità).

La corrente I che circola nel diodo è valutata in modo <u>indiretto</u> a partire dalle tensioni V_I e V_2 ai capi della resistenza "di polarizzazione" R_D ; tali tensioni sono lette dalle porte rispettivamente A0 e A2 di Arduino. È ovviamente 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. <u>Prima di montare il circuito</u>, "provate" la funzionalità del diodo usando il multimetro digitale configurato come ohmetro, magari usando diverse portate. Commentate qui sotto le vostre osservazioni.

Commenti sul "test" del diodo con l'ohmetro:				

2. Dimensionate opportunamente i valori di R e C, cioè la frequenza di taglio del filtro passa-basso da essi costituito, in modo tale che esso si comporti da ("ottimo") 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 e C prescelti, assieme alla frequenza di taglio attesa f_T . Indicate anche il valore misurato di R_D che avete scelto (usate per esempio $R_D = 3.3$ kohm nominali).

R []	C[]	$f_{\mathrm{T}}\left[\ \right]$	$R_D[$]

- 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 lo script di Python (nome diodo_v1.py) che serve per gestire la comunicazione seriale via USB, scegliendo il nome (eventualmente la directory) del file generato. Lo script prevede anche l'impostazione dell'intervallo di tempo Δt fra due campionamenti successivi, che non è critico (default $\Delta t = 20$ ms).
- 5. Prima di eseguire le misure vere e proprie, dovete verificare qualitativamente il funzionamento dell'integratore. Si consigliano le seguenti prove, tutte da eseguire lanciando cicli di acquisizione "a vuoto" (cioè non utili per le misure): (i) osservare all'oscilloscopio la porta ~5 di Arduino mantenendo tutto il resto del circuito scollegato per vedere il treno di impulsi; (ii) osservare all'oscilloscopio il segnale V_I mantenendo il diodo scollegato (significa senza collegare il diodo!); (iii) ripetere l'osservazione con il diodo collegato (cioè con tutto il circuito montato come da schema). Riportate a pagina seguente le osservazioni e qualche commento di interpretazione.

Commenti sulle osservazioni preiliminari all'oscilloscopio:	9

- 6. A questo punto siete pronti per le misure. Si ricorda che il lancio dello script di Python fa partire l'acquisizione, al termine della quale viene registrato un file di 256 righe, corrispondenti a 256 misure realizzate al variare del duty-cycle del treno di impulsi, e due colonne, con nell'ordine le d.d.p. V_1 e V_2 in unità arbitrarie di digitalizzazione ("digit").
- 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. 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_{1,end} al termine del ciclo, <u>avendo scollegato</u> il diodo. Scrivete il risultato della misura e determinate il fattore di conversione ξ (in V/digit), 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_{1,end} anche con il diodo collegato per verificare ed eventualmente spiegare (tra i commenti) l'eventuale discrepanza rispetto al valore misurato con diodo scollegato.

	$V_{I,end} \; [{ m V}] = V_{ref} \; [{ m V}]$ (alla fine del ciclo con diodo scollegato)	$V_{I,end} \; [{ m V}]$ (alla fine del ciclo con diodo collegato)		ξ [V/digit]
8.	8. Determinate la relazione che lega l'intensità di corrente I che scorre nel diodo con le letture di V_1 e V_2 .		Espressione $I=% {\displaystyle\int\limits_{i=1}^{\infty }} {\int\limits_{i=1}^{\infty }} {\int\limits_{i=1}^{$	

9. Costruite il grafico *I-V* (dove per *I* userete il risultato dell'espressione precedente, e per *V* il valore di *V*₂) 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 qui sotto (se non basta, usate il foglio del grafico). Nel fit (e solo nel fit!) siete autorizzati a non considerare i dati frutto di palesi disturbi, se ce ne sono. Volendo, potete anche tracciare sullo stesso grafico la <u>retta di carico</u> corrispondente a *V* = *V*_{1,end} (naturalmente qui si intende la misura eseguita con diodo collegato). Se avete tempo e voglia, potete anche eseguire diversi cicli di misura, con diversi valori dei parametri (*R*, *C*, *R*_D, Δ*t*) e scegliere l'acquisizione che vi sembra "migliore".

	Page 2 of 2
Commenti (tutti quelli necessari)sul best-fit ed eventuali altri:	Equazione di Snockiey $I(V) =$