

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell' Energia

**«Analisi circuitali per lo sviluppo di
sistemi di misura delle microscariche
nell'esperimento High Voltage Padova
Test Facility »**

Tutor universitario: Prof. Marconato

Nicolò

Laureando: *Frasson Emanuele*

Padova, 14/03/2024

L' HVPTF è un dispositivo adatto a svolgere test di alta tensione fra elettrodi isolati in vuoto.

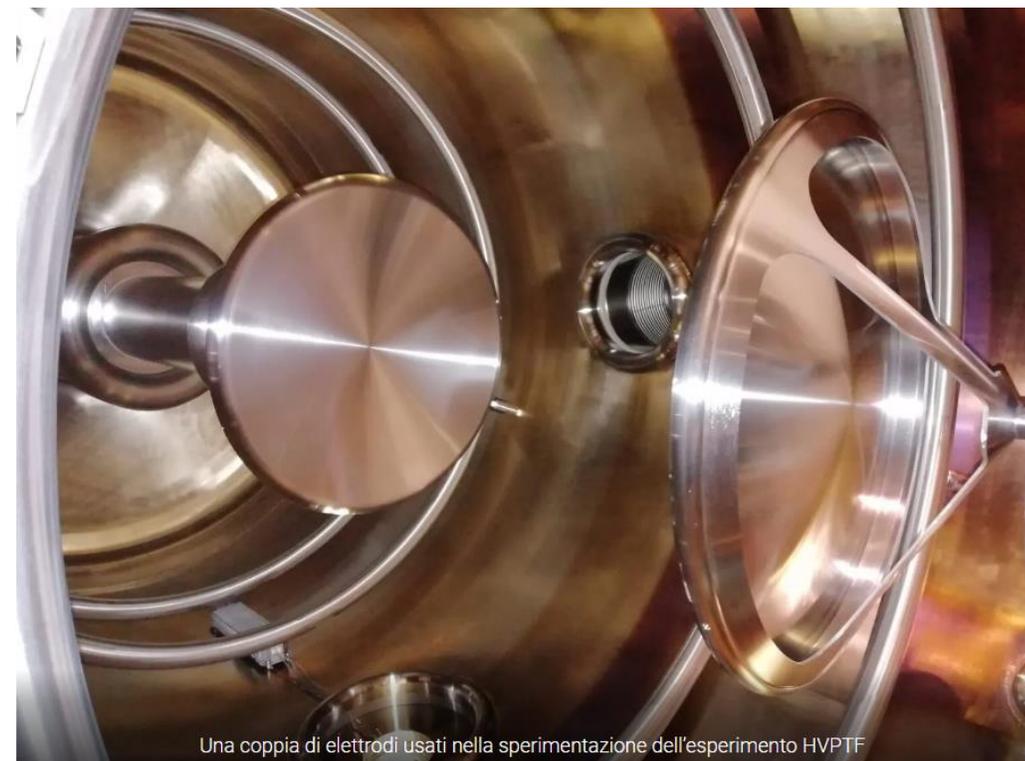
Durante il test, si verificano delle microscariche fra gli elettrodi.



Non esiste un modello teorico che le descriva accuratamente



Necessario quindi misurarle



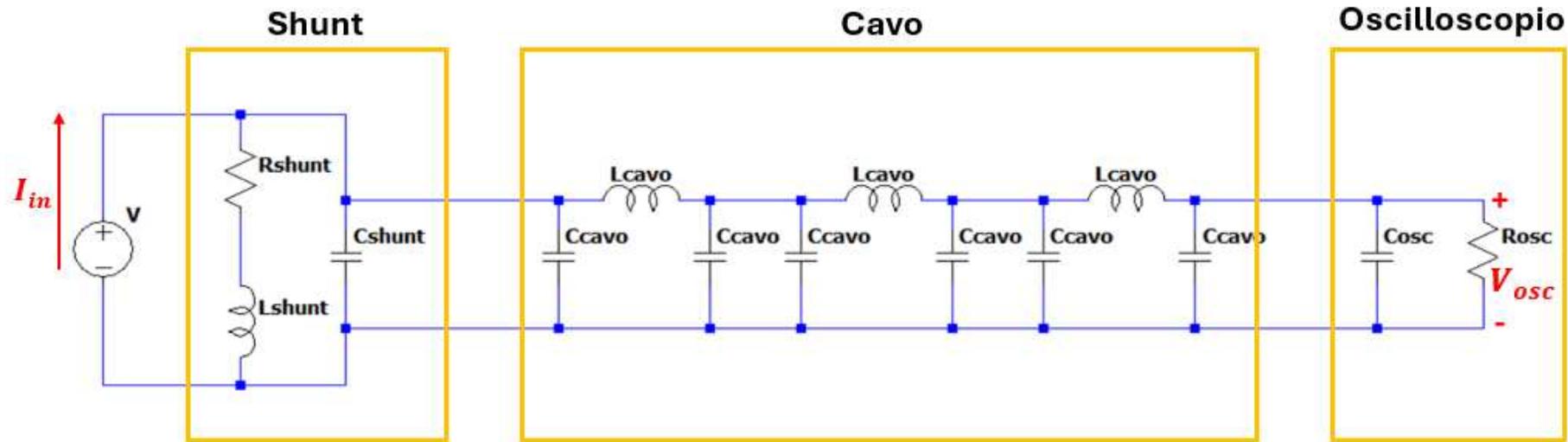
Una coppia di elettrodi usati nella sperimentazione dell'esperimento HVPTF

Si vuole andare a studiare il comportamento dell'apparato di misurazione. E' quindi necessario

- Effettuare una ricerca di mercato per trovare le componenti
- Simulare il comportamento del circuito. Ciò è stato effettuato con
 - Analisi nel dominio del tempo: risposta a un segnale di forma trapezoidale
 - Analisi in frequenza: simulazione AC sweep per calcolare la massima sensibilità $S = \frac{V_{osc}}{I_{in}}$

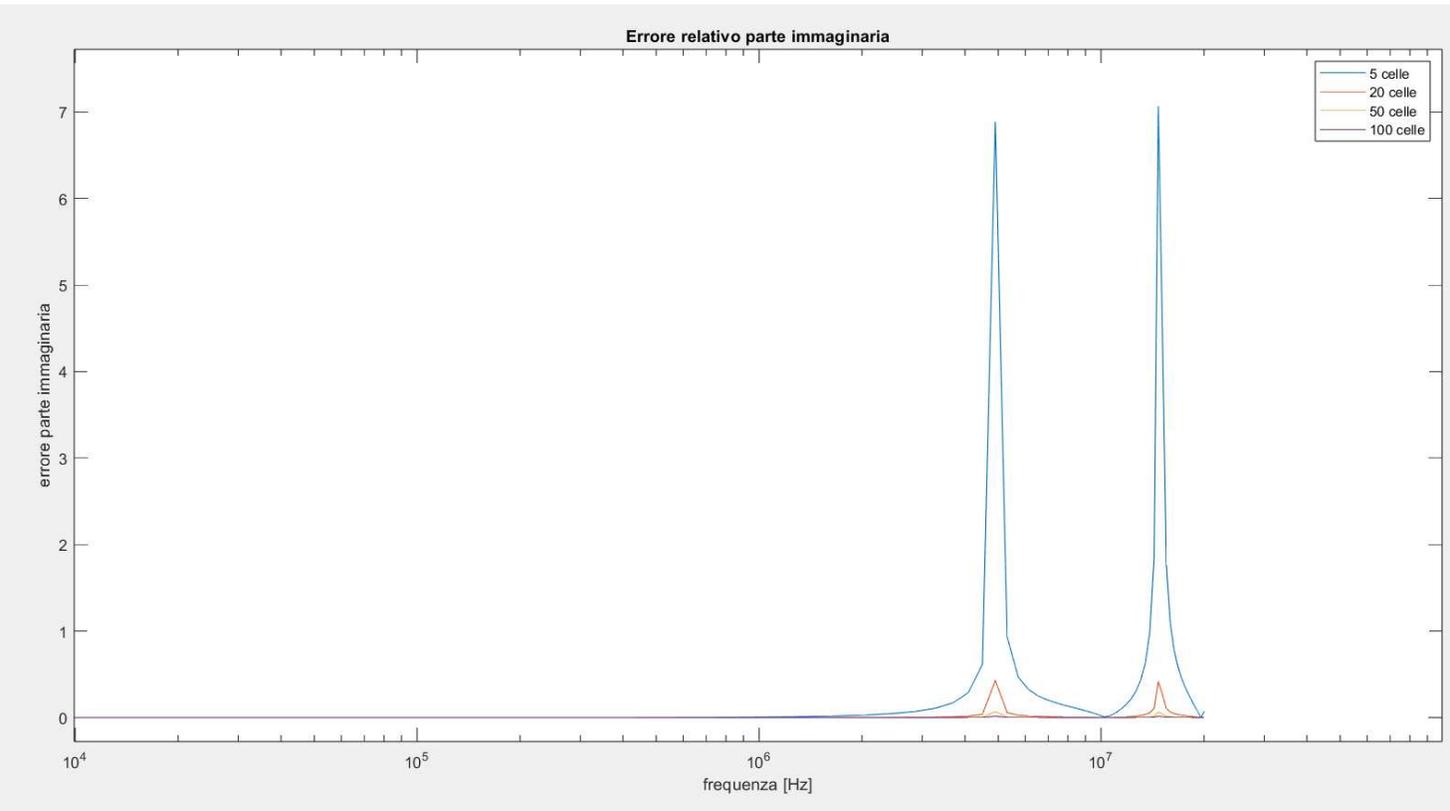


Le simulazioni numeriche sono effettuate su LTspice



Non idealità considerate:

- Induttanza e capacità parassite resistore
- Capacità dell'oscilloscopio
- Induttanza e capacità del cavo: scelta numero di celle Π da utilizzare



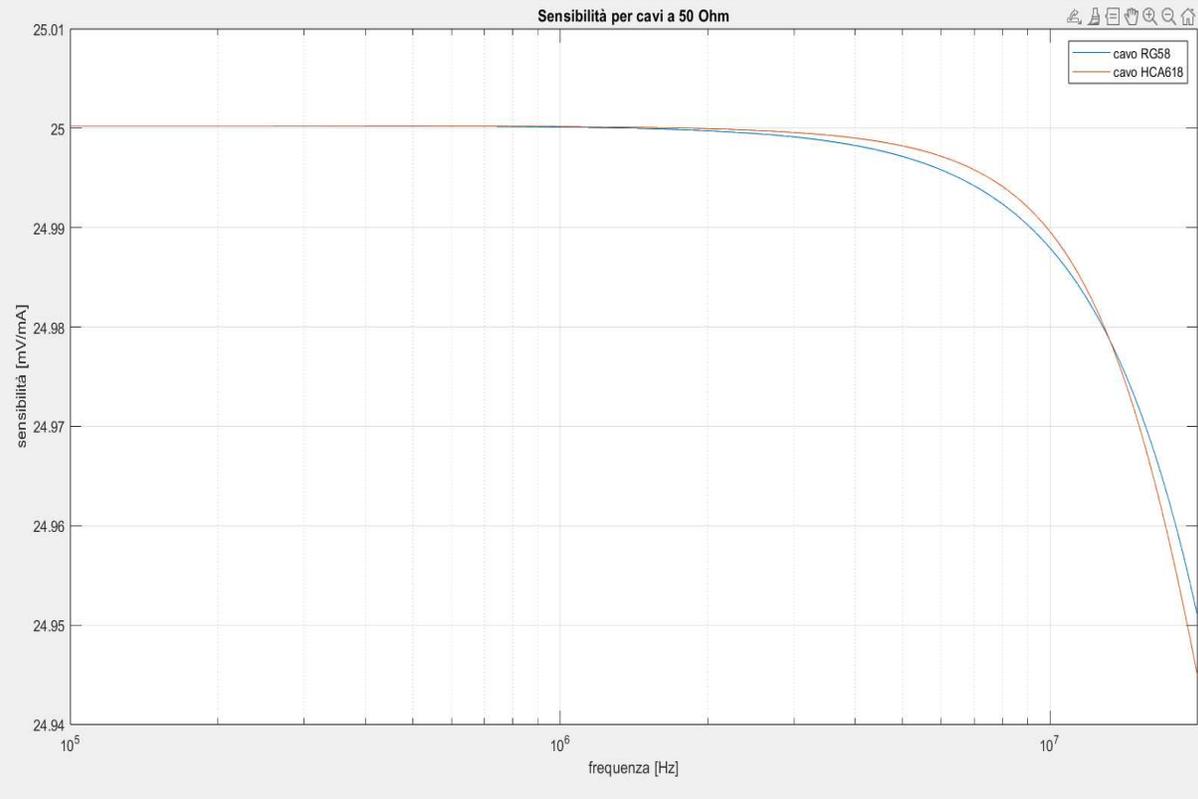
Criteri di scelta:

- Fattibilità di implementazione
- Accuratezza del modello

Su *matlab*, si calcola l'impedenza del cavo e oscilloscopio con 10^7 celle a varie frequenze

Si valuta l'errore di un sistema con un numero fattibile di celle rispetto a questo

Infine, sono state scelte 200 celle. Verranno utilizzate per tutte le analisi in seguito



- Il resistore utilizzato è praticamente ideale
- Si confrontano due cavi: RG58 e HCA618

La sensibilità è

- Costante a basse frequenze
- Diminuisce in modo simile per i due cavi



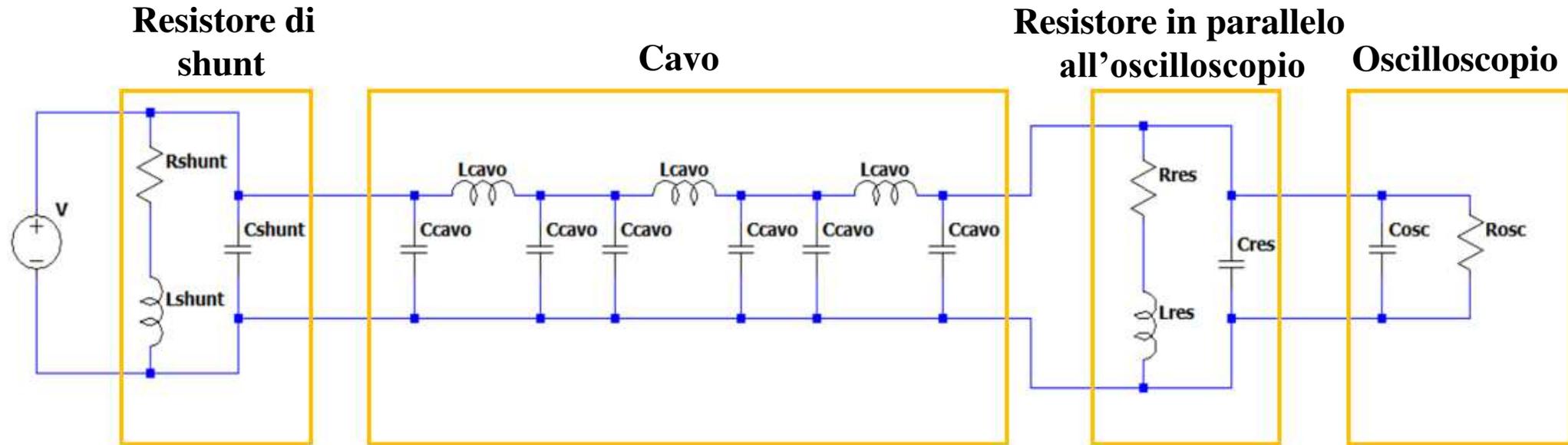
Si valuta la semidispersione rispetto al valore a lf.

Cavo RG58

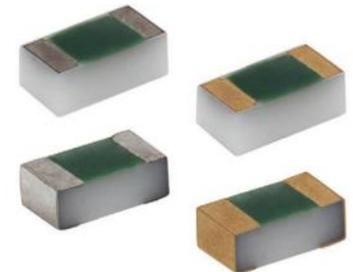


Tenendo conto anche della resistività dei cavi ($R_{RG58} \approx 200 * R_{HCA618}$),
risulta più opportuno il cavo HCA618

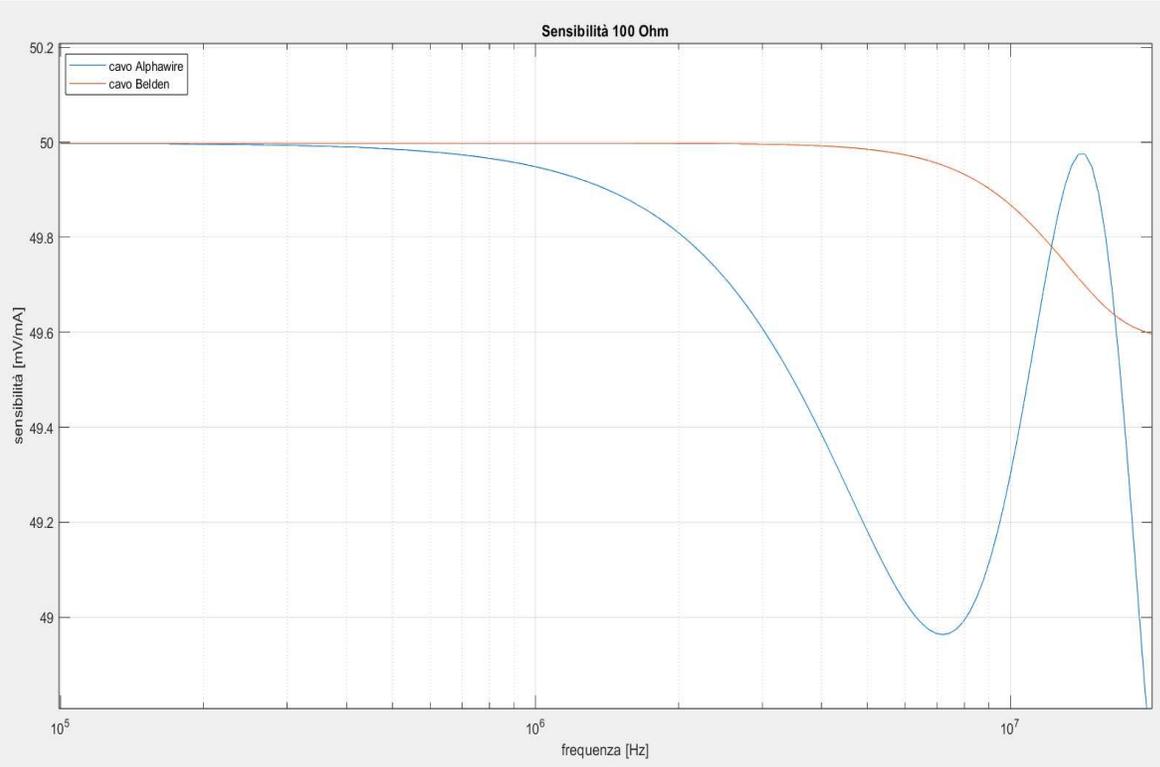
Necessario porre un resistore in parallelo all'oscilloscopio da $1M\Omega$.



Resistori a film sottile



Dato che si vogliono valori di L e C bassi, i due resistori sono dello stesso tipo.



- Costante a basse frequenze
- Effetto L , C di entrambi i resistori trascurabile
- L , C cavo Belden più bassi

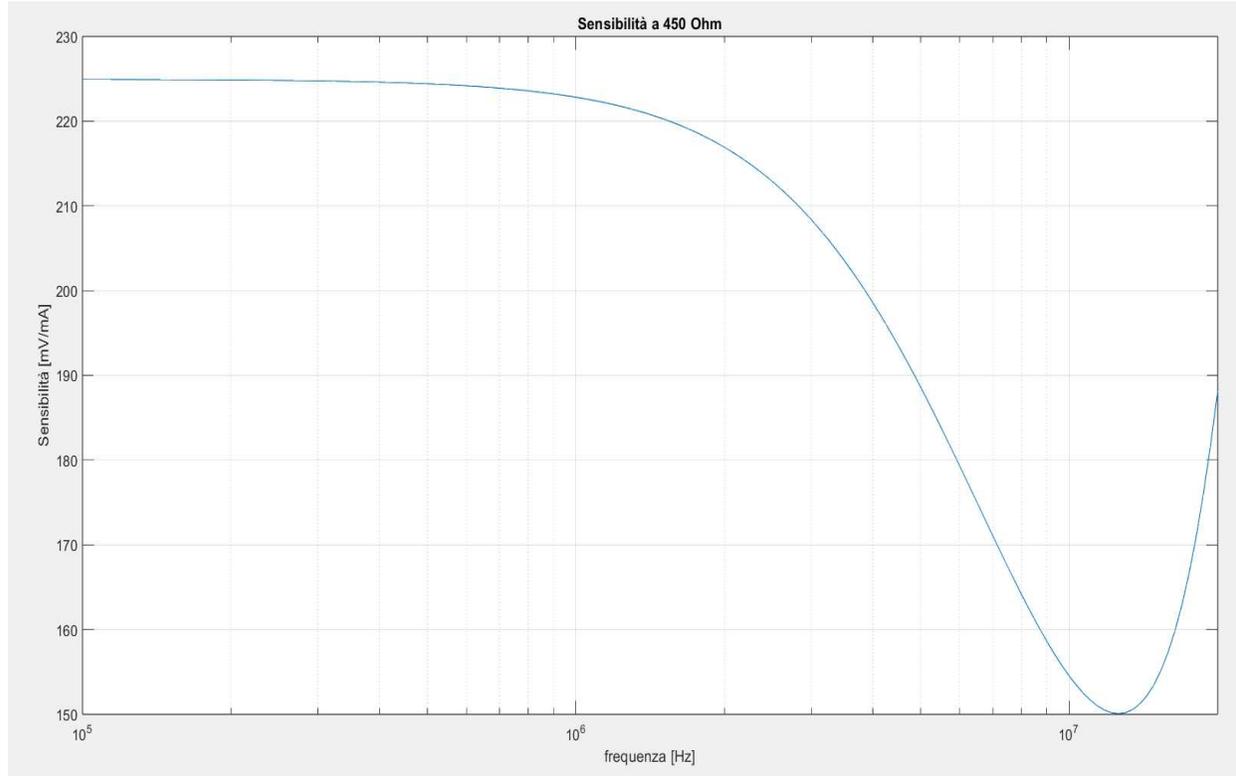


Risulta nettamente migliore la sensibilità col cavo Belden

Interessa misurare anche a frequenze minori di $10^5 Hz$, ma la sensibilità è abbastanza buona da non essere interessante (non viene quindi riportata)

Cavo Belden





Approssimazioni

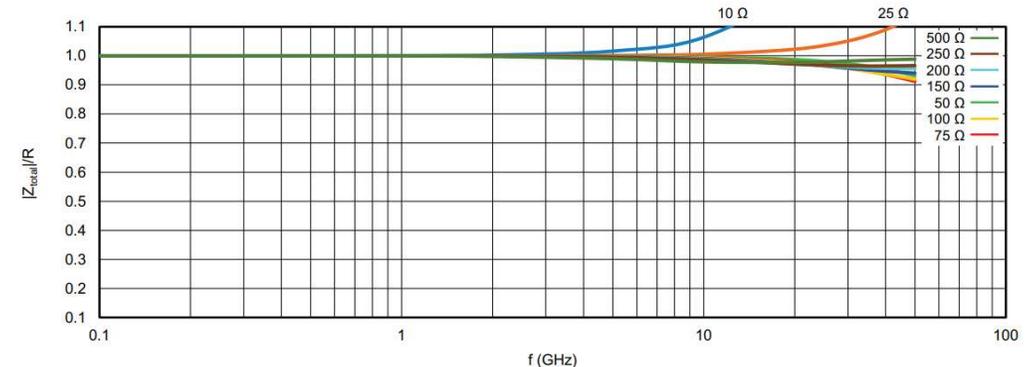
Assenza dei valori di L , C nei datasheet di cavi e resistori
Valori ricavati da un calcolatore e grafici, ma approssimati.

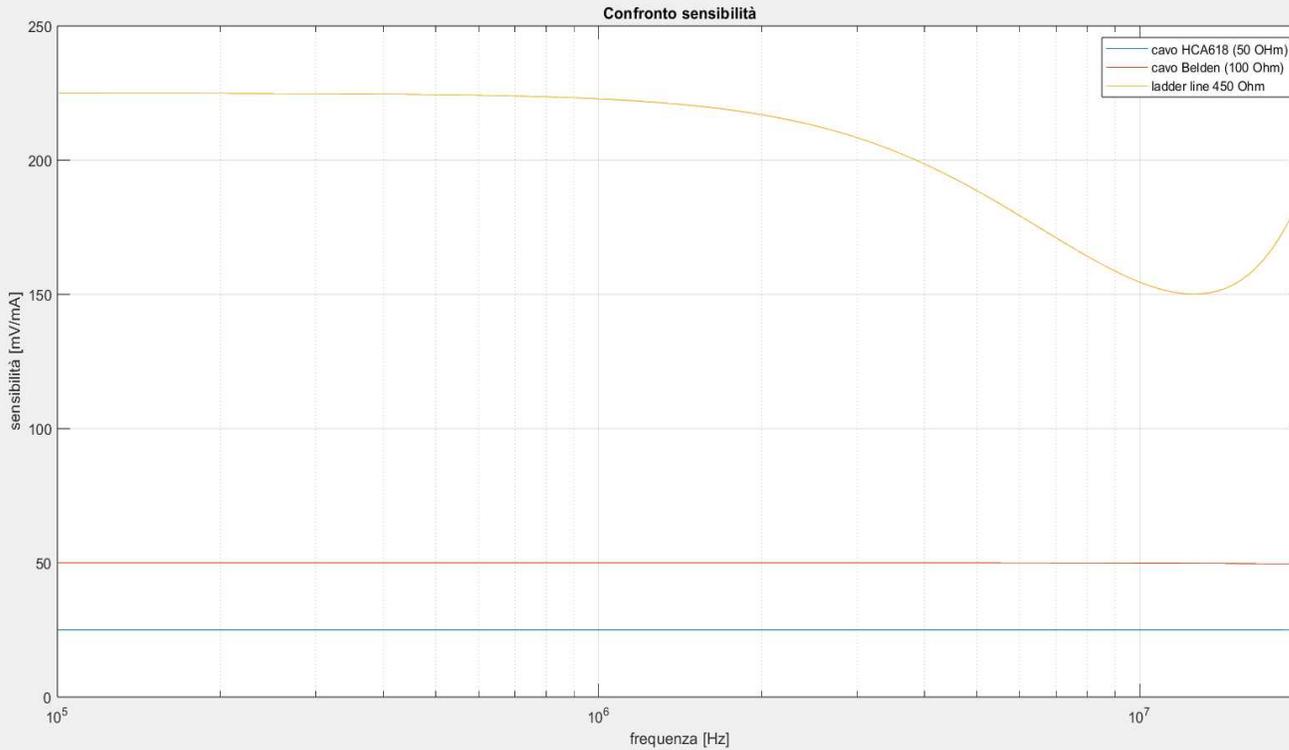
- Sempre costante a $1f$
- Parametri parassiti resistore non trascurabili
- Scostamento maggiore da

Ladder line 450 Ohm



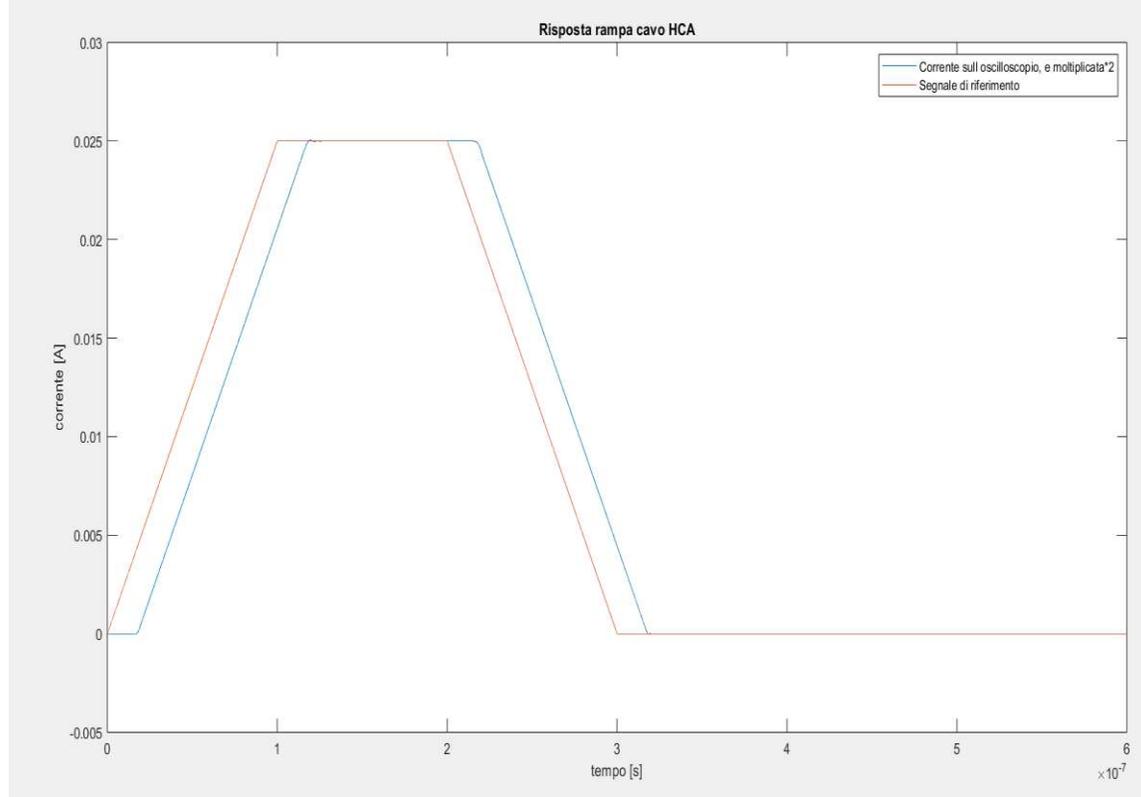
Curva modulo impedenza resistori





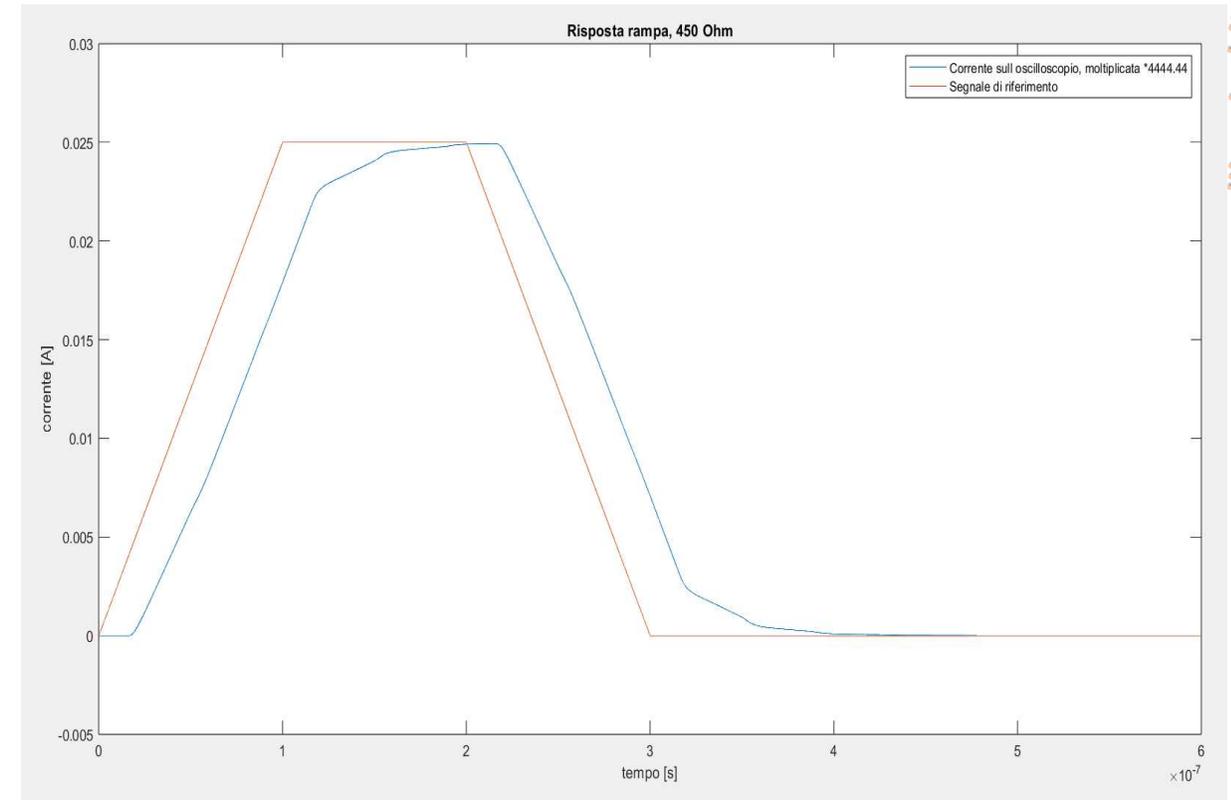
La sensibilità basse frequenze dipende solo dal valore della resistenza del resistore.
I sistemi a 100Ohm e 50 Ohm risentono in modo praticamente nullo dell'aumento della frequenza

Confronto sensibilità per i tre casi, considerando per i 50Ω e 100Ω il cavo migliore



Risposta simile a 50Ohm e 100Ohm

- Ritardo
- Presente piccola oscillazione

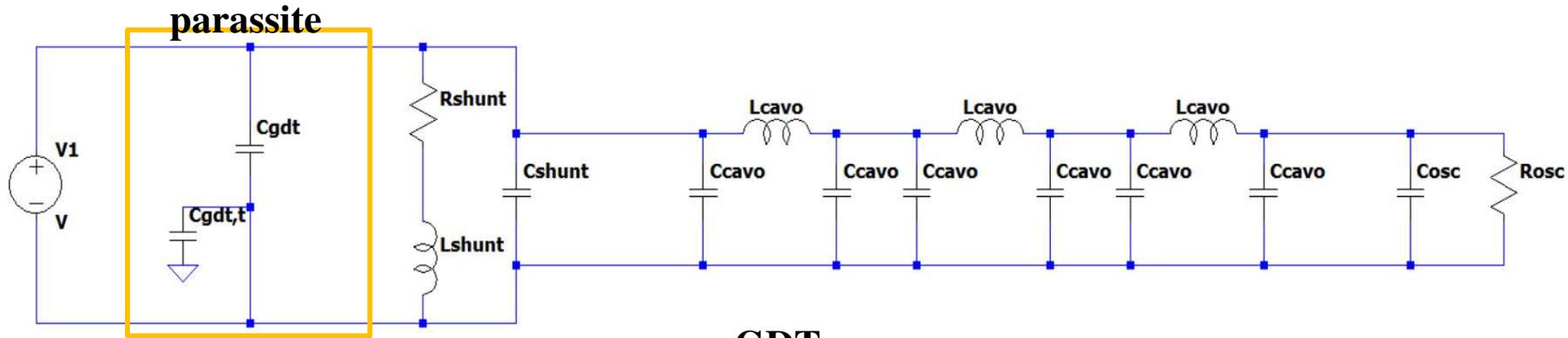


Risposta a 450Ohm

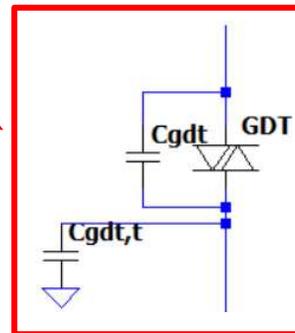
- Ritardo
- Velocità salita non uguale
- Raggiunge il picco per poco
- Tempo più lungo per tornare a 0

Durante il breakdown, si hanno correnti più elevate di quelle che si vogliono misurare nelle microscariche: necessario porre un dispositivo di protezione (GDT).

GDT: capacità



GDT

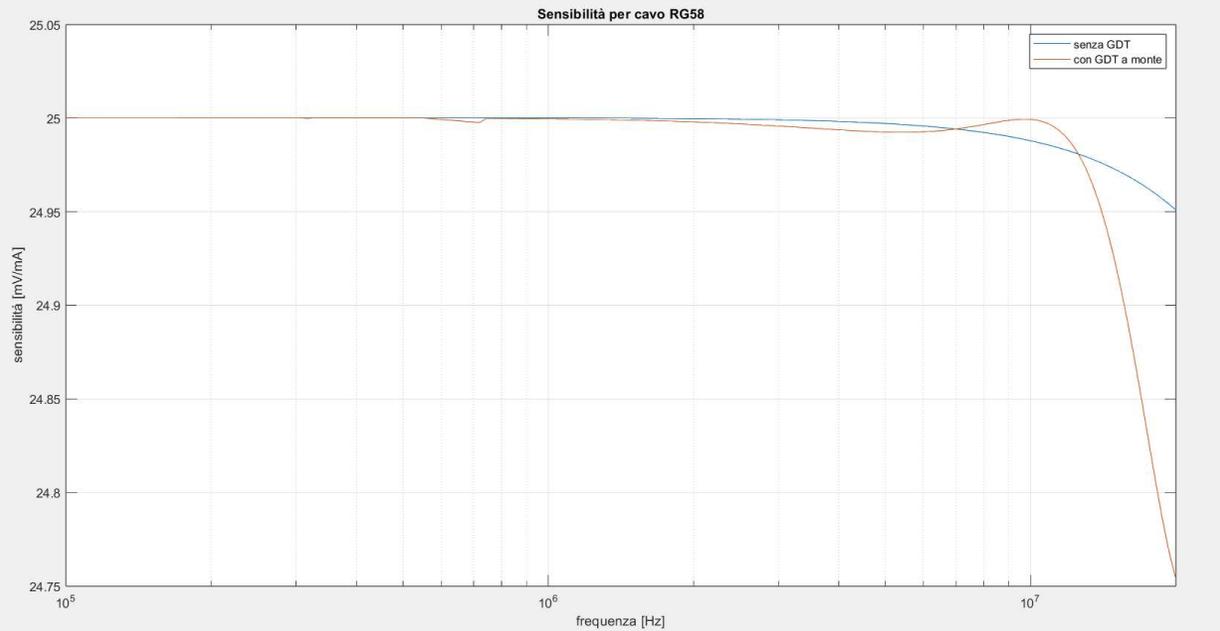


Specifiche desiderate:

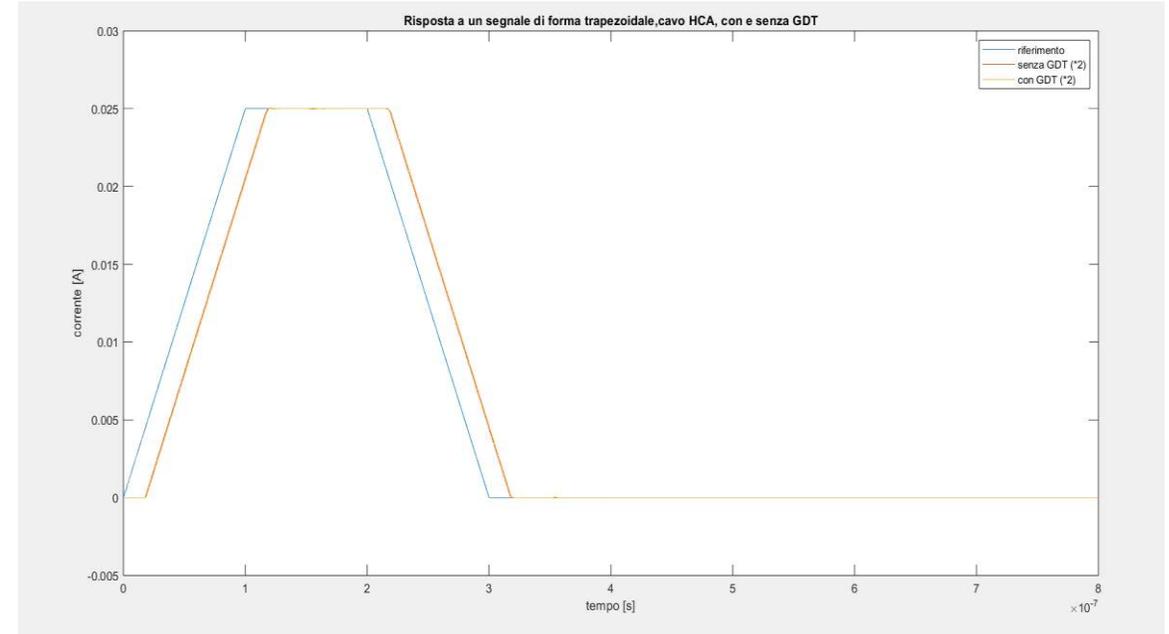
- Deve entrare in conduzione con correnti di ordine superiore ai mA
- Deve lavorare tutte le frequenze di interesse
- Basso valore parametri parassiti (capacità)

GDT HAW569





La sensibilità diminuisce ulteriormente
a alte frequenze.
Aumenta la corrente assorbita
La tensione è invariata.



La risposta alla rampa è sostanzialmente invariata
Introdotta un ritardo appena visibile.

Risposta alla rampa

- Buona a 50Ω e 100Ω .
- Il segnale non viene inseguito altrettanto bene a 450Ω .

Analisi AC sweep

- Sensibilità maggiore a 450Ω .
- Con la stessa impedenza però si hanno maggiori parametri parassiti e dunque variazione della sensibilità maggiore.

Le analisi effettuate non sono esaustive

- Effetto altre non idealità del circuito non considerate
- Dipende dalle specifiche dell'oscilloscopio