

COGNOME (*stampatello*): \_\_\_\_\_ Nome (*stampatello*): \_\_\_\_\_Laurea-anno: FIS-2°

Matr. e firma \_\_\_\_\_

Punteggi: pre-compito=8 Es.1=7 Es.2=5 Es.3=6 Es.4=7 TOT=33

N.B. Occorre saper svolgere tutti gli esercizi per poter consegnare il compito (con un esercizio mancante o sostanzialmente non svolto non si deve consegnare). I compiti consegnati e corretti che evidenzieranno un risultato gravemente insufficiente, o comunque gravi lacune nella preparazione, potranno comportare il salto dell'appello successivo. Occorre motivare tutte le risposte date e indicare i passaggi risolutivi.

L'ordine logico-formale e la buona leggibilità delle risposte fornite costituiranno elemento di valutazione.

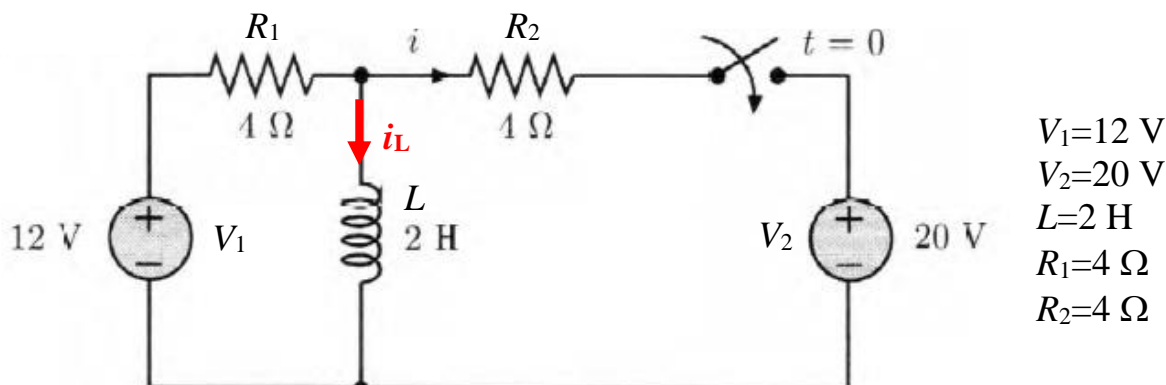
## COMPITO

(25 min)

### Esercizio 1

(svolgere su questo foglio e sul retro)

- 1) Il circuito mostrato in figura si trova a regime per  $t=0^-$  e al tempo  $t=0$  viene chiuso l'interruttore.



- 1A) Risolvere il transitorio del circuito individuando l'espressione, analitica e numerica, per la corrente  $i(t)$  mostrata in figura (nel resistore  $R_2$  e con il verso indicato), ricavando in particolare il valore iniziale e il valore finale per tale corrente  $i(t)$  dopo la chiusura dell'interruttore.

- 1B) Disegnare il grafico della corrente  $i_L(t)$  nell'induttore (con verso dall'alto in basso) e ricavare l'energia immagazzinata nell'elemento reattivo al tempo  $t=2 \text{ s}$ .

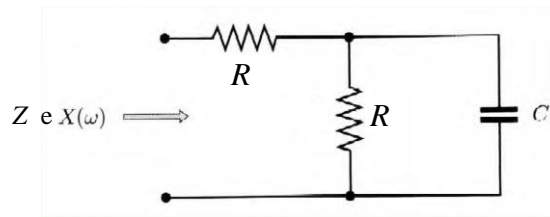
- 1C) Per misurare la tensione ai capi del resistore  $R_2$ , i suoi due morsetti vengono collegati a un amplificatore operazionale in configurazione differenziale con guadagno  $G=5 \times 10^{-3}$ . Si disegni il circuito risultante per questa misura e si ricavi la tensione misurata in uscita quando il circuito è a regime.

(20 min)

### Esercizio 2

(svolgere su questo foglio e sul retro)

2) Il circuito in figura opera in regime alternato sinusoidale con pulsazione  $\omega$ , inizialmente incognita.



2A) Si ricavi l'espressione analitica per l'impedenza  $Z$  vista ai due morsetti indicati, evidenziandone la parte reale e la parte immaginaria.

2B) Supponendo  $\omega=1$  krad/s e  $R=1$  k $\Omega$  e  $C=1$   $\mu$ F, si calcoli la reattanza  $X(\omega)$  dell'impedenza  $Z$ .

2C) Al medesimo circuito mostrato in figura, sempre con  $R=1$  k $\Omega$  e  $C=1$   $\mu$ F, si applica un generatore di tensione di rete europeo ( $f=50$  Hz e ampiezza efficace 220 V). Si dimensioni l'impedenza d'uscita  $Z_G$  del generatore per ottenere il massimo trasferimento di potenza verso il circuito ("carico"  $Z_L$ ).

(25 min)

### Esercizio 3

(svolgere su questo foglio e sul retro)

3A) Misuriamo 10 volte il valore di capacità di un condensatore, ottenendo i seguenti valori in picofarad: 1.03, 1.04, 0.94, 0.91, 1.11, 0.89, 1.12, 0.97, 1.03, 0.96.

Si ricavi la miglior stima del valore di capacità  $C$  e la sua incertezza relativa.

3B) La formula che descrive la capacità di un condensatore in funzione delle sue dimensioni fisiche è:

$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d}$ , dove  $\varepsilon_0$  ed  $\varepsilon_r$  sono rispettivamente la costante dielettrica del vuoto e la costante dielettrica relativa del materiale dielettrico,  $S$  è l'area delle piastre, e  $d$  la loro distanza.

La superficie  $S$  misura  $1 \text{ mm}^2$  con incertezza estesa del 10 % (dato fornito dal costruttore con confidenza al 95 %) mentre la distanza è  $d=45 \text{ }\mu\text{m}$ , misurata con risoluzione  $1 \text{ }\mu\text{m}$ .

La costante dielettrica del vuoto è  $\varepsilon_0 = 8.8542 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ , nota con incertezza trascurabile.

Si ricavi il valore di misura della costante dielettrica relativa  $\varepsilon_r$  del dielettrico e la sua incertezza tipo.

3C) Una misura indipendente della costante dielettrica dello stesso materiale ha fornito come risultato  $\varepsilon_r = 4.40(40)$ . Si discuta la compatibilità tra le 2 misure.

3D) Si ricavi la miglior stima della costante dielettrica relativa  $\varepsilon_r$  e la sua incertezza, assoluta e relativa.

(25 min)

#### Esercizio 4

(svolgere su questo foglio e sul retro)

4) Con un oscilloscopio digitale (200 MHz, 2 canali) si vuole caratterizzare in frequenza un filtro passa-basso a singolo polo, con banda passante 2 MHz. Per effettuare la misura si utilizza un generatore di funzioni (sinusoidi) con ampiezza di picco di 1 V, frequenza variabile tra 100 kHz e 1 GHz, con sovrapposta una tensione continua (*offset*). L'*offset* è instabile e varia "lentamente" tra  $\pm 0.5$  V fluttuando su tempi dell'ordine dei minuti.

4A) Che cosa limita la massima frequenza acquisibile da un oscilloscopio digitale?

4B) Descrivere la modalità di misura, con impostazioni e scale da scegliere per l'oscilloscopio a seconda delle diverse misure effettuate.

4C) Si desidera misurare anche lo sfasamento indotto dal filtro alla frequenza nominale del polo (frequenza di taglio). Si descriva la misura, indicando tutte le impostazioni dello strumento utili a visualizzare i segnali di misura e riportando la schermata corrispondente dell'oscilloscopio.

4D) Se il filtro da caratterizzare avesse invece una banda passante di 200 MHz, si potrebbe ancora effettuare la misura? Che cosa cambierebbe?

