

Istruzioni esperienze

- A. Multimetri e Ponte di Wheatstone**
- B. Misure con oscillografo**
- C. Metodo potenziometrico**
- D. Ponti in alternata**

Le esperienze vanno eseguite secondo una procedura stabilita e riportata nella relazione:

1. scopo della misura
2. strumentazione e componentistica utilizzata (tipo, modello, valore, incertezza)
3. Eventuale stima a priori incertezza
4. Esecuzione misure: riportare le operazioni effettuate e i dati raccolti con le incertezze
5. Analisi dati: riportare, a seconda dei casi, i dati in grafico con le incertezze e valutare il parametro richiesto con l'incertezza
6. Commenti finali

N.B. Le relazioni, manoscritte, vanno consegnate entro la settimana successiva alla presa dati.

Multimetri e Ponte di Wheatstone

Scopo: I) verifica legge di Ohm con misure volt-amperometriche su due resistenze e una lampadina,
II) taratura di un potenziometro,
III) misura di resistenze incognite con il metodo del ponte di Wheatstone

Strumentazione e componentistica:

1. Generatore variabile di tensione continua, model AL388, portata 5A/15V, sensibilità 0.2A/0.5V: dispone di 1 manopola che regola la tensione di uscita (boccola **rossa** tensione positiva rispetto alla **nera**)
2. Potenziometro: portata 10 K Ω , sensibilità 0.02 K Ω
3. Resistenza campione $R_c = (1000 \pm 1) \Omega$
4. Due resistenze da misurare: per es. 10 K Ω , 1K Ω con tolleranza indicata(colore), 1/4 W
5. Una lampadina da 3W a 24 V
6. Multimetro digitale Fluke 73: portata 10 A/1000V
come voltmetro, errore linearità (0.7%+1 dgt), come ohmetro, errore linearità (1.0%+2 dgt)
7. Multimetro digitale Goldstar DM-311: portata 10A/1000V
come amperometro (1.0%+2 dgt), voltmetro (0.5%+1 dgt), ohmetro (0.5%+1 dgt, fs 2, 20K Ω)
(0.5%+4dgt), fs 200 Ω)

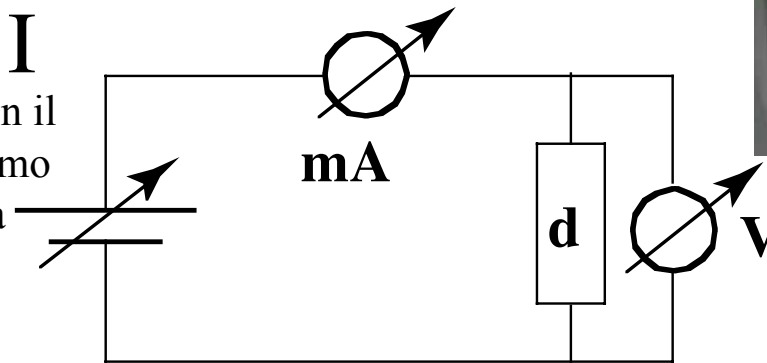
A) 1 parte

Determinare il valore delle resistenze con il multimetro. Determinare il valore massimo di d.d.p. applicabile in base alla potenza delle resistenze.

Stima a priori delle incertezze.

Montare il circuito, facendo attenzione

che gli strumenti siano spenti. Per montare le resistenze in d, utilizzare la scatola con 4 terminali(boccole).



per il voltmetro
collegare **COM** e **V Ω**



per l'amperometro connettere i
terminali **COM**(comune)
e **mA**

(se la I_{\max} è >200 mA collegare **10A**).



Impostare un valore di tensione del generatore (nell'intervallo permesso)
leggere i valori di tensione e corrente nei multimetri.

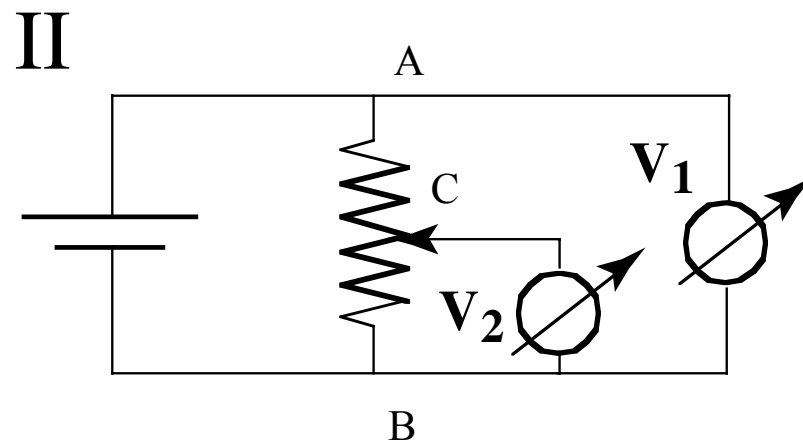
Ripetere le operazioni per 10-15 punti. Costruire una tabella con i valori misurati.

Riportare in grafico le misure con le incertezze e stimare il valore di R.

Ripetere la procedura per la seconda resistenza

Ripetere la procedura per la lampadina (non si superino 15 V ai capi).

A) //



Si monta il circuito e si fissa la d.d.p. del generatore a 10 V.

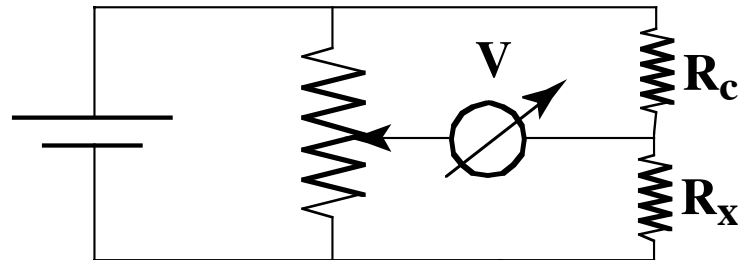
Impostare il potenziometro in posizioni successive nell'intervallo 0-10 (passi di 0.05 oppure 0.1).

Leggere i corrispondenti valori di V_1, V_2 e costruire la tabella del rapporto $q = V_2/V_1$ in funzione del rapporto di partizione del potenziometro.

Riportare in grafico e stimare i parametri della retta.

A) III

III



Si monta il circuito III usando come resistenza incognita una delle due usate nella I parte.
Si fissa la tensione del generatore(es 5 o 10 V).
Si agisce sulla manopola del potenziometro fino a che non si azzeri la lettura del voltmetro.
Si determini la resistenza R_x usando la relazione

$$R_x = R_c \frac{q}{1-q}$$

q rapporto di partizione del potenziometro.

Si confronti il risultato con quello ottenuto misurando direttamente la resistenza.

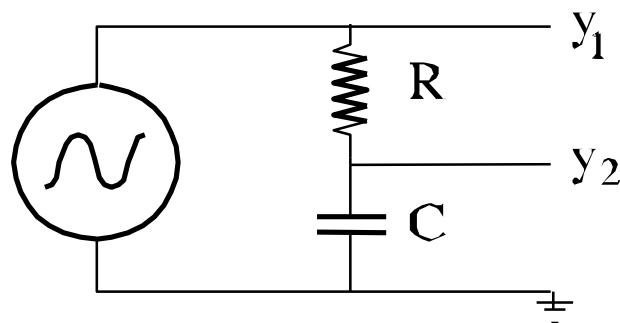
Misure con oscillografo

Scopo: I) Misura di rapporto di ampiezza V_2/V_1 e sfasamento per i due segnali di tensione del circuito I al variare della frequenza.
II) Determinazione della frequenza di risonanza di un circuiti RLC serie e parallelo. Misura, in funzione della frequenza del generatore, del rapporto di ampiezza e dello sfasamento fra i segnali

Strumenti e componenti:

- 1) Generatore di tensione alternata e frequenza variabile Agilent 33120A
- 2) Oscilloscopio Tektronix 2205
errore di taratura 3% per i due canali e la base dei tempi
errore di lettura 1/10 DIV (1 div=1/5 DIV)
- 3) resistenza da 100 Ω , induttanza da 0.9 mH, capacità da 1 μ F

B) I



Si monti il circuito I e si colleghino i punti y_1 e y_2 rispettivamente ai canali 1 e 2 dell'oscilloscopio.

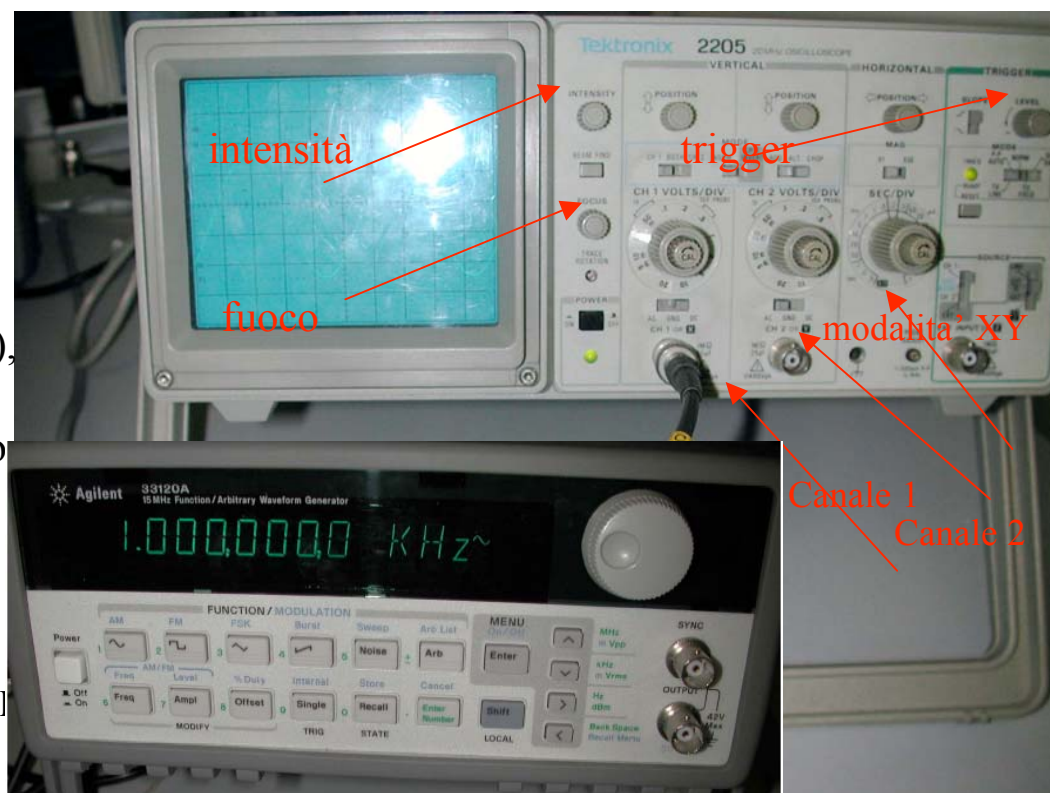
Si misuri il rapporto di ampiezza V_2/V_1 e lo sfasamento $\Delta\phi$ fra i due segnali al variare della frequenza del generatore utilizzando una forma d'onda sinusoidale.

$$\text{sfasamento: } \Delta\phi_{\text{rad}} = \Delta t(\text{misurato}) 2\pi\nu$$

Fissare l'ampiezza del generatore (es. 2 V) e variare la frequenza tra 0 e 20 kHz (passi 1 KHz), leggendo di volta in volta le ampiezze V_1 e V_2 e la differenza temporale collegata allo sfasamento. Riportare in grafico in funzione di ν .

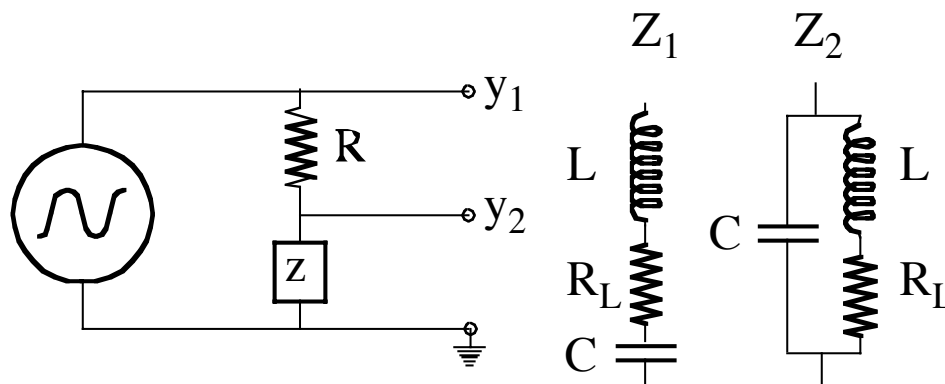
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi\nu RC)^2}}$$

$$\Delta\phi = \arctg(2\pi\nu RC)$$



B) //

II



Si monti il circuito II, utilizzando come impedenza Z il circuito risonante serie (Z_1 , dove R_L e' la resistenza interna dell'induttanza).

Si ponga l'oscilloscopio in modalita' X Y (vedi manopola di regolazione dell'asse X dell'oscilloscopio) e si determini la frequenza di risonanza variando la frequenza del generatore; si trova quando l'ellisse degenera in un segmento.

Si misuri in funzione della frequenza del generatore ($\sim \pm 10$ punti nell'intorno della frequenza di risonanza) il rapporto di ampiezza e lo sfasamento fra i segnali. Riportare in grafico l'andamento.

Si ripeta con il circuito risonante parallelo (Z_2).

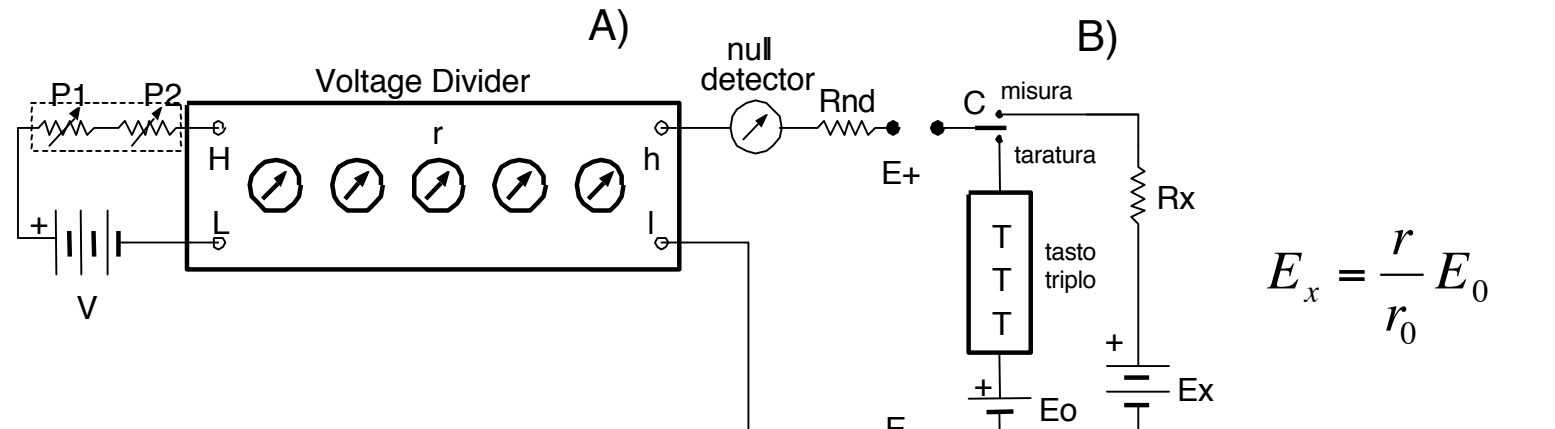
Metodo potenziometrico

Scopo: I) determinazione con il metodo potenziometrico di una fem incognita E_x utilizzando un divisore di tensione, previa taratura con una pila campione.
II) determinazione di una resistenza incognita di piccolo valore

Strumenti e componenti:

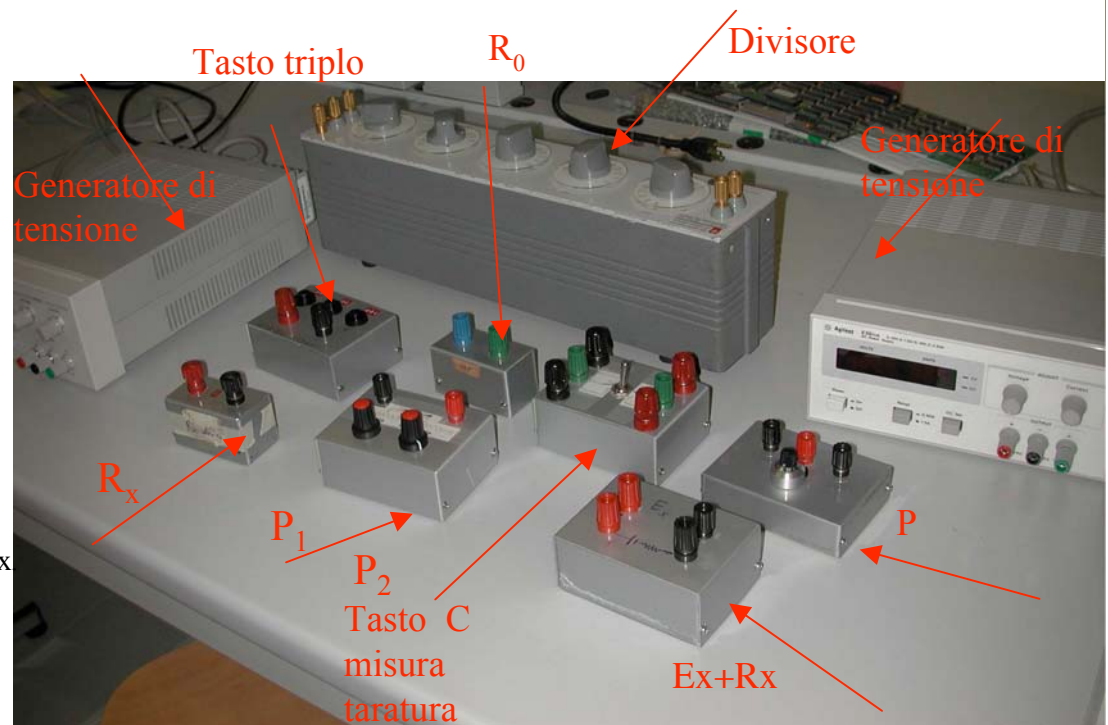
- 1) Divisore di tensione 1455BH (5 decadi)
err. linearità: 20 ppm (0.1 ÷ 1.0), 10 ppm (0.01 ÷ 0.1), 2 ppm (0.001 ÷ 0.01)....
- 2) Due generatori di tensione continua variabile Agilent E3611A
- 3) Reostati P1, P2
- 4) Rivelatore di zero : err. lettura 1/2 div
- 5) Interruttore
- 6) Tasto triplo
- 7) Pila incognita E_x
- 8) Pila campione $E_0 = (1.01863 \pm 10 \text{ ppm}) \text{ V}$
- 9) Reostato P
- 10) Resistenza incognita R_x
- 11) Resistenza nota $R_0 = (1000 \pm 1) \Omega$

C) I



Misura di una d.d.p. E_x

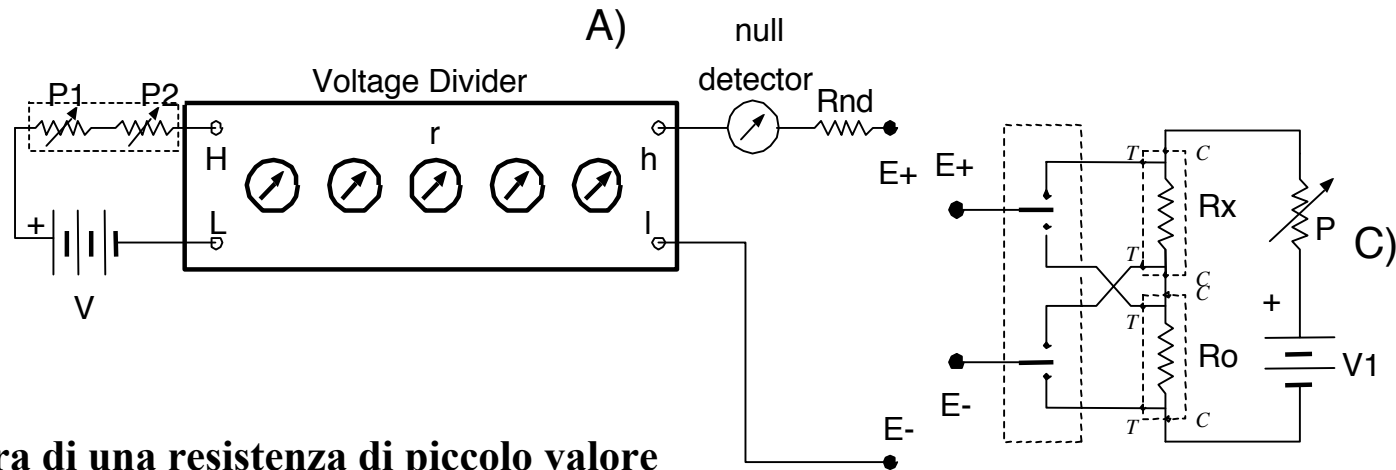
Si tara il divisore impostando un certo r_0 (es. $r_0=0.101864$) e con C in taratura (pila campione $E_0=1.01864$ V inserita) si azzerava il ND agendo su V e sui reostati P_1, P_2 . Si misura la sensibilità, variando r_0 e registrando la deflessione del ND. Si misura quindi E_x con tasto C in misura, cercando lo zero del ND agendo sul valore r del divisore. Dalla relazione precedente si trova E_x . Stimare la sensibilità nella misura E_x . Aggiungere in serie ad E_x una resistenza ~ 100 K Ω in serie ad E_x e si verifichi la necessita' di usare un microvoltmetro



Misuratore di zero



C) II



Misura di una resistenza di piccolo valore

Si misura R_x dal rapporto tra d.d.p misurata ai capi di R_x ed R_0
 Procedere analogamente a quanto fatto per la misura di E_x

$$R_x = R_0 \frac{\Delta V_{R_x}}{\Delta V_{R_0}}$$

Incertezze: **errore linearita' o taratura**, il costruttore da' un errore per ogni decade, tipicamente quello che conta e' quello relativo alla decade piu' significativa non nulla: es. $r=0.9$ quella da 0.1; se e' 30ppm allora per $r=0.9$ e' $\Delta r_{lin} = 3 \cdot 10^{-5}$, poiche' decade 0.1-1.0 $\rightarrow \Delta r/r_{f.s.} = 3 \cdot 10^{-5}/1 = 3 \cdot 10^{-5}$; le decadi piu' piccole danno contributo trascurabile.

errore sensibilita', se uno spostamento Δr ha causato una variazione di n divisioni sul ND e la minima lettura stimata e' 1/2 divisione, l'errore di sensibilita' e'

$$\epsilon_{sens} = \Delta r (0.5/n)$$

Ponti in alternata

Scopo: Misura di una impedenza incognita Z_x costituita da una resistenza R_x e una capacità C_x prima collegate in parallelo(I) e poi resistenza e capacità collegate in serie (II).

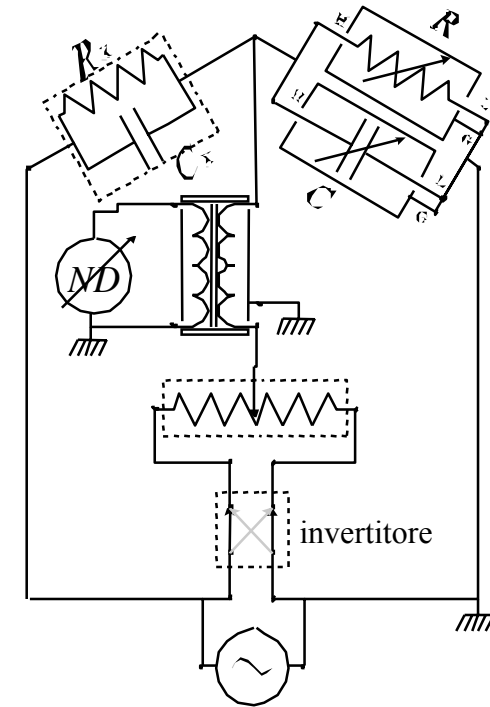
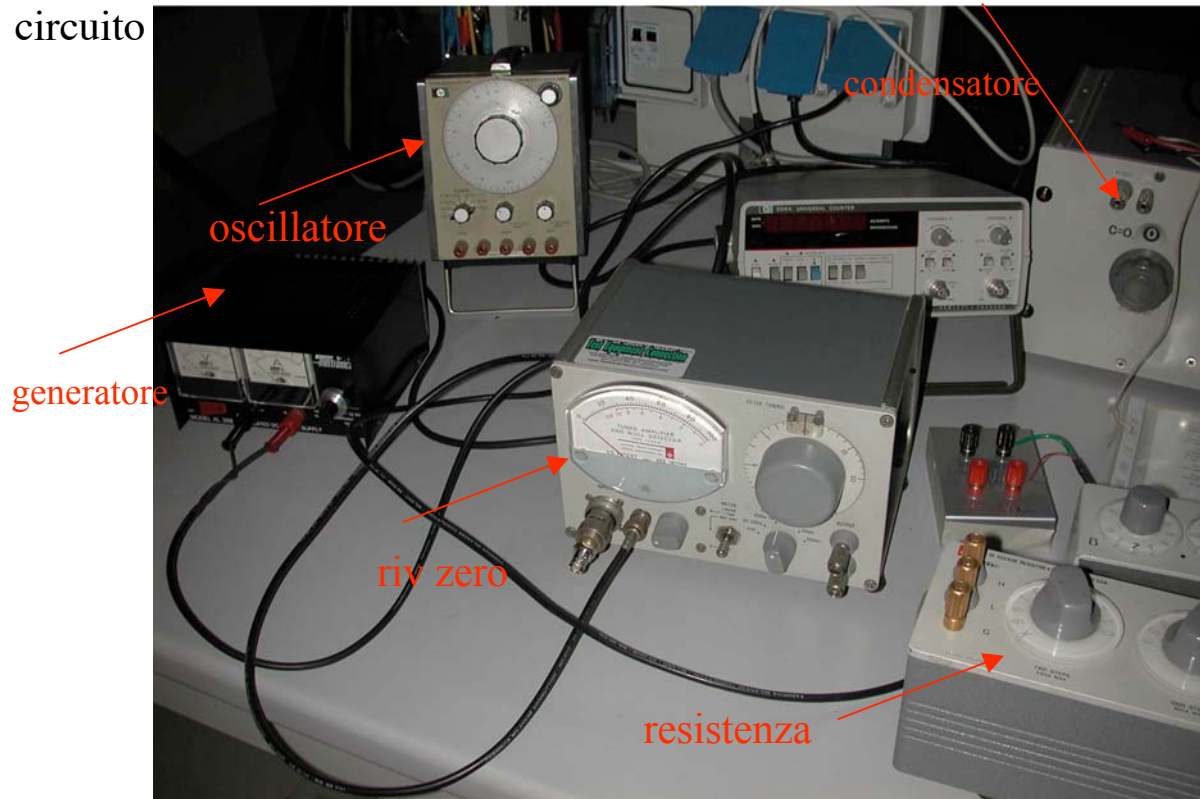
Strumenti e componenti:

- 1) Generatore di tensione alternata impostato a 1 KHz
- 2) Rivelatore di zero tipo 1232 A
- 3) Potenziometro
- 4) Resistenze e capacità incognite
- 5) Cassetta di condensatori a 5 decadi GR 1412BC
errore linearità 0.5%+5 pF su ogni decade
- 6) Cassetta di resistenze a 5 decadi 1434H
errore linearità per decade: 0.05%(1K Ω), 0.05%(100 Ω), 0.08%(10 Ω), 0.3%(1 Ω)...
- 7) Generatore di tensione continua a 12 V
- 8) Trasformatore
- 9) invertitore

D) I

Ponte di De Sauty parallelo

Si monti il ponte di *De Sauty parallelo* utilizzando il potenziometro per formare i due rami resistivi e collegandolo attraverso l'invertitore in modo da poter scambiare la posizione delle resistenze senza dover ricablare il circuito



Acceso il generatore (12 V) e l'alimentatore del rivelatore di zero, si proceda a **sintonizzare** quest'ultimo ruotando la manopola del controllo frequenza fino a ottenere il **massimo** segnale sullo strumento. Si regoli la sensibilità del rivelatore in modo che l'ago sia prossimo al fondo-scala

Fissato il rapporto di partizione del potenziometro (es 0.5), si azzeri il ponte operando alternativamente sulla cassetta di condensatori C e quella di resistenze R. Via via che l'ago del rivelatore scende, si aumenti la sensibilità'.

Rivelatore di zero



· **μvoltmetro in alternata** accordabile in frequenza. Consiste di un amplificatore la cui uscita, trattata opportunamente (per dare una ddp proporzionale al valore efficace della tensione misurata), comanda uno strumento in continua (galv). Guadagno amplificatore (sensibilità) può essere regolato con continuità.

La caratteristica forse più importante è la **sintonizzabilità**: si può massimizzare la risposta per una certa frequenza (oscillatore a 1 KHz), tramite regolazione esterna.

Per far questo occorre, prima di azzerare il ponte,

massimizzare l'indicazione dello strumento agendo sulla sintonia (tuning).

Dopo questo controllo non va più toccato (sintonizzazione indipendente da guadagno).

Il guadagno decresce, allontanandosi dal massimo, abbastanza rapidamente (al 2% alla seconda armonica); si seleziona bene la frequenza di interesse (es. 1 KHz) rimuovendo disturbi a frequenze diverse.

D) / cont.

Si proceda finché è possibile, ossia fino al punto in cui il rivelatore comincia a risentire pesantemente di ogni minima modifica intorno al circuito (movimenti dell'operatore).

Per valutare la sensibilità (vedi note), si determinino gli intervalli di C e R entro i quali non si osserva una crescita apprezzabile del segnale sul rivelatore. Siano C^I e R^I i valori centrali di questo intervallo.



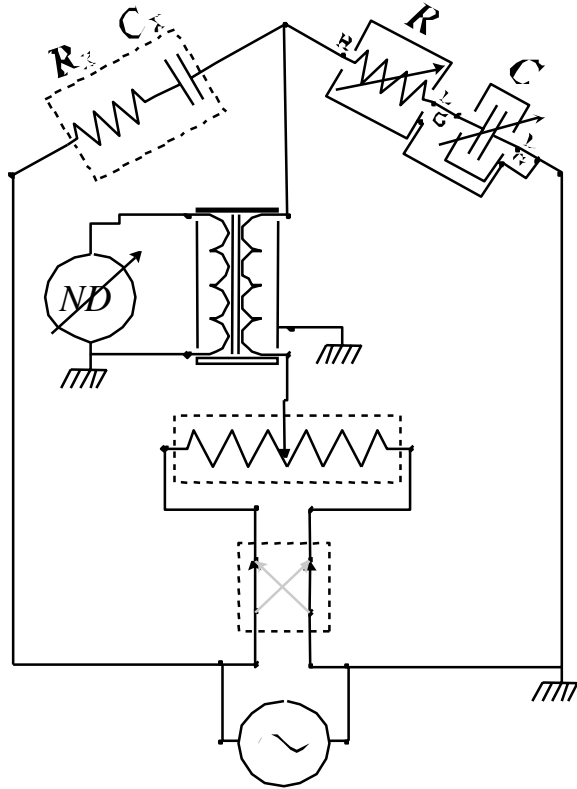
Si scambino le resistenze del potenziometro (invertitore) e si ripeta il procedimento di azzeramento ottenendo i nuovi valori R^{II} e C^{II} . In questo modo non occorre valutare l'incertezza su R_1 e R_2 .

Si determinino i valori di R_x e C_x dalle formule:

$$R_x = \sqrt{(R^I R^{II})} \quad C_x = \sqrt{(C^I C^{II})}$$

Si verifichi l'uguaglianza delle costanti di tempo: $\tau^I = R^I C^I = R^{II} C^{II} = \tau^{II}$.

Eventualmente si ripeta la misura (rapporto partizione potenziometro diverso, es 0.3) per valutarne la riproducibilità.



D) //

Si ripeta il procedimento per il ponte di *De Sauty serie*.

NOTE

Il rivelatore di zero e' alimentato da un alimentatore in corrente continua che *deve rimanere impostato su 12 V*. La cassetta campione di condensatori ha le manopole che ruotano liberamente: arrivati al valore $X(=10)$ se si ruota ulteriormente si torna al valore 0. **La cassetta di resistenze ha invece manopole che ruotano solo nell'intervallo 0-- X : se si va oltre si danneggia la cassetta** (la cosa non e' improbabile, visto che l'operatore manovra non guardando la manopola ma l'ago del rivelatore)! Pertanto, **usare solo due dita per ruotare le manopole e fermarsi appena si sente resistenza**.

Per valutare l'errore di sensibilita' sui campioni basta individuare, alla fine del processo di azzeramento, il campo di valori entro cui la lettura non cresce apprezzabilmente, prendendo come valore il centro dell'intervallo e come errore di sensibilita' la meta' dell'intervallo stesso.