

MA0748 - FISICA PER I DISPOSITIVI IOT

Lorenzo Santi

AA 2021/22 – Esercitazione 5

Curva caratteristica corrente-tensione di un diodo

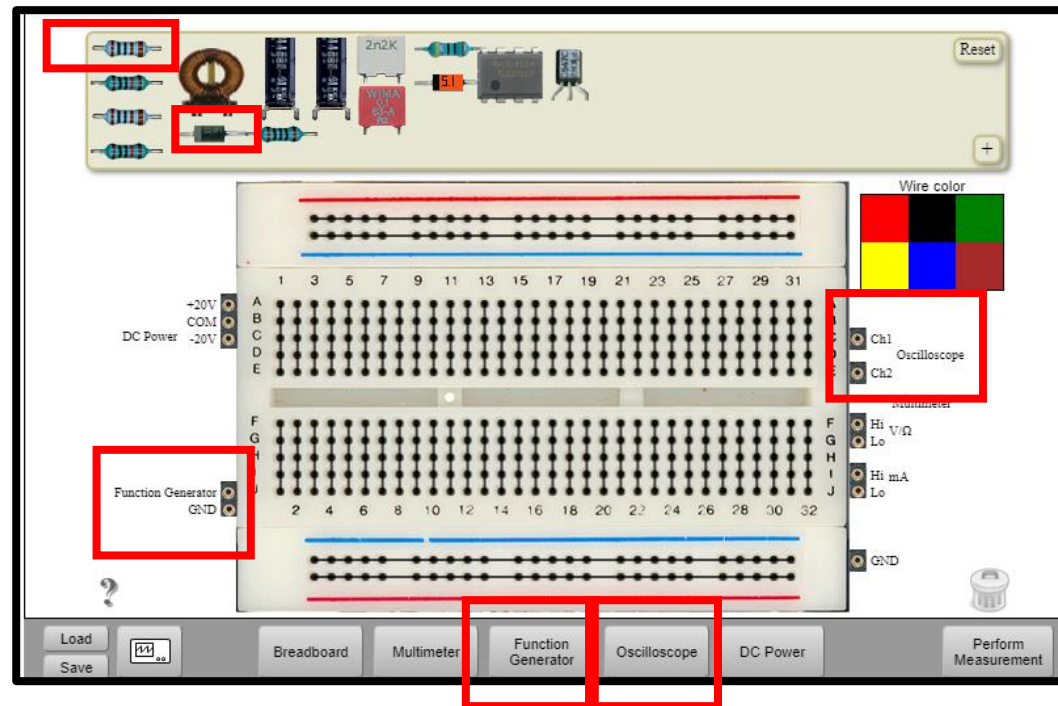
Operazioni preliminari

- Collegarsi al corso Moodle FisPerlDislot21_819MA0748
- Nella pagina principale selezionare il laboratorio remoto



Laboratorio di Elettronica VISIR (avanzato)

- Seguire le istruzioni a schermo che vi porteranno ad una nuova scheda (abilitate i pop-up nel vostro browser)
- Nella nuova scheda appare l'interfaccia web del laboratorio remoto

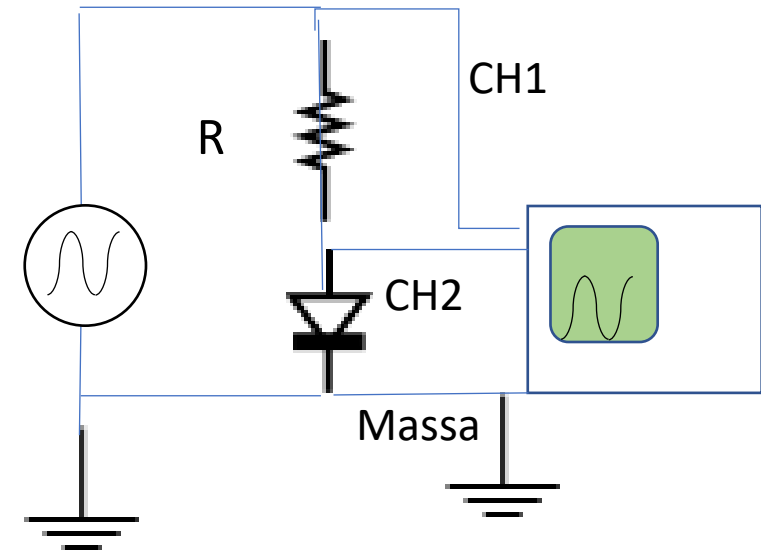


Per questa esperienza, la strumentazione e le componenti (indicati dai riquadri rossi) sono

- Oscilloscopio
- Generatore di funzioni
- Resistenza da 1 k Ω
- Diodo 1N407

L'esercitazione verte sulla acquisizione e l'analisi dell'andamento della corrente circolante in un diodo al variare della tensione applicata ai suoi estremi.

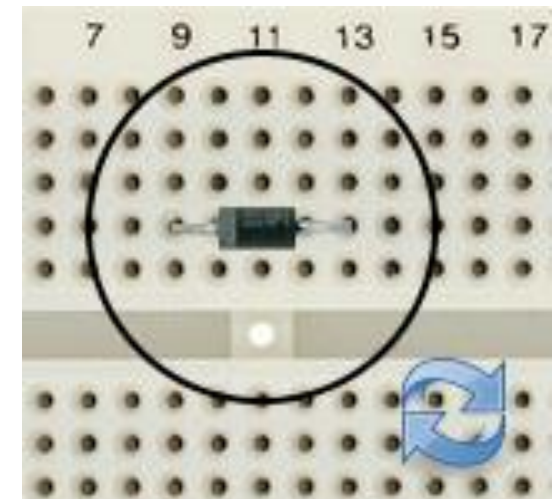
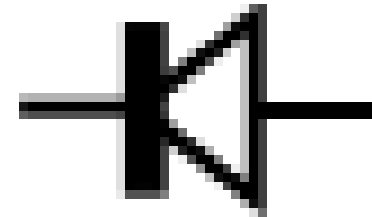
Realizzate il circuito schematicizzato in figura: per questa esperienza dobbiamo misurare la tensione ai capi del diodo (CH 2), quella fornita dal generatore (CH 1) e, per differenza tra le due ($CH\ 1 - CH\ 2$), quella ai capi del resistore, da cui si ricaverà la corrente circolante nella maglia, mediante la legge di Ohm.

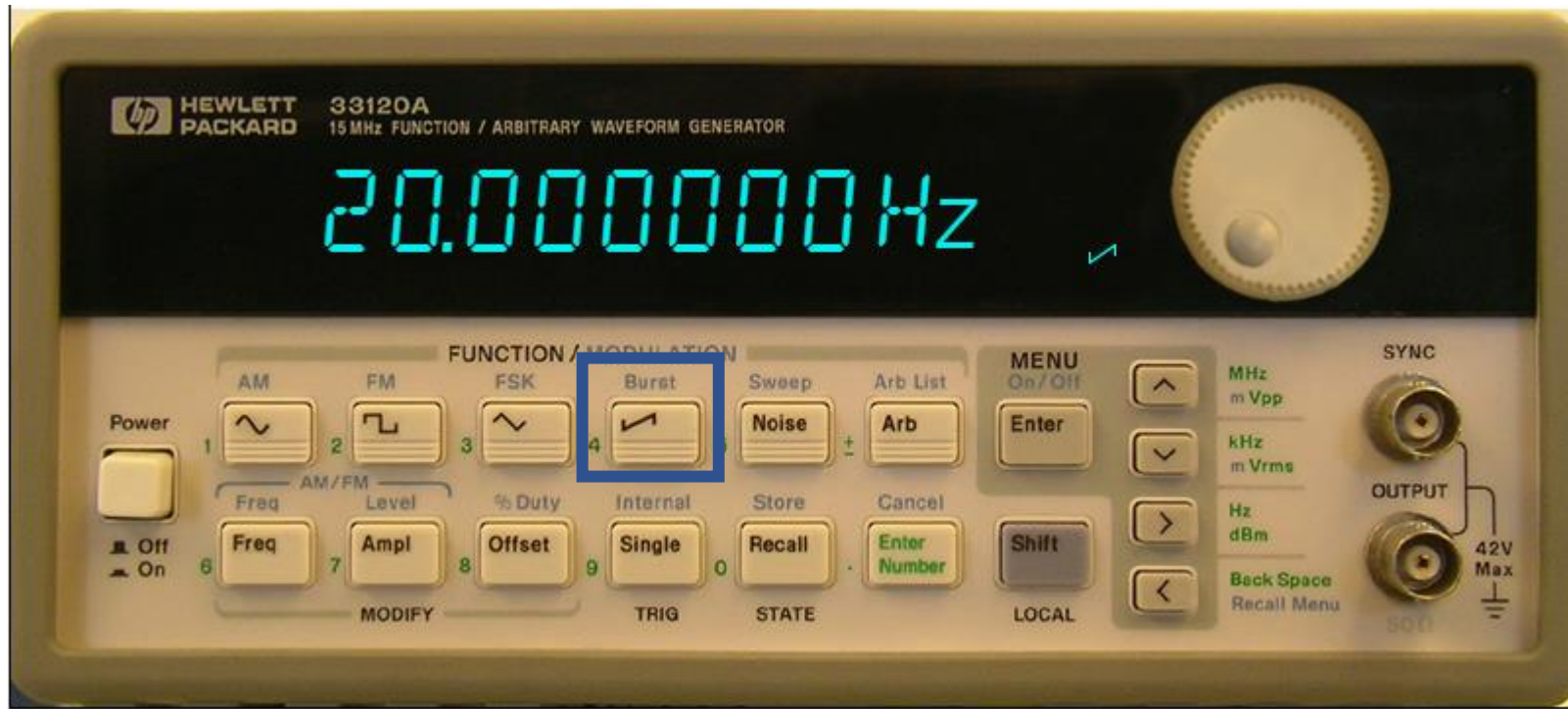


Una avvertenza per la realizzazione del circuito: il diodo utilizzato è orientato sull'interfaccia come in figura.

La riga bianca corrisponde al lato N del diodo, per cui il verso in cui è consentita la circolazione della corrente è da destra a sinistra.

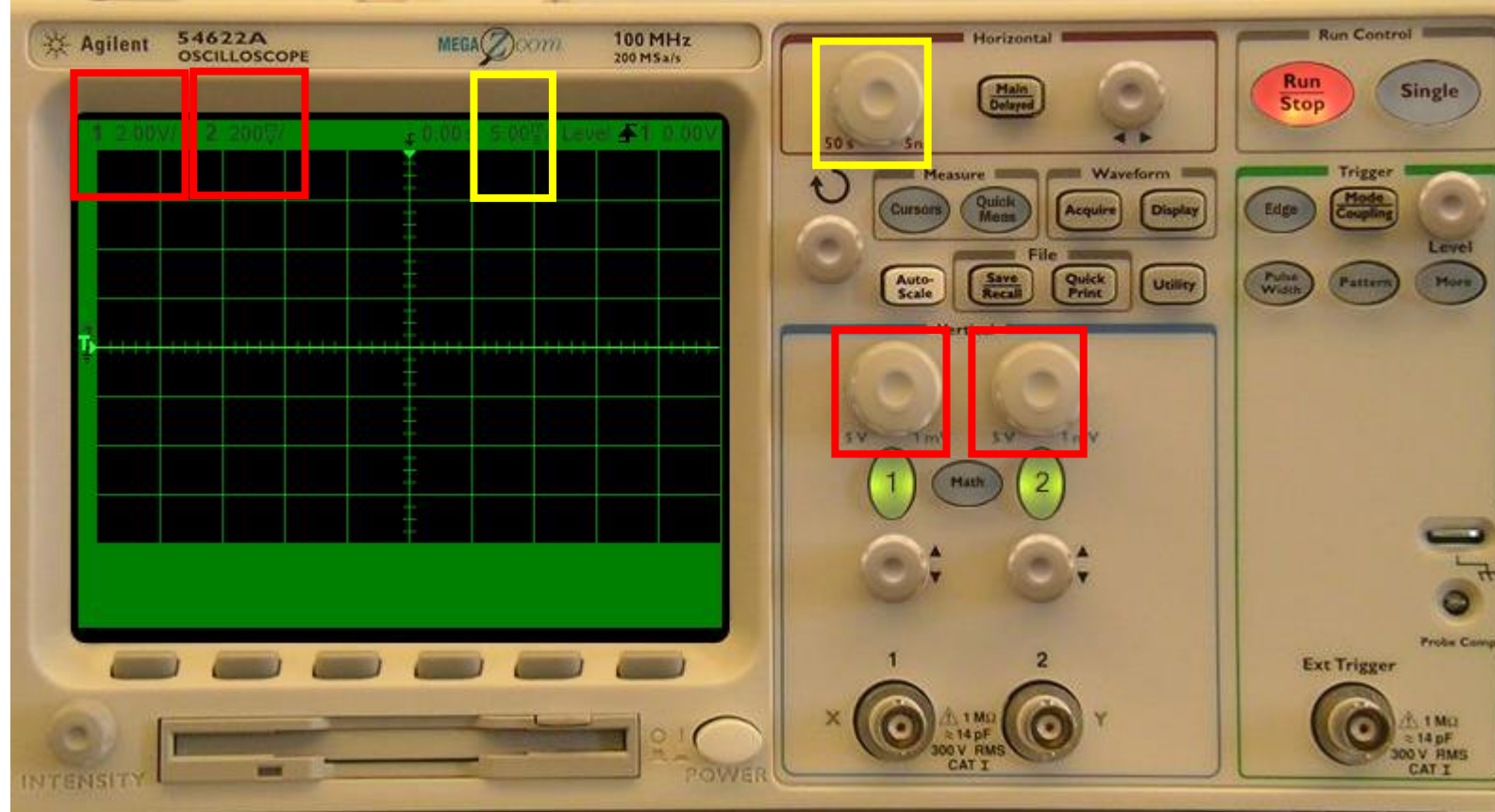
Potete invertire il diodo selezionandolo sulla breadboard e operando sul simbolo con le due frecce circolari





Nel generatore di funzioni dovete selezionare la forma a dente di sega (riquadro blu) e poi impostare

- l'ampiezza a 8 V.
- la frequenza a 20 Hz.



Nell'interfaccia dell'oscilloscopio selezionate la scala verticale del canale 1 a 2 V/div e quella del canale 2 a 200 mV/div.

Impostate la base dei tempi alla scala massima, 5 ms/div (riquadri gialli).

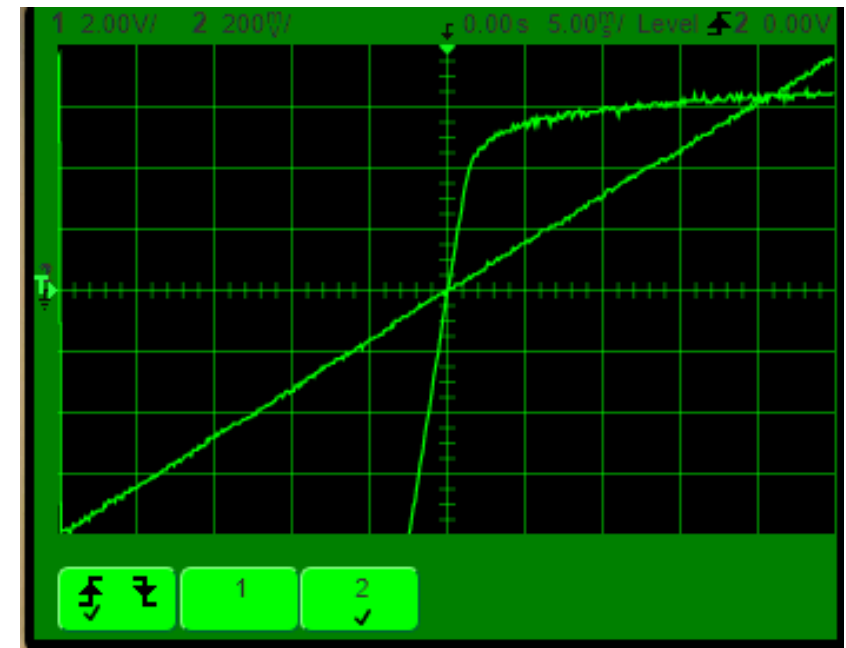
Se tutto è stato fatto correttamente, eseguendo una misura dovreste ottenere sullo schermo dell'oscilloscopio l'immagine in figura.

In essa si vede la linea continua del segnale a dente di sega erogato dal generatore.

La tensione sul diodo invece si piega nella regione di polarizzazione diretta.

Notare come nella regione a polarizzazione inversa, le due curve sono distinte sullo schermo, anche se i due segnali sono in realtà a valore eguale (la tensione sul resistore è nulla, poiché è nulla la corrente circolante).

Questo è dovuta alla diversa scala scelta per i due canali: la scala dieci volte più piccola per ch2, il segnale sul diodo, è stata scelta per ridurre l'errore di misura nella regione di polarizzazione diretta.

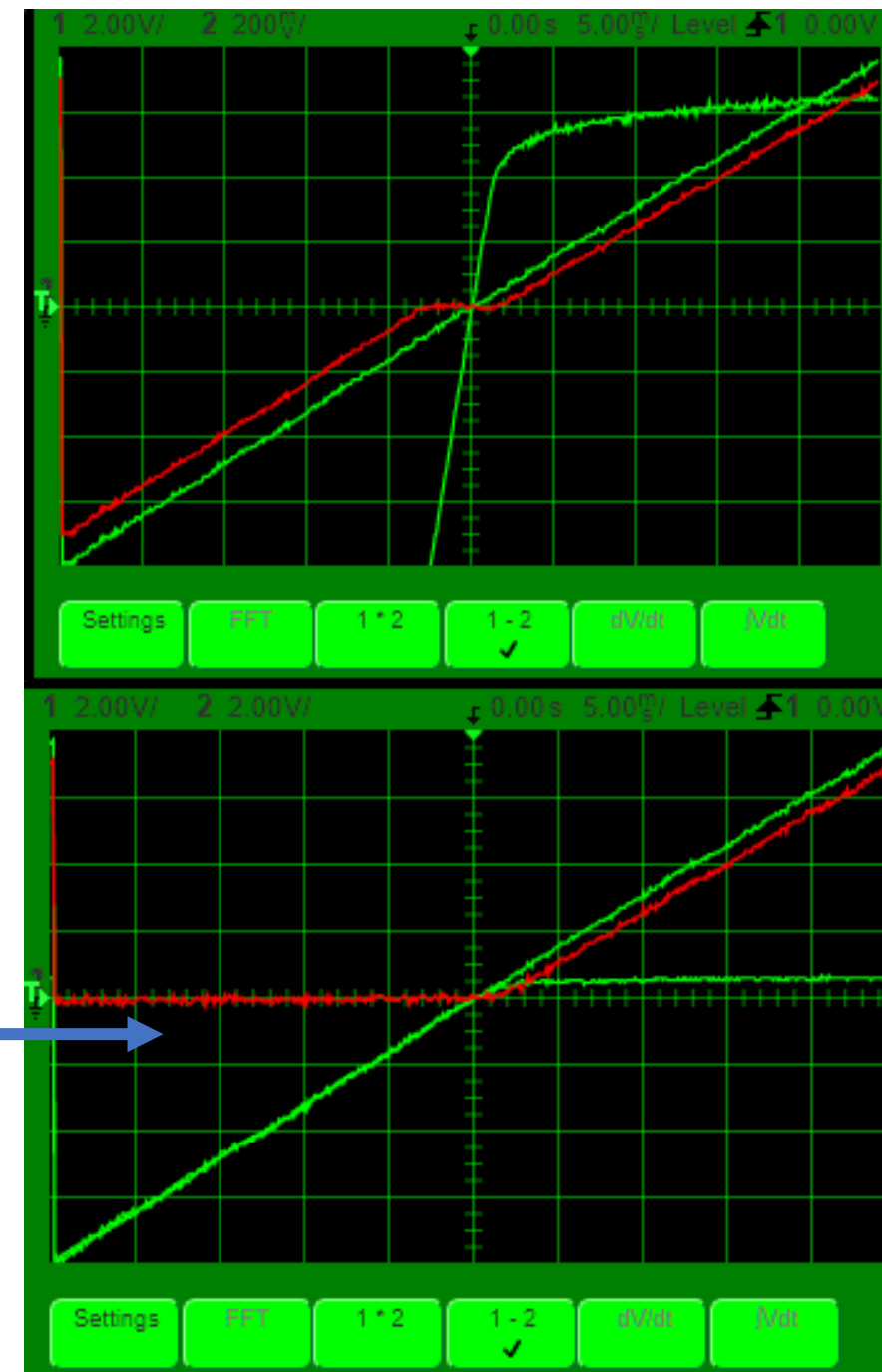


Questa scelta della scala per il canale ch2 provoca però saturazione per il segnale in polarizzazione inversa, non appena la tensione supera (in valore assoluto) circa 0.8 V.

Ciò lo si vede nella differenza tra i due canali, in cui la tensione in polarizzazione inversa risulta nulla solo da un certo istante in poi: prima l'andamento della curva rossa è un artefatto dovuto all'appiattimento del ch2 dovuto alla saturazione.

Ce se ne può convincere cambiando la scala di ch2 a 2 V/div per un controllo.

Comunque **dovete salvare i dati con ch2 settato a 200 mV/div**

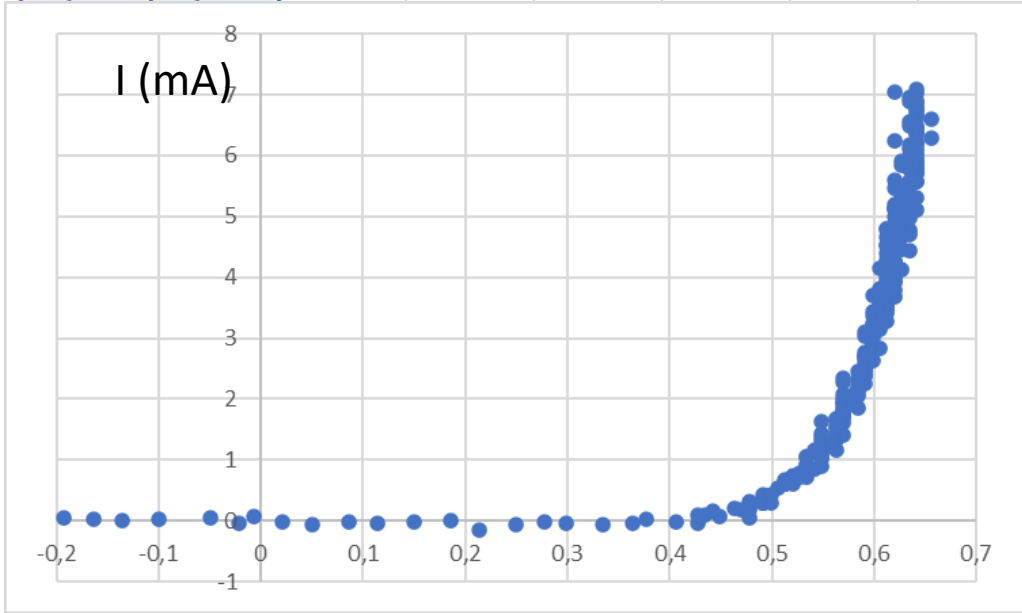
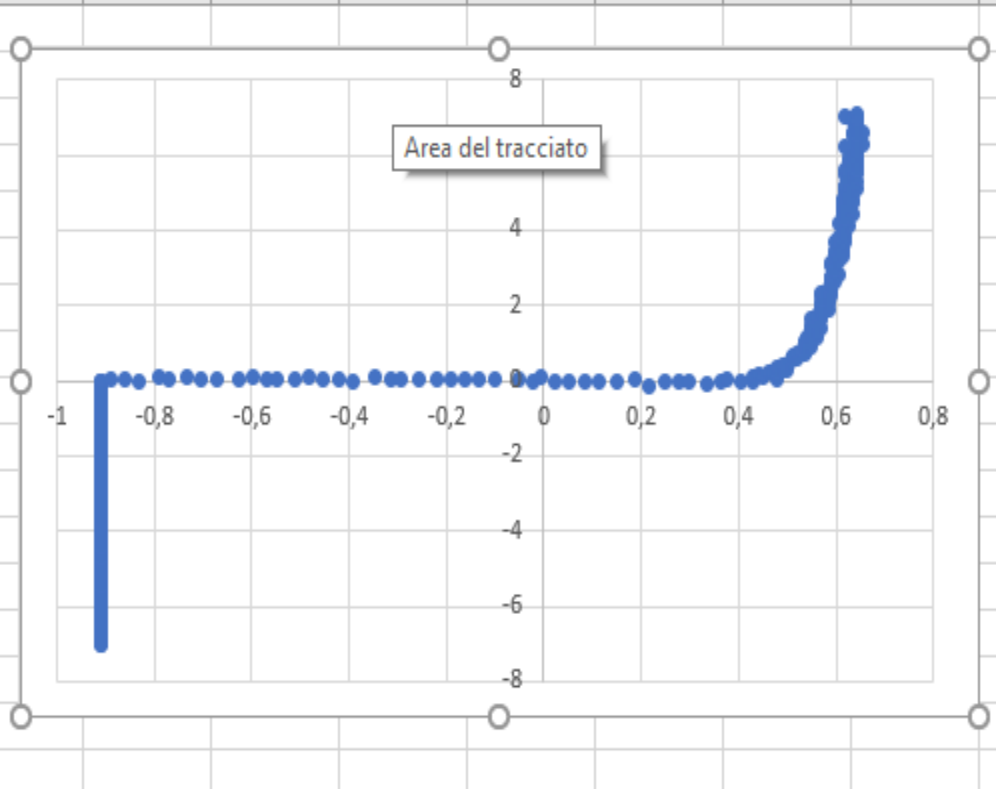


Dovete ora aprire i dati su un foglio Excel.

Calcolate una colonna con la differenza tra i due canali e costruite un grafico (ch1-ch2) vs ch1: dovrete ottenere quanto rappresentato in figura (NB: la brusca caduta dei dati a sinistra è dovuto all'artefatto descritto).

Selezionate i dati in maniera da evidenziare la parte di interesse e ricordatevi che il valore dell'ordinata corrisponde ad un valore in corrente pari a $V / 1k\Omega = \text{mA}$

Time	Channel1	Channel2	ch1-ch2
-0,025	7,657624	0,64107	7,016554
-0,0249	7,657624	0,619701	7,037923
-0,0248	7,723638	0,64107	7,082568
-0,0247	-7,92168	-0,91174	-7,00994
-0,0246	-7,92168	-0,91174	-7,00994
-0,0245	-7,78965	-0,91174	-6,87791
-0,0244	-7,78965	-0,91174	-6,87791
-0,0243	-7,85567	-0,91174	-6,94392
-0,0242	-7,85567	-0,91174	-6,94392
-0,0241	-7,78965	-0,91174	-6,87791
-0,024	-7,65762	-0,91174	-6,74588
-0,0239	-7,72364	-0,91174	-6,81189
-0,0238	-7,65762	-0,91174	-6,74588
-0,0237	-7,65762	-0,91174	-6,74588
-0,0236	-7,65762	-0,91174	-6,74588
-0,0235	-7,59161	-0,91174	-6,67987



V(V)

Per aspirare ad un punteggio pieno nella relazione, dovrete analizzare anche l'andamento $I(V)$ e non solo plottarlo.

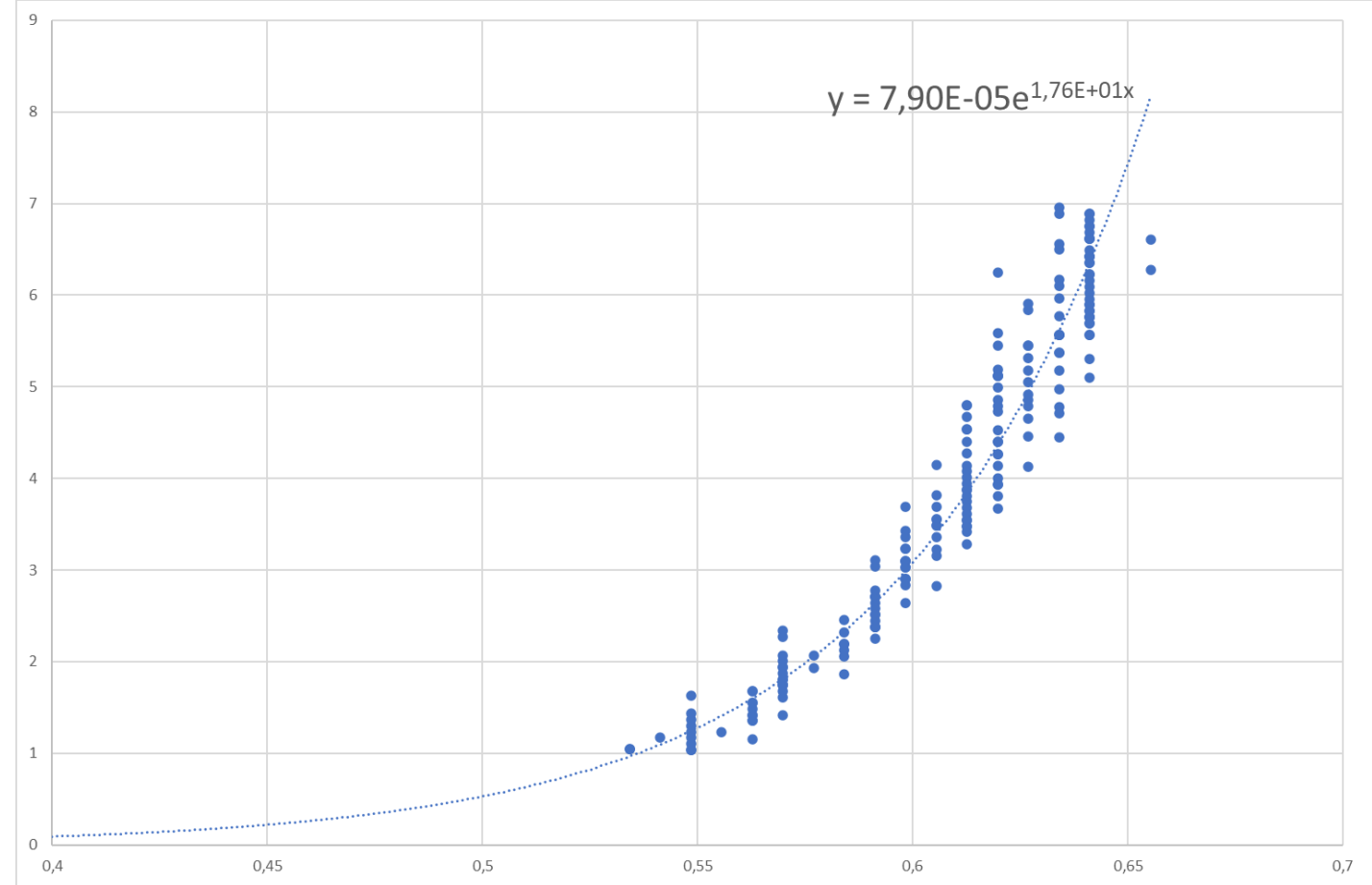
Selezionate i dati nella parte in cui la corrente è superiore a 1 mA ed aggiungere una linea di tendenza esponenziale.

La ragione per cui l'andamento deve essere approssimativamente esponenziale è che il modello del diodo prevede

$$I(V) = I_s \left(\exp\left(\frac{eV}{kT}\right) - 1 \right)$$

ove I_s è estremamente piccola e quindi per valori di corrente superiori a 1 mA, il termine esponenziale prevale sul 1 nella parentesi e quest'ultimo può essere trascurato.

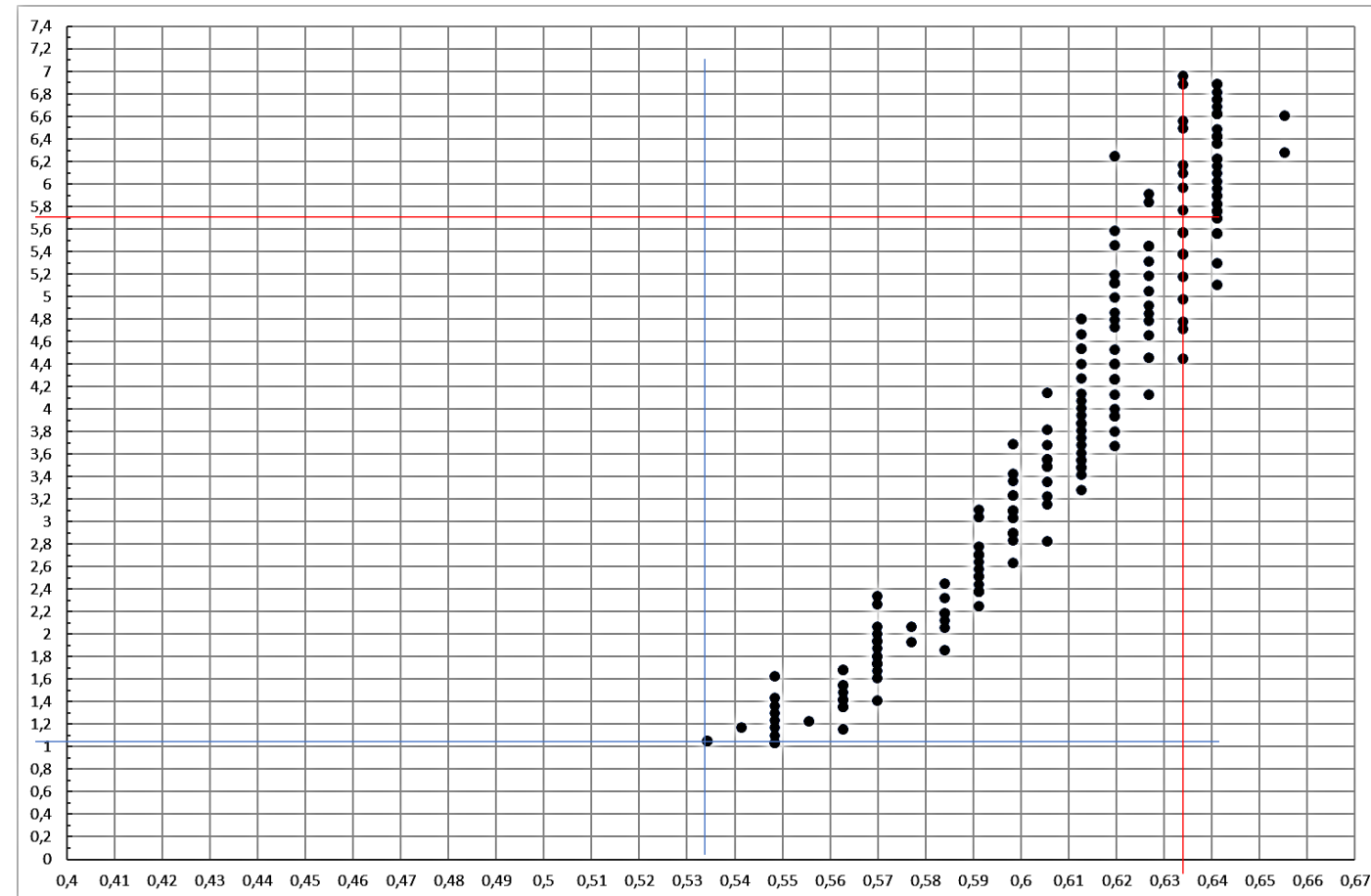
Nella linea di tendenza il coefficiente dovrebbe rappresentare I_s (79 nA per questi dati)



Se non disponete di Excel, un modo alternativo è quello di selezionare un valore di tensione alto (nell'esempio $V_2 = 0.635 \text{ V}$) e tracciare una linea orizzontale sul grafico del foglio, all'altezza della mediana della distribuzione della corrente (nell'esempio $I_2 = 5.7 \text{ mA}$).

Tracciate la linea orizzontale corrispondente al valore minimo di corrente $I_1 = 1 \text{ mA}$.

Valutate il valore di V_1 corrispondente a I_1 (nell'esempio $V_1 = 0.535 \text{ V}$) ed infine il valore $\Delta V = V_2 - V_1$ (nell'esempio $\Delta V = 0.10 \text{ V}$).



ΔV è la variazione di tensione che fa passare la corrente da I_1 a I_2 , quindi il rapporto $R_{app} = \ln(I_2/I_1) / \Delta V$ dovrebbe essere pari al coefficiente dell'esponenziale nella linea di tendenza (nell'esempio $R_{app} = 17.4$).

Infine calcolate $I_2 / \exp(V_2 * R_{app})$: questo dovrebbe fornirvi una stima della corrente di saturazione (nell'esempio risulta $I_2 / \exp(V_2 * R_{app}) = 90 \text{ nA}$).

Aspettatevi da questo metodo dei risultati approssimati per ordine di grandezza. Un suggerimento per questo metodo è di graficare i dati a partire da 0.1-0.2 mA, per avere una maggiore precisione su R_{app} .