

# ESPERIMENTAZIONI II A

Considerazioni sul compito del 17 dicembre 2007

---

1. Quasi tutti gli studenti hanno risolto correttamente la prima parte, che peraltro era già stata trattata a lezione. Va notato che molti hanno risolto l'equazione differenziale con il metodo secondo cui l'equazione  $y' = a(x)y + b(x)$  si può risolvere nella forma  $y = e^{A(x)} [k + B(x)]$ . Questo metodo è perfettamente valido e, per le equazioni del primo ordine, più generale di quello proposto a lezione, ma nel caso di equazioni lineari a coefficienti costanti è più rapido e facile trovare la soluzione come somma della soluzione generale dell'omogenea associata e di una soluzione particolare. Quindi, si consiglia vivamente di studiare e provare anche questo metodo.

Nella seconda parte dell'esercizio si è verificato, nonostante i miei chiari avvertimenti, quello che temevo: di fronte a un problema con qualche elemento di novità, invece che procedere con maggior cautela e controllare con attenzione le proprie congetture, molti studenti si sono lanciati allo sbaraglio dimenticando qualsiasi verifica di quello che facevano. Ogni risultato, anche parziale e modesto, purché corretto, viene valutato positivamente, ma affermazioni contrarie ai principi della fisica e/o palesemente assurde non possono che essere considerate molto negativamente: in diversi casi questi errori hanno condannato all'insufficienza compiti che, se l'argomento non fosse stato trattato (male), sarebbero stati accettabili.

Gli errori concettuali più diffusi sono stati

- a) considerare cariche uguali in ogni istante sui due condensatori. Questo è ovviamente assurdo, dato che almeno all'istante iniziale esse sono divise e la resistenza permette il passaggio di una corrente finita (e, in ogni caso, l'equilibrio si raggiunge quando si equilibrano le cadute di potenziale, non le cariche).
- b) Alcuni hanno disegnato il grafico dell'andamento, nel primo tratto, come un esponenziale crescente, ossia con la concavità rivolta verso l'alto. Uno sprazzo momentaneo di attività neuronica basta a capire che questo è assurdo: se l'andamento fosse questo, in assenza di spostamento del deviatore la tensione sul condensatore andrebbe ad infinito, mentre ovviamente non può superare quella del generatore che lo sta caricando.
- c) Qualcuno ha invocato, del tutto correttamente, il principio della conservazione della carica, ma l'ha applicato in modo errato, supponendo che la carica totale sui due condensatori dovesse essere nulla, invece che rimanere pari alla carica su  $C_1$  nel momento in cui si sposta il deviatore.
- d) Qualche studente ha trovato come tensioni asintotiche sui due condensatori due valori diversi e li ha riportati senza battere ciglio. Anche questo è del tutto assurdo: infatti in condizioni asintotiche la corrente dovrà essere necessariamente nulla, altrimenti si avrebbe una dissipazione illimitata di energia, mentre l'energia a disposizione è solo quella immagazzinata nel primo condensatore quando si sposta il deviatore. Se la corrente è nulla i due capi della resistenza devono essere allo stesso potenziale. Questa considerazione, unita a quella sulla conservazione della carica, portava a determinare la tensione finale dei condensatori senza bisogno di risolvere equazioni differenziali.

Di nuovo si evidenzia la mancanza di abitudine a controllare passo a passo quello che si sta facendo. L'ho ripetuto molte volte a lezione ma non mi stanco a dirlo ancora: quasi sempre la differenza fra un lavoro eseguito bene e una totale porcheria non sta nel non aver commesso errori, ma nell'aver corretto via via quelli che erano stati fatti.

**2** In questa domanda non c'è stata una grande recrudescenza di errori concettuali. Tuttavia molti candidati sono riusciti a complicarsi la vita da soli.



*Léon Charles Thévenin*

Prima di tutto, parecchi hanno risolto il problema circuitale impostando un sistema di tre equazioni in tre incognite. Nel caso specifico, fortunatamente, non era troppo più complicato di altri metodi e la cosa non è stata pesata in modo negativo. Comunque, di fronte a un problema del genere, la strategia più conveniente è vedere se si riesce a semplificarlo utilizzando, anche ripetutamente il teorema di Thévenin. Questo metodo, oltre a risultare più spedito in diverse situazioni, ha anche il vantaggio che consente una migliore comprensione qualitativa di quello che avviene nel circuito. Se qualche studente credesse di poter evitare di approfondire l'applicazione del teorema, pensando di poter usare comunque gli altri metodi di risoluzione circuitale, sarà bene che si rassegni: il teorema di Thévenin è uno strumento fondamentale e si applica così spesso che, anche a parte l'utilità per la carriera successiva, è ben difficile superare l'esame del corso senza saperlo utilizzare correttamente e speditamente.

Un'altra complicazione inutile è stata il fatto che alcuni candidati hanno dimostrato, o cercato di dimostrare, la proprietà relativa al massimo trasferimento di potenza utilizzando le espressioni particolari e complicate del circuito specifico. Era stato detto che sarebbe stato accettato di citare la proprietà senza dimostrarla, ma, volendolo fare, era infinitamente più conveniente farlo in generale, considerando una resistenza interna e una esterna generiche. Su questo punto qualcuno potrebbe essere stato titubante, in base alla considerazione che il teorema di Thévenin è legato alla linearità del circuito, mentre la potenza non è una grandezza lineare. Lo scrupolo però non è giustificato, dato che il teorema si usa solo per calcolare la corrente che circola nella resistenza esterna, con risultato evidentemente corretto, e che per mezzo di questa si determina poi, indipendentemente dal teorema, la potenza dissipata. Non sarebbe stato invece corretto usare il teorema per determinare la potenza dissipata *dentro* la parte di circuito schematizzata per mezzo di esso.

A margine, va anche notato che nel vademecum era stata richiesta un minimo di correttezza linguistica, per cui non è stato apprezzato chi ha scritto “applico Thévenin” invece che “applico il teorema di ...”.

**3** Anche in questa domanda non si sono segnalati errori concettuali ricorrenti. Alcuni studenti non hanno capito che la potenza massima si calcolava semplicemente come  $1/2 C V_{C0}^2$ , dove  $V_{C0}$  è banalmente l'ampiezza della tensione sinusoidale ai capi del condensatore; altri non hanno capito che occorreva prima scrivere la potenza massima e poi minimizzarla in funzione dei parametri del secondo generatore.

Inoltre anche in questo caso molti non hanno svolto i calcoli in modo da minimizzarne la complicazione:

diversi, ad esempio, hanno indicato inizialmente le impedenze dei vari dispositivi in modo generico, senza scriverne l'espressione estesa (ossia, ad esempio,  $Z_c$  invece di  $j/\omega C$ ) ma hanno lasciato separate le impedenze di  $R_2$  e  $L$ , che era più semplice raggruppare in un'unica impedenza.

In generale, infine

- Diversi studenti hanno scritto i calcoli numerici senza indicare correttamente le unità di misura di ogni elemento delle espressioni. Questa pratica è fondamentale per un controllo dimensionale, e si può soprassedere solo nei casi in cui si tratti di un banale rapporto fra grandezze omogenee per dimensione e unità. Questa mancanza d'attenzione in diversi casi ha portato a errori pesanti di dimensioni.
- Nonostante quanto scritto nel testo e energicamente richiamato a voce, diversi studenti hanno ancora ceduto alla tentazione di eseguire i calcoli numerici di ogni singola espressione trovata, prima di essere arrivati alle formule risolutive. Si tratta di una pratica assolutamente non conveniente, da cui occorre liberarsi prima possibile.