

# Laboratorio di Segnali e Sistemi

## - Esercitazione -1 -

# Familiarizzazione con gli strumenti



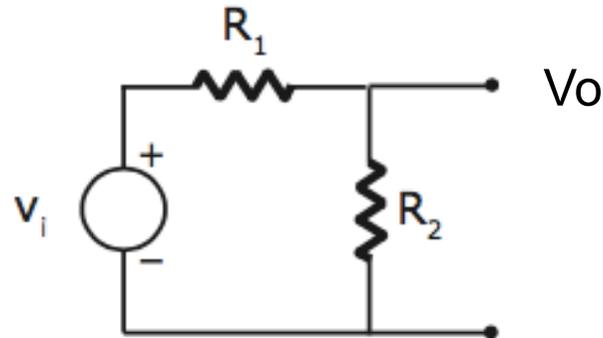
Claudio Luci  
SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

*last update : 070117*

# Esercitazione 1

- Partitore di tensione
- Filtro RC passa alto
- Caratteristica del diodo
- Facoltativa: raddrizzatore ad una semionda

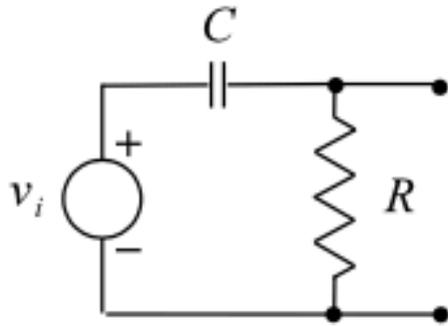
# Partitore di tensione



Scegliete  $R_1/R_2 \sim 2/3$ ;  
In ogni caso  $R_1$  diversa da  $R_2$

1. Collegate in ingresso ( $V_i$ ) l'alimentatore e misurate la tensione  $V_o$  con il multimetro.
  - Usate il "canale" a 12 V e poi quello a 5 V. Variate la tensione dell'alimentatore per capire come funziona.
  - Calcolate il rapporto  $V_o/V_i$ , considerando anche gli errori di misura
2. Collegate poi in ingresso il generatore di funzioni in modalità sinusoidale (e scollegate l'alimentatore) scegliete l'ampiezza del segnale di qualche centinaio di mV (anche 1-2 V vanno bene)
  - Misurate le tensioni di ingresso e di uscita con il multimetro (in AC) e con l'oscilloscopio
  - Calcolate il rapporto  $V_o/V_i$ , considerando anche gli errori di misura
  - Domanda: come mai il multimetro e l'oscilloscopio danno misure diverse delle tensioni?
  - Ripetere la misura variando la frequenza del generatore.

# Filtro RC passa alto (segnale sinusoidale)



$$f_t = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$f_t \sim 1 \text{ kHz}$$
$$C \sim 100 \text{ nF} ; R \sim \text{k}\Omega$$

## Prima cosa da fare

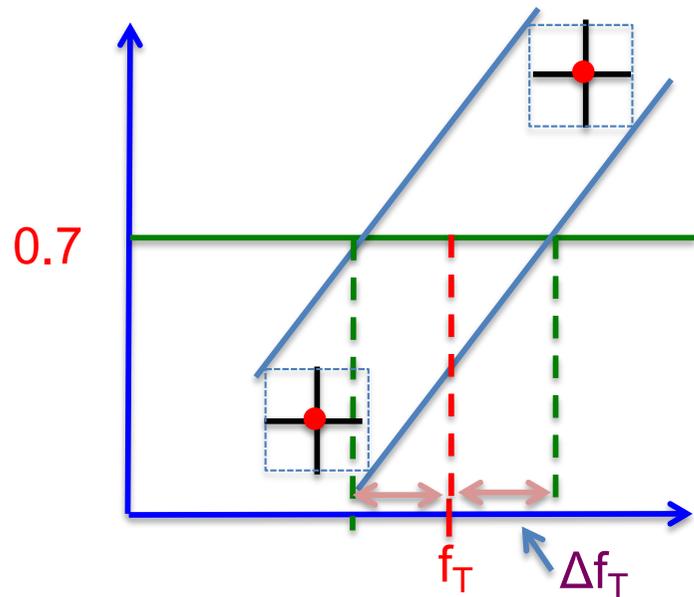
**Fare un rapido scan in frequenza per trovare il plateau della funzione di trasferimento**

Anche se teoricamente non è possibile, a volte viene il plateau minore di uno.

Cercate di capire dove sta il problema, magari provate a spostarvi in un altro punto della bassetta, oppure cambiate i cavi, la resistenza o il condensatore

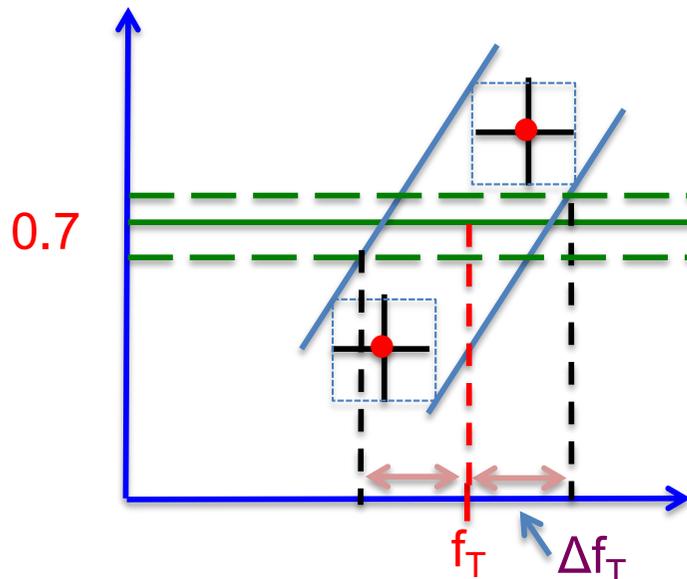
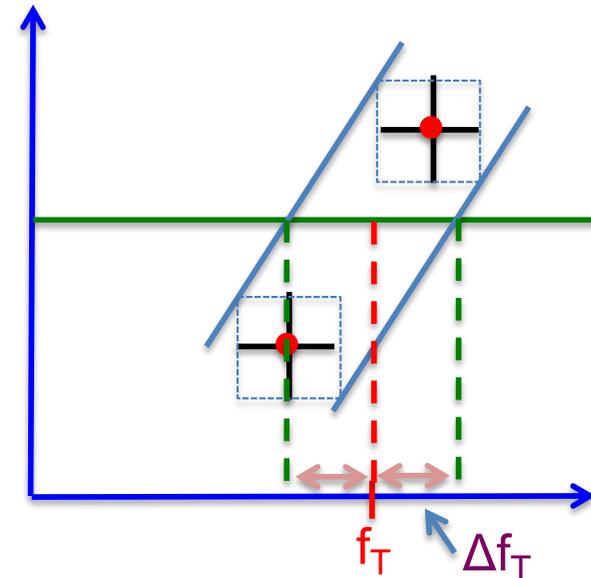
1. Riportate sulla relazione le misure del plateau con le varie combinazioni dei componenti, così forse riusciremo a identificare il problema.
2. Studiate in funzione della frequenza l'andamento della funzione di trasferimento (modulo e fase) costruendo i diagrammi di Bode delle due grandezze
3. Misurate la frequenza di taglio del circuito (prendete un numero di misure sufficienti intorno a questa frequenza)

# Misura della frequenza di taglio



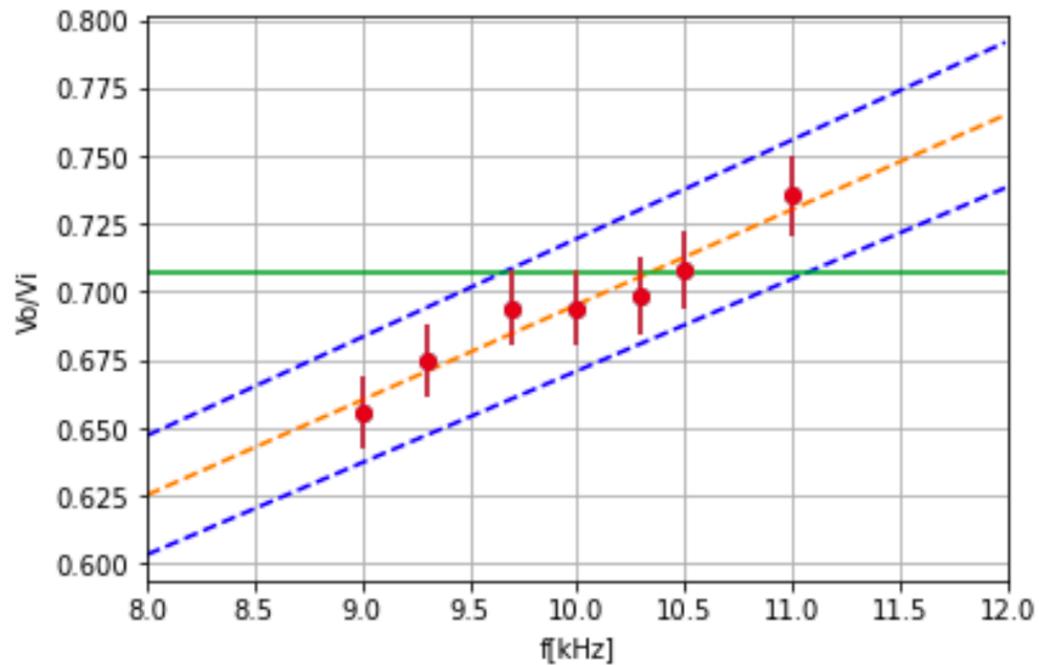
Prendete punti più vicini, forse si riduce l'errore.

A volte è necessario considerare anche un errore sullo "0.7" dovuto alla conoscenza del valore dei plateau. In questo caso l'errore sulla frequenza di taglio aumenta



- Si possono fare anche dei fit numerici, sia lineari intorno alla frequenza di taglio che sostituiscono quelli grafici, oppure a tutta la forma dello spettro.
- Oppure potete utilizzare altri metodi che vi sono stati insegnati in altri corsi di laboratorio.
- La cosa importante è che la vostra misura abbia un errore, altrimenti non potete confrontarla con il valore atteso da stime teoriche.

# Fit Lineare



le rette blu cosa sono?  
Come sono state determinate?

Figura 6: Grafico del fit, con i punti sperimentali con relativa incertezza, le rette di best fit (in arancione), le rette di massimo errore (in blu), e la retta  $\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{\sqrt{2}}$  in verde

$$f_{o(exp)} = 10.4 \pm 0.7 \text{ kHz}$$

# Diagramma di Bode dell'ampiezza

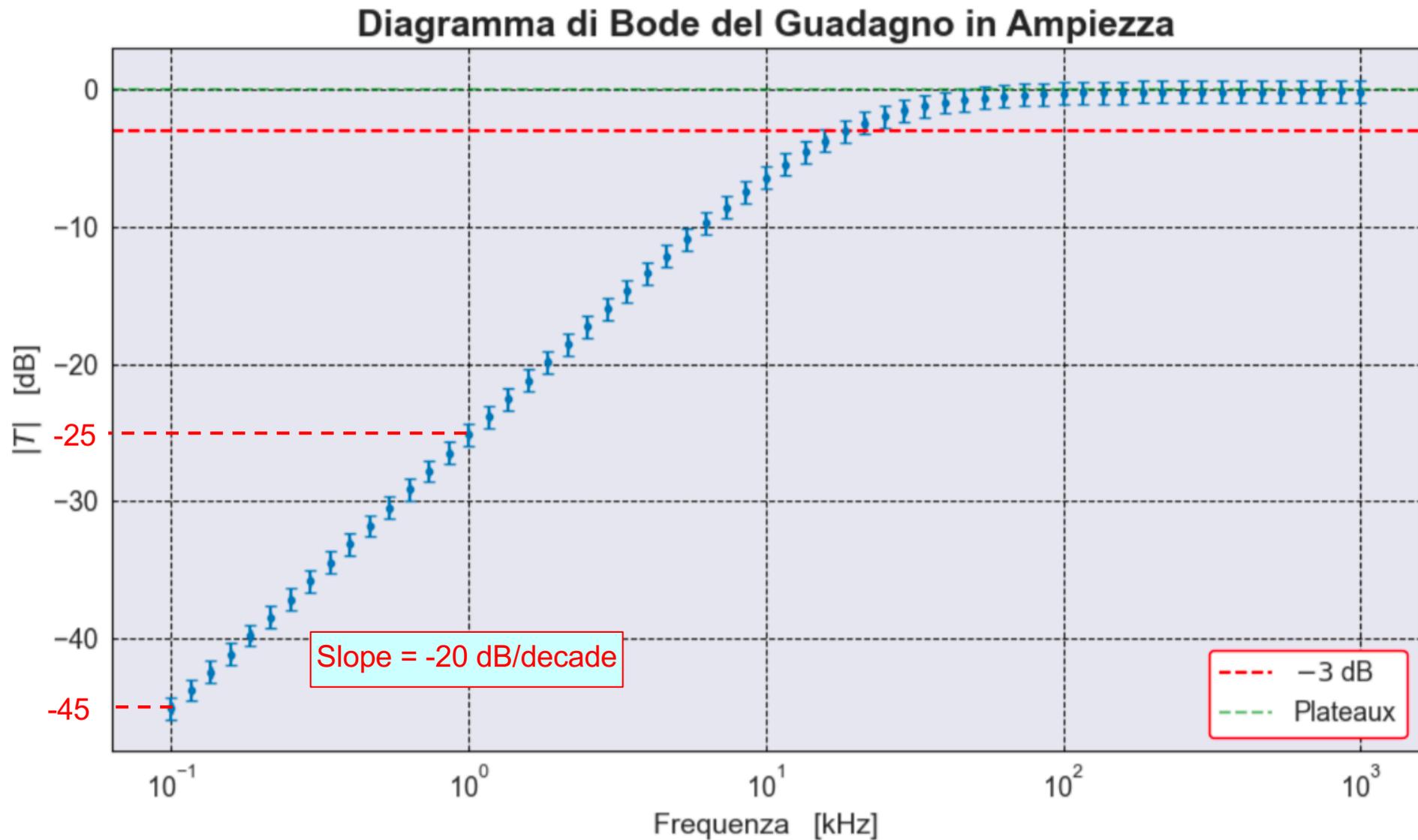
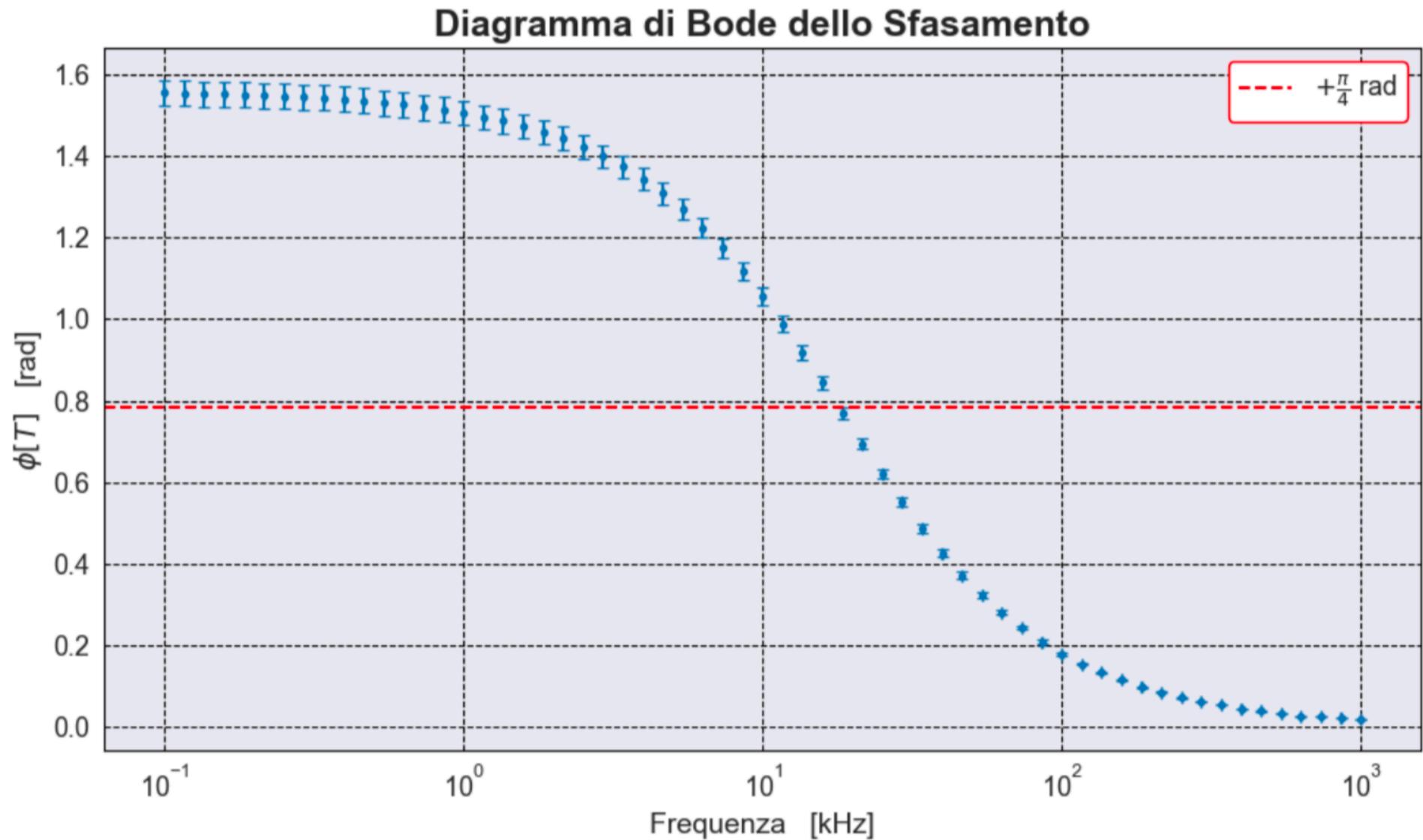


Diagramma di Bode realizzato utilizzando il generatore interno dell'oscilloscopio

# Diagramma di Bode della sfasamento



Bello ... ma forse in gradi si capiva meglio

# Fit Lineare

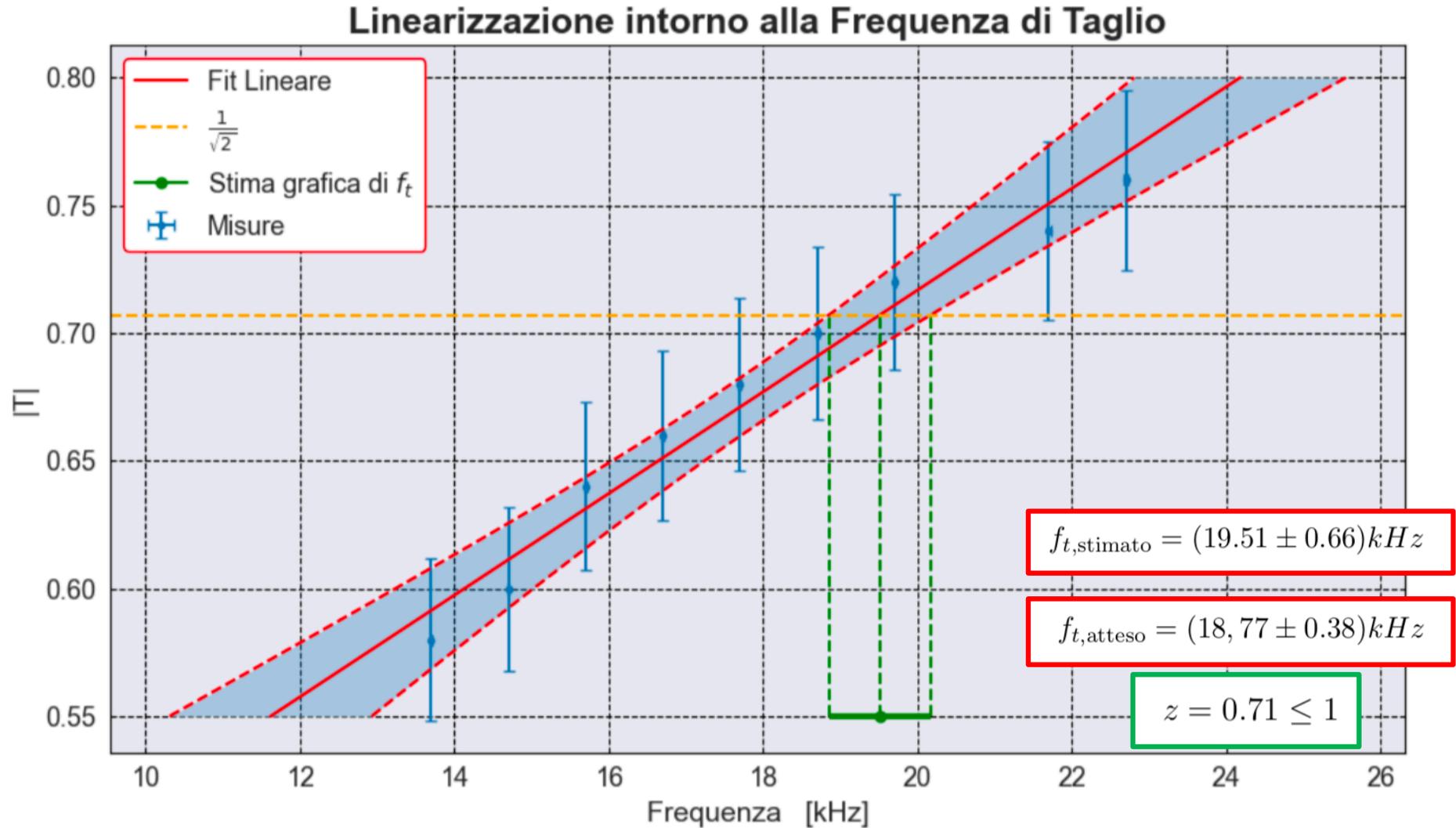


Figura 4: Stima grafica della frequenza di taglio tramite linearizzazione in un intorno del suo valore atteso. Il fit lineare è stato effettuato tramite il Metodo dei Minimi Quadrati Pesati (WLS) trascurando le incertezze sulle frequenze; le curve rosse tratteggiate rappresentano le "curve di involuppo" ottenute propagando l'incertezza sulla ascissa della retta di migliore approssimazione avendo fissato l'ordinata (dato che noi vogliamo la stima di una ascissa)

# Esercitazione: caratteristica del diodo

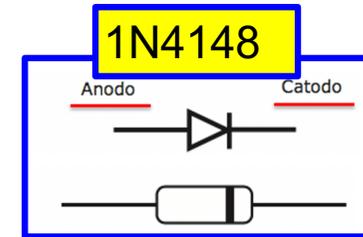
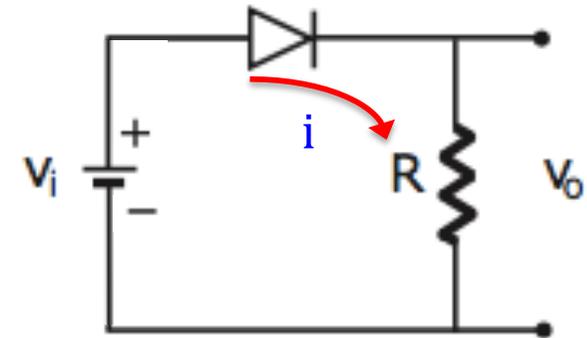
- Nella prima esercitazione dovrete ricavare la caratteristica del diodo.

Dovete misurare:

- la tensione ai capi del diodo (con il voltmetro)
- la corrente che scorre nel diodo (con il voltmetro, misurando la tensione ai capi della resistenza e utilizzando la legge di Ohm).

- Dovete valutare i valori migliori di  $R$  e  $V_i$  per effettuare la misura

- hint: la retta di carico non deve essere né troppo "verticale" e né troppo "orizzontale"
- quindi dovrete variare sia  $V_i$  che  $R$  per costruire la curva completa come illustrata in figura, tenendo presente che è più facile verificare  $V_i$ .

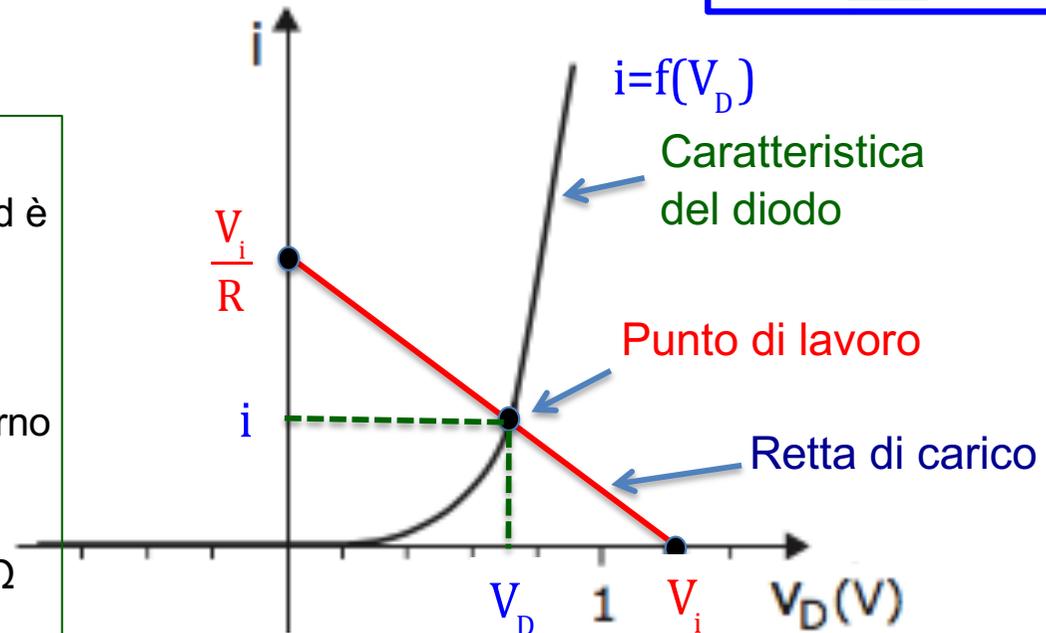


$$V_i = V_D + R \cdot i$$

$$i_D = \frac{V_R}{R}$$

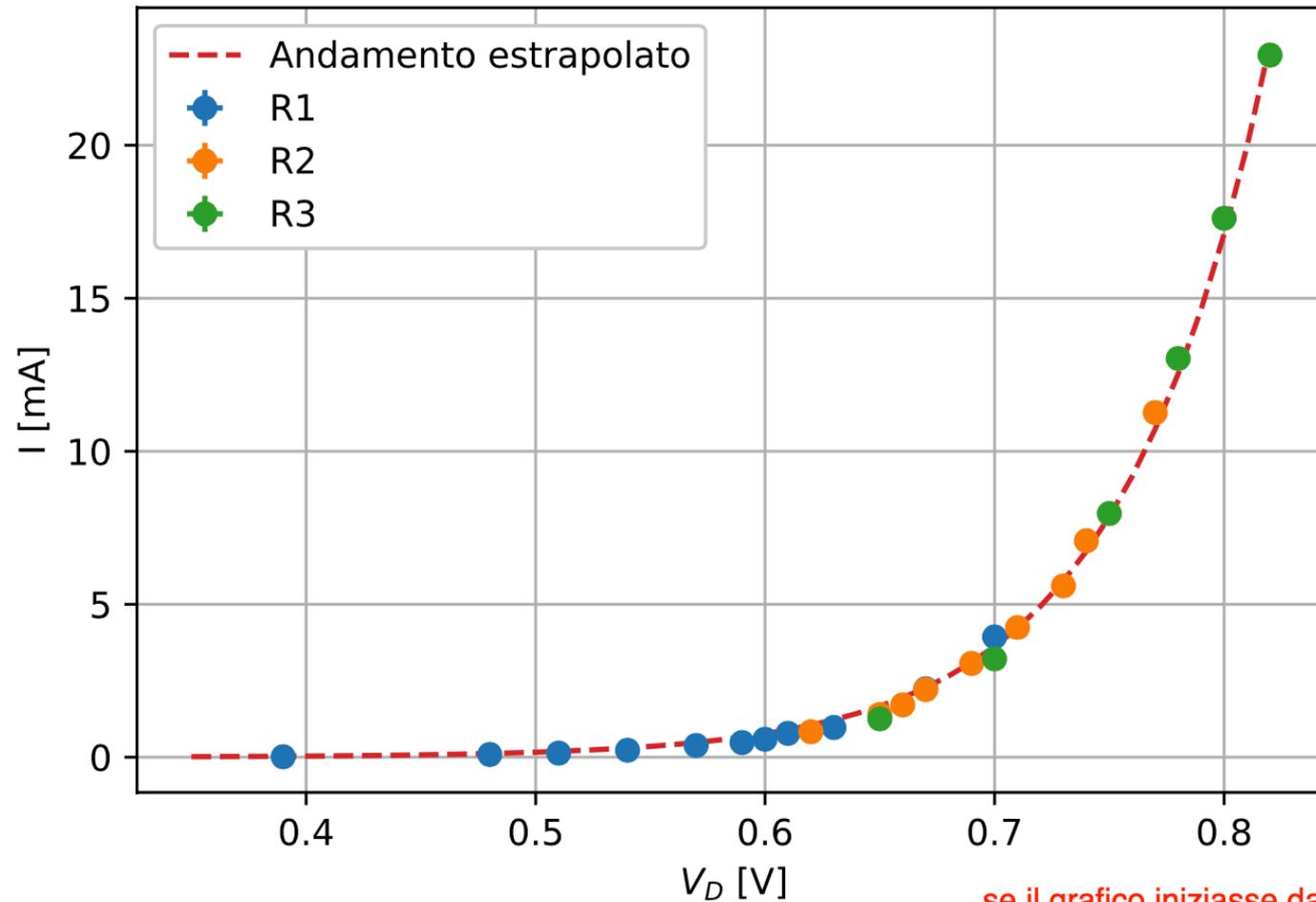
## Ricordate che:

- $i$  è dell'ordine del mA al di sopra di  $V_\gamma$  ed è quasi zero al di sotto
- Se variate  $V_i$  la retta di carico si sposta parallelamente a sé stessa
- variando  $R$  la retta di carico "ruota" intorno a  $V_i$ .
- Nel tratto iniziale provate con una  $V_i$  "piccola" (1 o 2 V) e  $R$  dell'ordine del k $\Omega$  (o più grande)



Provare a ricavare  $R_F$  dal grafico

# Esercitazione: caratteristica del diodo



se il grafico iniziasse da 0 sarebbe meglio

# Esercitazione: caratteristica del diodo

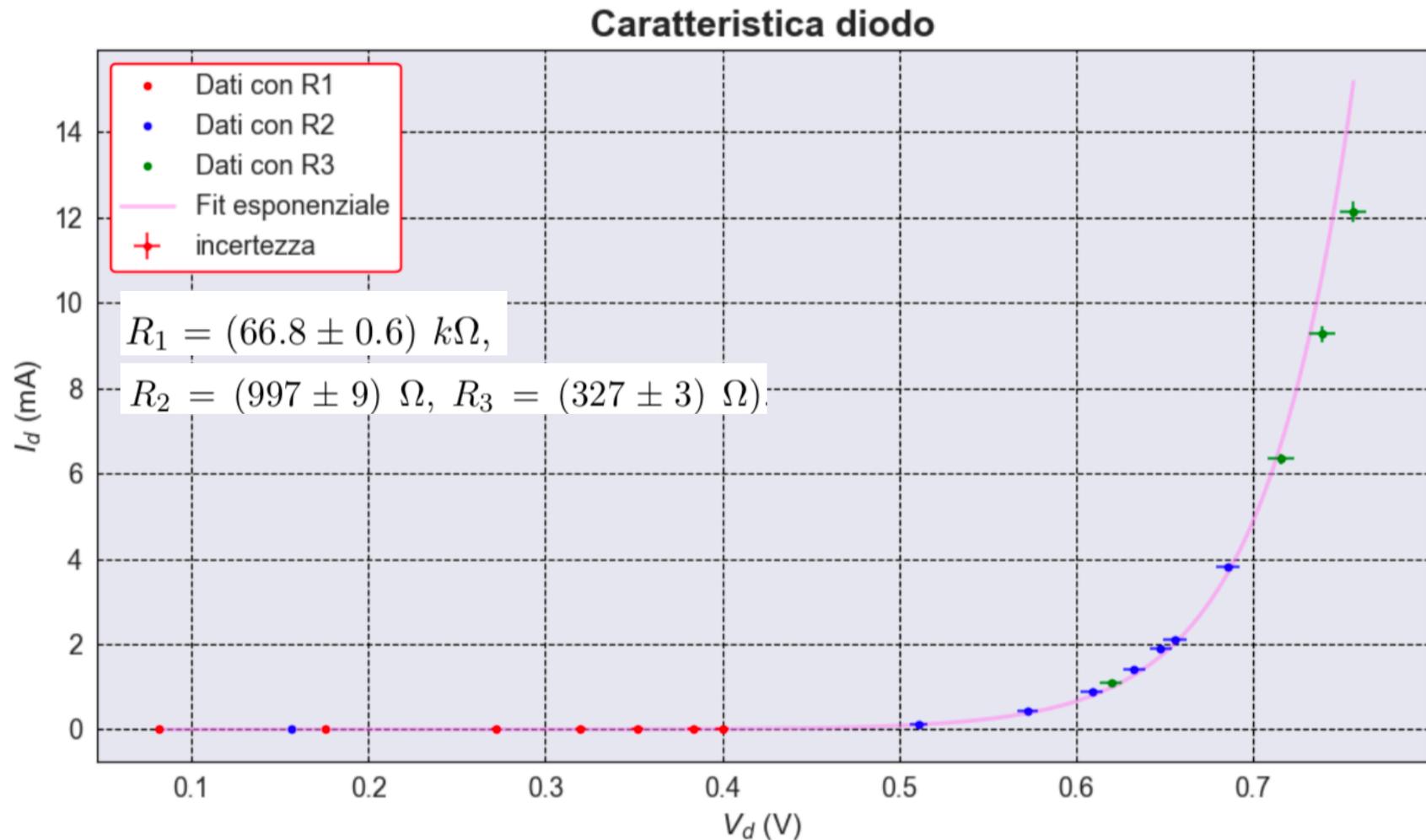


Figura 5: Curva caratteristica del diodo ( $I_d$  vs  $V_d$ , il primo ricavato dalla legge di Ohm  $I = \frac{V_R}{R}$ , il secondo misurato direttamente con il multimetro). Sono riportate le barre d'incertezza per ogni punto e il fit esponenziale dei dati realizzato con il metodo dei minimi quadrati. La funzione fittata è della forma  $Ae^{bV_d}$ , i risultati sono:  $A = (4.1 \pm 0.1) \mu A$  e  $b = (19.98 \pm 0.01) V^{-1}$

# Esercitazione: caratteristica del diodo

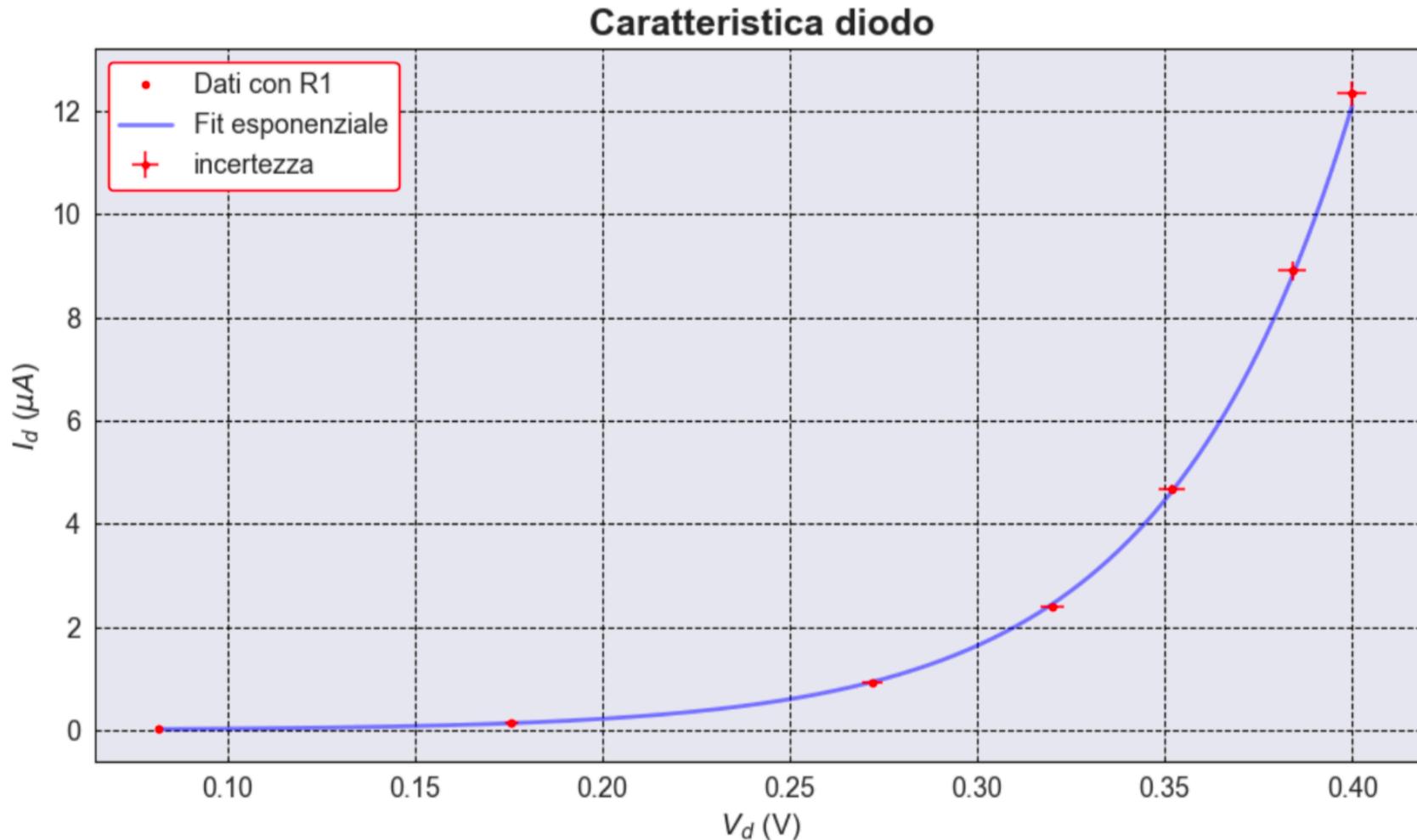


Figura 6: Curva caratteristica del diodo (zoom sui valori misurati con  $R_1$ ) ( $I_d$  vs  $V_d$ , il primo ricavato dalla legge di Ohm  $I = \frac{V_R}{R}$ , il secondo misurato direttamente con il multimetro); sono riportate le barre d'incertezza per ogni punto e il fit esponenziale dei dati realizzato con il metodo dei minimi quadrati; la funzione fittata è della forma  $Ae^{bV_d}$ , i risultati sono:  $A = (4.1 \pm 0.1) \mu\text{A}$  e  $b = (19.98 \pm 0.01) \text{V}^{-1}$

# Raddrizzatore a singola semionda

- Vediamo un esempio di utilizzo del diodo, ovvero come convertire un segnale alternato in un segnale continuo:

- **Semionda positiva:**

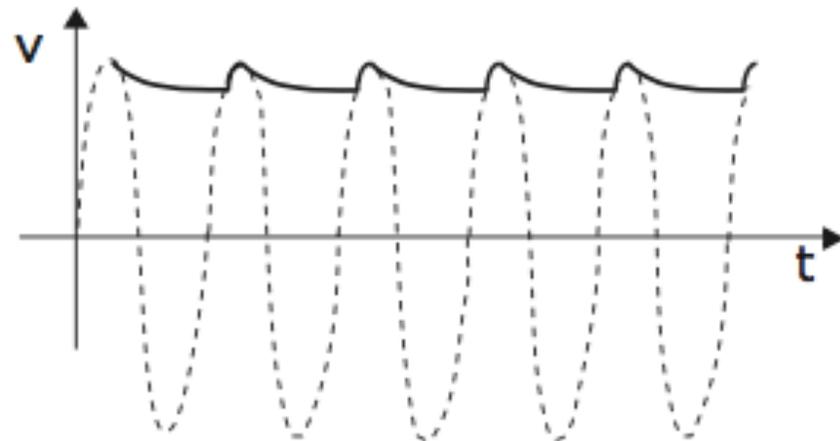
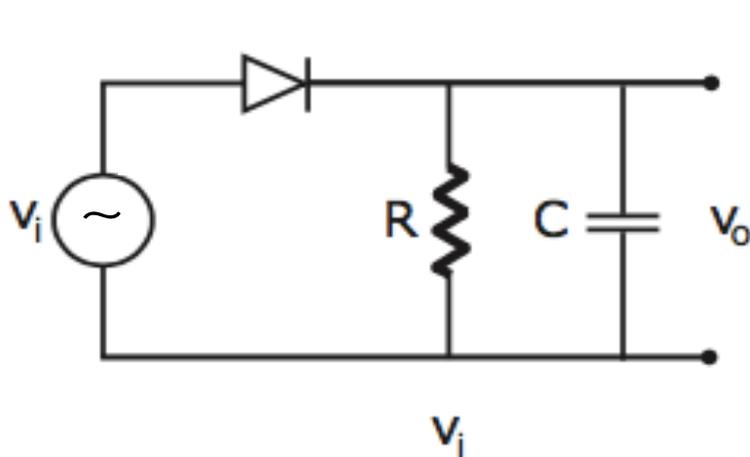
- Il diodo lascia passare la corrente e il condensatore si carica;

- **Semionda negativa:**

- il diodo non lascia passare la corrente e si comporta di fatto come un circuito aperto.  
Il condensatore si scarica sulla resistenza R con una costante di tempo pari a RC.

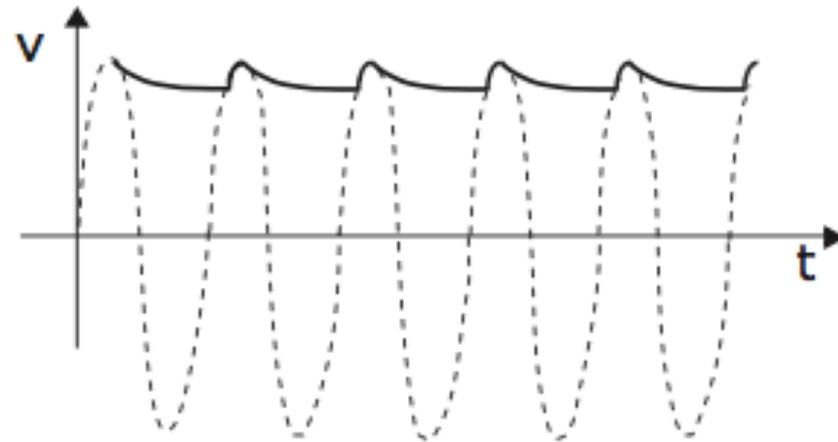
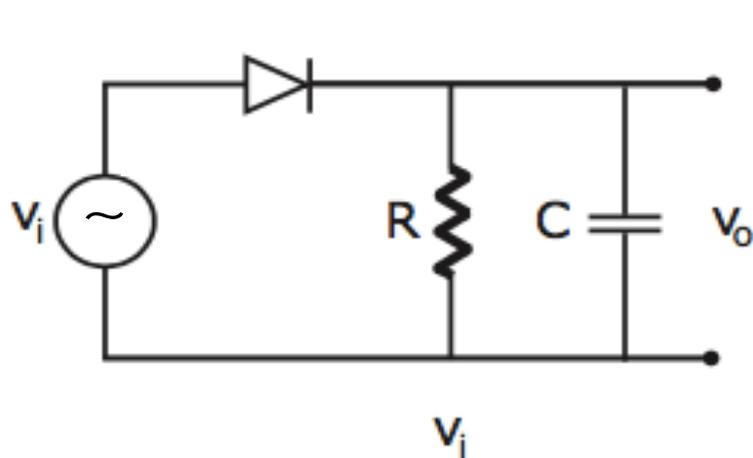
- **Nuova semionda positiva:**

- se la costante di tempo  $\tau=RC$  è molto maggiore del periodo T della sinusoide, il condensatore non farà in tempo a scaricarsi e tornerà a caricarsi di nuovo, e così via.



# Raddrizzatore ad una semionda

- Utilizzate un onda sinusoidale di 50 Hz per simulare la tensione di rete
- Il semiperiodo è di 10 ms
- Provate a visualizzare le varie forme d'onda scegliendo diversi valori tau del circuito RC, ad esempio intorno a:
  - 1 ms ; 10 ms; 20 ms; 50 ms ; 100 ms; 1 s
- Scegliete R intorno a 100 kOhm per poter trascurare la resistenza interna dell'oscilloscopio e variate la capacità



# Raddrizzatore ad una semionda

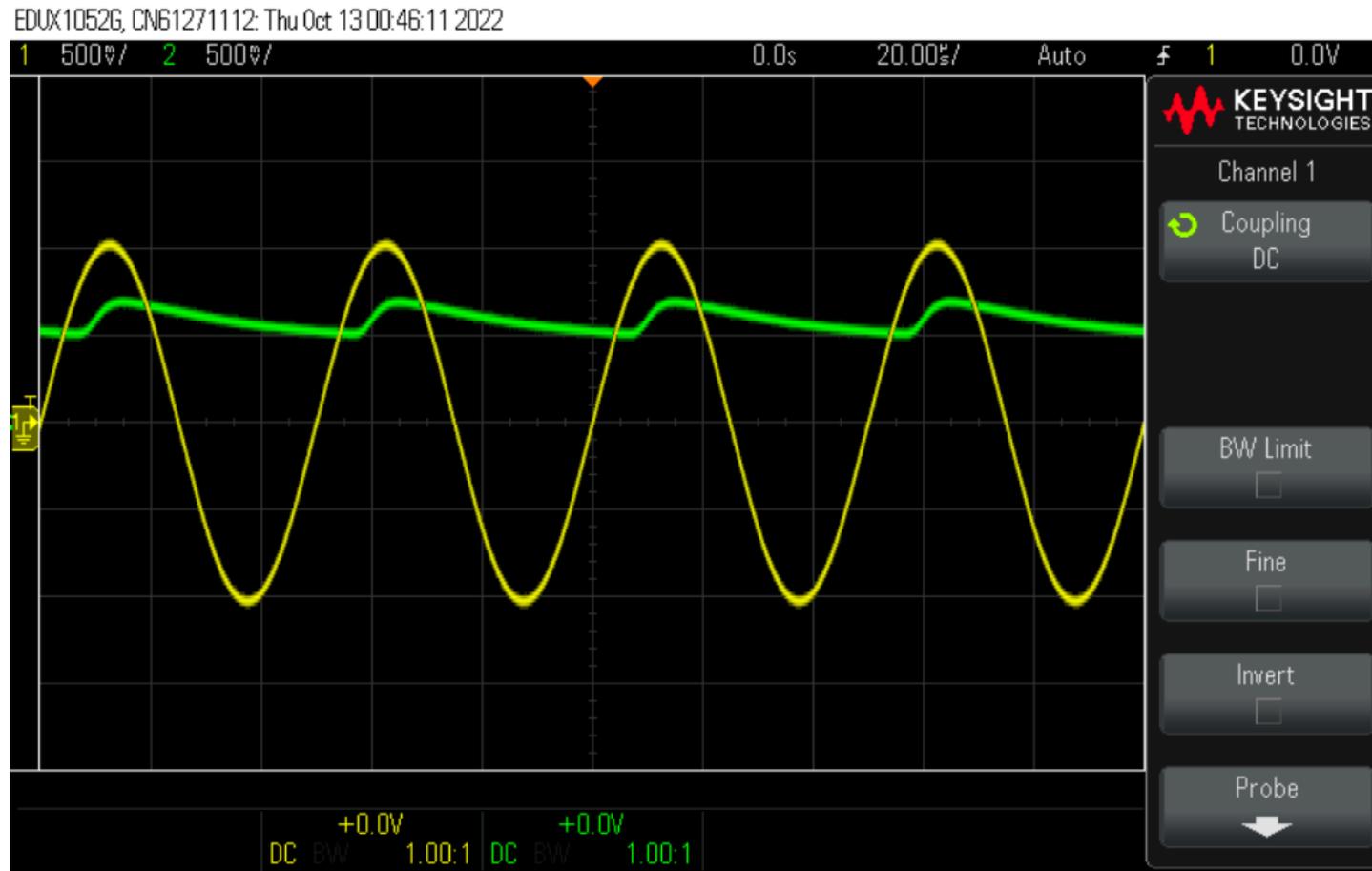


Figura 10: In giallo la  $V_i(t)$ , in verde la  $V_0(t)$

Aumentando RC, la linea verde diviene quasi orizzontale



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Fine esercitazione 1