

Nome e Cognome:

 LUN  MAR  GIO

Data:

15

## Auto e mutua induzione

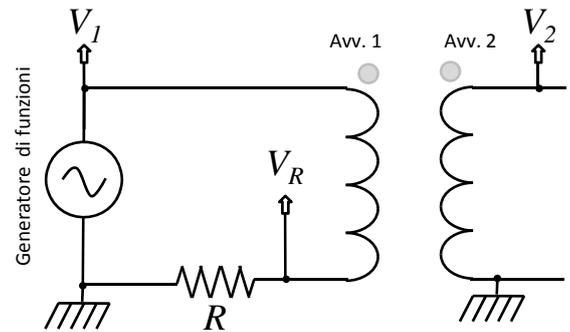
Lo scopo dell'esperienza è di valutare auto e mutua induzione in diversi sistemi di avvolgimenti e diverse configurazioni, di volta in volta indicate nei riquadri tratteggiati.

I due avvolgimenti considerati nelle varie fasi dell'esperienza saranno nel seguito indicati come Avv. 1 e Avv. 2; i sistemi di avvolgimenti devono essere alimentati con il generatore di funzioni (onda alternata sinusoidale, frequenza  $f$  dell'ordine del kHz, o un po' inferiore). La resistenza  $R$  indicata negli schemi vale 33 ohm (nominali) e va misurata con il tester. Tutte le resistenze interne si assumono avere effetti trascurabili (anche se non è del tutto vero....).

$f =$ [     ]	$R =$ [     ]
---------------	---------------

(a) **Avv. 1 = avv. esterno di una bobina**  
**Avv. 2 = avv. interno della stessa bobina**

1. Montate lo schema di figura. Verificate sperimentalmente che alla frequenza  $f$  scelta la componente resistiva del circuito 1 sia trascurabile rispetto a quella reattiva ( $R \ll \omega L$ ). Suggerimento: misurate lo sfasamento tra  $V_I$  e  $V_R$  e confrontatene il valore con quello atteso nell'approssimazione. Scrivete le vostre considerazioni, i commenti e i risultati della misura nel riquadro.



Verifica sperimentale di quanto richiesto, spiegazione del metodo, risultati e commenti:

2. Determinate, nell'approssimazione sopra specificata e verificata sperimentalmente, la relazione attesa tra le ampiezze (o ampiezze picco-picco) dei segnali  $V_I$  e  $V_R$  con l'autoinduttanza  $L_I$  di Avv. 1. Quindi determinate il valore  $L_{ext} = L_I$  sulla base delle misure dirette di  $V_I$ ,  $V_R$  (e  $R$  e  $f$  che entrano anche loro nella relazione attesa).

misure dirette	$V_I =$ [     ]	$V_R =$ [     ]
	relazione attesa	dalle misure
	$L_{I,att} =$	$L_{ext} =$ [     ]

3. Determinate, sempre nella stessa approssimazione, la relazione attesa tra le ampiezze (o ampiezze picco-picco) dei segnali  $V_2$  e  $V_R$  con la mutua induttanza  $M$  tra Avv. 1 e Avv. 2. Quindi determinatene il valore sulla base delle misure dirette di  $V_2$ ,  $V_R$  (e  $R$  e  $f$  che entrano anche loro nella relazione attesa).

misure dirette	$V_2 =$ [     ]	$V_R =$ [     ]
	relazione attesa	dalle misure
	$M_{att} =$	$M =$ [     ]

(b) **Avv. 1 = avv. interno della bobina**  
**Avv. 2 = avv. esterno della stessa bobina**

4. Scambiate Avv. 1 con Avv. 2 e ripetete le stesse misure dei punti 2. e 3. allo scopo di determinare l'autoinduttanza  $L_{int} = L_I$  e la mutua induttanza  $M'$  tra Avv. 2 e Avv. 1.

misure dirette	$V_I =$ [     ]	$V_R =$ [     ]	secondario aperto
	$V_2 =$ [     ]	$V_R =$ [     ]	oscilloscopio collegato al secondario
	$L_{int} =$ [     ]	$M' =$ [     ]	

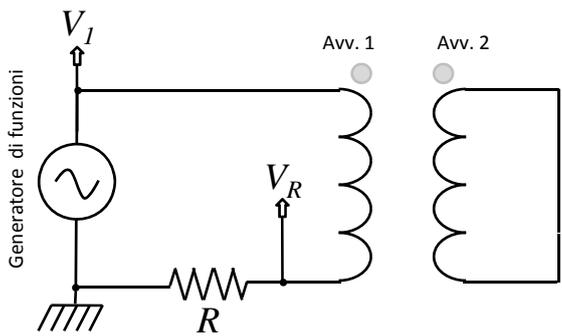
5. Commentate nel riquadro sulla congruenza dei valori di mutua induttanza  $M$  e  $M'$  sopra determinati. Inoltre valutate il coefficiente di accoppiamento  $k$ .

15

Congruenza tra i valori di mutua induttanza determinati nelle due configurazioni (se c'è, o no!):

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} =$$

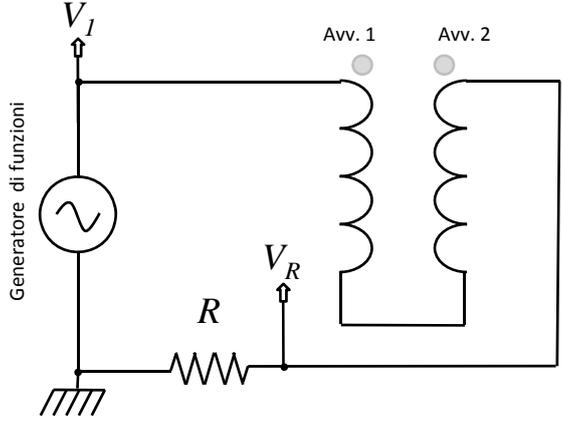
6. Mantenendo la stessa scelta di avvolgimenti di cui al riquadro tratteggiato (b), cortocircuitate l'Avv. 2 come nello schema qui sotto. Scrivete, usando sempre le solite approssimazioni, l'espressione attesa per l'induttanza  $L'_{I,att}$  di Avv. 1 con Avv. 2 cortocircuitato. Tale espressione deve tenere in debito conto della mutua induzione valutata al punto 4., o, se preferite, del coefficiente di accoppiamento valutato al punto 5., e della induttanza  $L_{int}$  valutata al punto 4.. Quindi, impiegando lo stesso metodo sviluppato al punto 2., determinate  $L'_I$  a partire dalla misura di  $V_I$  e  $V_R$  (e di  $f$  e  $R$  che già conoscete). Verificate infine la congruenza tra la misura e il valore atteso (commentate a proposito nel riquadro).



misure dirette	$V_I =$ [ ]	$V_R =$ [ ]
	dalle misure	
	$L'_{I,att} =$	$L'_I =$ [ ]

Congruenza tra misura e valore atteso:

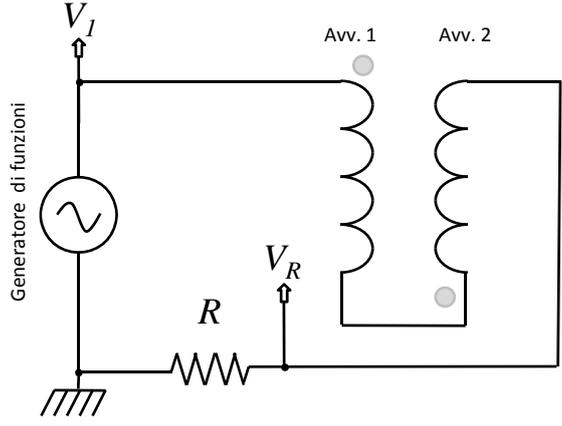
7. Modificate il circuito secondo quanto indicato nello schema qui sotto, che prevede il collegamento in serie dei due avvolgimenti. Scrivete, usando sempre le solite approssimazioni, l'espressione attesa per l'induttanza  $L_S$  della serie di Avv. 1 e Avv. 2. Tale espressione deve tenere in debito conto della mutua induzione valutata al punto 4.. Quindi, impiegando sempre il metodo sviluppato al punto 2., determinate  $L_S$  a partire dalla misura di  $V_I$  e  $V_R$  (e di  $f$  e  $R$  che già conoscete). Verificate infine la congruenza tra la misura e il valore atteso (commentate a proposito nel riquadro).



misure dirette	$V_I =$ [ ]	$V_R =$ [ ]
	dalle misure	
	$L_{s,att} =$	$L_S =$ [ ]

Congruenza tra misura e valore atteso:

8. Ripetete il punto 6. invertendo il senso di percorrenza della corrente in Avv. 2: qui si vuole che le correnti abbiano versi opposti nei due avvolgimenti, e questo è segnalato nello schema dalla posizione del pallino grigio vicino ad Avv. 2. Determinate l'espressione attesa e il valore dell'autoinduttanza della serie,  $L'_S$ , in queste condizioni,



misure dirette	$V_I =$ [ ]	$V_R =$ [ ]
	dalle misure	
	$L'_{s,att} =$	$L'_S =$ [ ]

Congruenza tra misura e valore atteso:

Nome e Cognome:

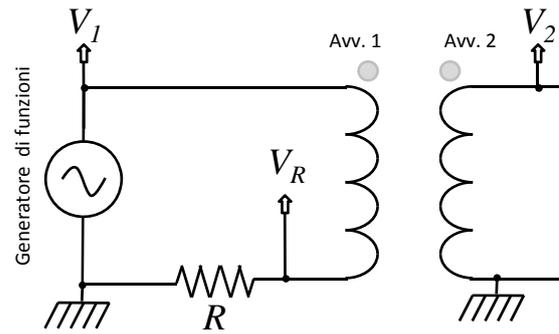
LUN MAR GIO

Data:

15'

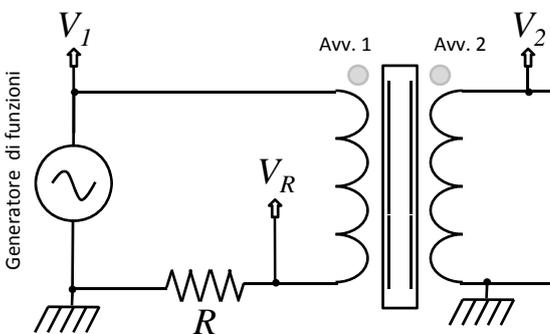
(c) **Avv. 1 = una bobina con avvolgimenti in serie**  
**Avv. 2 = l'altra bobina con avvolgimenti in serie**

9. Da qui in avanti dovete usare le due bobine disponibili sul banco, ognuna delle quali dovrà avere i propri avvolgimenti in serie tra loro. Le due bobine devono essere poste in modo da essere coassiali, con le “facce” parallele e con gli involucri a contatto, così da avere un ragionevole accoppiamento induttivo. Potete supporre che tutte le approssimazioni usate in precedenza siano ancora valide, senza necessità di verifica. Lo schema di riferimento, qui ripetuto per comodità, è quello del punto 1. (Avv. 2 aperto), mentre il metodo da impiegare è quello sviluppato ai punti 2. e 3.. Usando tale metodo, determinate il valore dell'autoinduttanza della bobina  $L_{bob}$  e la mutua induttanza tra le due bobine,  $M_{bob}$ .



misure dirette	$V_1 =$ [ ]	$V_R =$ [ ]	secondario aperto
	$V_2 =$ [ ]	$V_R =$ [ ]	oscilloscopio collegato al secondario
	$L_{bob} =$ [ ]	$M_{bob} =$ [ ]	dalle misure

10. Ripetete le misure del punto 9. dopo aver infilato un nucleo di ferro laminato (tante lamine di ferro avvitate fra loro) nella cavità centrale delle bobine: lo stesso nucleo deve attraversare le due bobine! La presenza del nucleo è indicata nello schema qui sotto: non c'è nessun altro cambiamento circuitale rispetto allo schema precedente. Determinate il valore dell'autoinduttanza della bobina  $L_{lam}$  e la mutua induttanza tra le due bobine,  $M_{lam}$  in questa nuova configurazione. Commentate il risultato nel riquadro: potete anche stimare il coefficiente di accoppiamento  $k_{bob,lam}$  della configurazione supponendo, come ragionevole, che le due bobine abbiano la stessa autoinduttanza, e confrontarlo con quello stimato allo stesso modo per la configurazione precedente (senza nucleo di ferro laminato).



misure dirette	$V_1 =$ [ ]	$V_R =$ [ ]	secondario aperto
	$V_2 =$ [ ]	$V_R =$ [ ]	oscilloscopio collegato al secondario
	$L_{lam} =$ [ ]	$M_{lam} =$ [ ]	dalle misure

Commenti qualitativi sulle differenze nei valori di auto e mutua induttanza con e senza il ferro ed eventuale confronto tra i coefficienti di accoppiamento:

15'

11. Facoltativo: ripetete il punto 10. usando stavolta un nucleo di ferro pieno (un quadrello), determinando auto e mutua induttanza,  $L_{pie}$ ,  $M_{pie}$ , che si hanno in questa configurazione. Commentate in particolare sulle eventuali differenze con i valori ottenuti usando il nucleo laminato e cercate di trovarne un'interpretazione qualitativa.

misure dirette	$V_I =$ [ ]	$V_R =$ [ ] secondario aperto
	$V_2 =$ [ ]	$V_R =$ [ ] oscilloscopio collegato al secondario
	$L_{pie} =$ [ ] dalle misure	$M_{pie} =$ [ ] dalle misure

Commenti sulle differenze tra uso del nucleo di ferro laminato e pieno e interpretazione (qualitativa):

Spazio per eventuali commenti riassuntivi sull'esperienza (per esempio, potreste riportare ordinati per valori crescenti le  $L$  e le  $M$  trovate nei vari sistemi di avvolgimenti considerati, e commentare se quanto trovato è in generale accordo con quanto vi aspettavate, o no):