

DOMANDE DI TEORIA TDC

REGIME STAZIONARIO

1. Corrente elettrica

- a. Definizione di corrente elettrica.
- b. Densità di corrente elettrica: espressione nel caso di cariche di segno opposto.
- c. Relazione fra corrente elettrica e densità di corrente elettrica nel caso dei conduttori filiformi.
- d. Legge di continuità: scrivere cosa afferma (ipotesi e relazioni).
- e. Scrivere cosa si intende per "campo di corrente solenoidale".

2. Corrente elettrica

- a. Definizione di corrente elettrica.
- b. Scrivere cosa afferma la legge di continuità nel caso generale di grandezze che variano nel tempo.
- c. Scrivere cosa afferma la legge di continuità nel caso di grandezze costanti nel tempo.
- d. Legge di continuità: scrivere cosa afferma (ipotesi e relazioni).
- e. Conduttore in quiete percorso da corrente nel caso di grandezze costanti nel tempo: presentare il modello e le relazioni che portano ad affermare che il conduttore costituisce un tubo di flusso per il vettore densità di corrente.

3. Leggi di Ohm e di Joule e resistività

- a. Legge di Ohm (circuito di misura, resistenza elettrica).
- b. Effetto Joule e bilancio energetico per un tratto di cilindro: relazioni.
- c. Scrivere la relazione fra resistenza e resistività per un tratto di conduttore cilindrico.
- d. Scrivere la relazione che esprime come varia la resistività in funzione della temperatura.

4. Equazioni topologiche indipendenti

- a. Sistemi di equazioni LKT indipendenti per un grafo connesso: scrivere come si procede per individuare sistemi di equazioni LKT indipendenti tra loro e quante equazioni indipendenti si scrivono.
- b. Sistemi di equazioni LKC indipendenti per un grafo connesso: scrivere come si procede per individuare sistemi di equazioni LKC indipendenti tra loro e quante equazioni indipendenti si scrivono.
- c. Grafo non connesso costituito da p parti: scrivere quante equazioni indipendenti si ottengono dalle LKT.
- d. Grafo non connesso costituito da p parti: scrivere quante equazioni indipendenti si ottengono dalle LKC.

5. Potenza elettrica scambiata dai componenti elettrici

- a. Relazione della potenza elettrica istantanea scambiata ad una porta.
- b. Potenza elettrica scambiata da un m-bipolo.
- c. Potenza elettrica scambiata da un n-polo.
- d. Lavoro elettrico scambiato ad una porta elettrica.
- e. Definizione di bipolo passivo.

6. Componenti elettrici

- a. Diodo a semiconduttore: simbolo (con riferimenti) e caratteristica statica esterna (associata ai riferimenti indicati). Caratteristica statica esterna nel caso del diodo ideale.
- b. Generatore lineare di tensione a regime stazionario (con E ed R costanti, entrambi maggiori di zero): schema circuitale (con riferimenti), espressione della relazione tensione-corrente (associata ai riferimenti indicati) e corrispondente caratteristica statica esterna.
- c. Deviatore: simbolo e descrizione del suo funzionamento.

7. Tensione elettrica e differenza di potenziale

- a. Definizione di tensione.
- b. Riferimenti per la tensione: scrivere che significato hanno i "pedici ordinati" e i segni "*" e "-".
- c. Ricavare, partendo dalla definizione, ricavare la relazione che esprime che la tensione elettrica è il lavoro elettrico specifico svolto dal campo elettrico.
- d. Scrivere la relazione fra la differenza di potenziale ed il campo elettrostatico, indicando anche le proprietà del campo elettrostatico che viene utilizzata per tale relazione.

8. Con riferimento ad una rete di bipoli il cui corrispondente grafo è connesso, si indichi con l il numero dei lati e con n il numero dei nodi. Scrivere per tale situazione:

- a. la definizione del concetto di maglia.
- b. la definizione del concetto di insieme di taglio.
- c. la definizione del concetto di albero e scrivere il numero di lati di ogni suo albero.
- d. la definizione del concetto di coalbero e scrivere il numero di lati di ogni suo coalbero.

9. Scrivere la definizione dei seguenti concetti di topologia delle reti elettriche:

- a. grafo;
- b. maglia;
- c. anello;
- d. insieme di taglio;
- e. albero;
- f. coalbero.

10. Rete costituita da generatori ideali di tensione, generatori ideali di corrente, resistori ideali e doppi bipoli ideali inerti di ordine zero in regime stazionario

- a. Enunciato dei teoremi dei generatori equivalenti (Thevenin/Norton) per tale rete (in cui sono presenti anche doppi bipoli ideali inerti di ordine zero).
- b. Dimostrazione dei teoremi dei generatori equivalenti (Thevenin/Norton) per tale rete (in cui sono presenti anche doppi bipoli ideali inerti di ordine zero): giustificare i passaggi, scrivere le relazioni e disegnare gli schemi delle reti che si ottengono procedendo nella dimostrazione. Nota: non è richiesto di presentare le due modalità per calcolare la resistenza equivalente.

11. Enunciato del Teorema di Norton per una rete lineare di bipoli a regime stazionario

- a. Disegnare la rete e lo schema equivalente, riportando l'indicazione dei riferimenti adottati.
- b. Specificare il significato dei parametri dello schema equivalente (si precisa che per la conduttanza equivalente ci sono due modalità per determinarla).
- c. Con riferimento allo schema equivalente, scrivere l'espressione della relazione tensione-corrente (associata ai riferimenti indicati) e disegnare la corrispondente caratteristica statica esterna.

12. Enunciato del Teorema di Thevenin per una rete lineare di bipoli lineari a regime stazionario

- a. Enunciato del teorema: disegnare la rete e lo schema equivalente, riportando l'indicazione dei riferimenti adottati; specificare il significato dei parametri dello schema equivalente (si precisa che per la resistenza equivalente ci sono due modalità per descriverla). Nota: con riferimento allo schema equivalente, non è richiesto di disegnare la corrispondente caratteristica statica esterna.
- b. Dimostrazione del teorema: giustificare i passaggi, scrivere le relazioni e disegnare gli schemi delle reti che si ottengono procedendo nella dimostrazione.

13. Generatore di Tensione Pilotato in Tensione (GTPT)

- a. Disegnare il simbolo circuitale (con i riferimenti) del GTPT.
- b. Scrivere le due relazioni costitutive che caratterizzano il GTPT.
- c. Scrivere quale rappresentazione fra le sei possibili rappresentazioni di un doppio bipolo ideale inerte di ordine zero viene utilizzata nelle due relazioni costitutive precedenti. Calcolare inoltre i valori dei quattro parametri di tale rappresentazione nel caso specifico del GTPT.

14. Generatore di Corrente Pilotato in Tensione (GCPT)

- a. Disegnare il simbolo circuitale (con i riferimenti) del GCPT.
- b. Scrivere le due relazioni costitutive che caratterizzano il GCPT.
- c. Scrivere le relazioni in forma generale con i simboli dei quattro parametri della rappresentazione (fra le sei possibili rappresentazioni di un doppio bipolo ideale inerte di ordine zero) che viene utilizzata nelle due relazioni costitutive del GCPT. Calcolare inoltre i valori dei quattro parametri di tale rappresentazione nel caso specifico del GCPT.

15. Generatore di Tensione Pilotato in Corrente (GTPC)

- a. Disegnare il simbolo circuitale (con i riferimenti) del GTPC.
- b. Scrivere le due relazioni costitutive che caratterizzano il GTPC.
- c. Scrivere le relazioni in forma generale con i simboli dei quattro parametri della rappresentazione (fra le sei possibili rappresentazioni di un doppio bipolo ideale inerte di ordine zero) che viene utilizzata nelle due relazioni costitutive del GTPC.

16. Generatore di Corrente Pilotato in Corrente (GCPC)

- a. Disegnare il simbolo circuitale (con i riferimenti) del GCPC.
- b. Scrivere le due relazioni costitutive che caratterizzano il GCPC.
- c. Scrivere le relazioni in forma generale con i simboli dei quattro parametri della rappresentazione (fra le sei possibili rappresentazioni di un doppio bipolo ideale inerte di ordine zero) che viene utilizzata nelle due relazioni costitutive del GCPC. Calcolare i valori dei quattro parametri di tale rappresentazione nel caso specifico del GCPC.

17. Generatori pilotati

- a. Scrivere cos'è un generatore pilotato (in generale).
- b. Per ciascuno dei quattro casi di generatori pilotati lineari (GTPT, GTPC, GCPT, GCPC) si chiede di disegnare il simbolo circuitale (con i riferimenti) e di scrivere le relazioni costitutive che caratterizzano ciascun generatore pilotato (è equivalente la scrittura in forma di sistema o in forma matriciale) con i simboli specifici. Non è richiesto di specificare altro, oltre alle due relazioni.

18. Generatori elettrici

- a. Definizione di forza elettrica specifica generatrice.
- b. Definizione di forza elettromotrice.
- c. Comportamento a vuoto: scrivere la relazione che esprime la condizione di equilibrio punto per punto nel generatore elettrochimico e da essa ricavare la relazione per il bipolo generatore fra tensione a vuoto e forza elettromotrice.
- d. Comportamento a carico: scrivere la relazione tra tensione e corrente (in cui è presente la resistenza interna del generatore).

19. A regime stazionario, bipoli in parallelo e generatore lineare di corrente

- a. Parallelo di due bipoli generici a regime stazionario: scrivere quando due bipoli generici sono considerati in serie e derivare per via grafica la caratteristica statica esterna del bipolo equivalente serie a partire dalle caratteristiche statiche esterne di due bipoli generici connessi in parallelo.
- b. Generatore lineare di corrente a regime stazionario (con J ed R costanti, entrambi maggiori di zero): disegno dello schema circuitale (con riferimenti), scrittura dell'espressione della relazione tensione-corrente (associata ai riferimenti indicati) e disegno della corrispondente caratteristica statica esterna.

20. Trasformatore ideale

- a. Simbolo e relazioni.
- b. Matrici di rappresentazione: rappresentazioni possibili; tipologia di rappresentazione suggerita dalle relazioni e sua scrittura sia con i simboli generali che con i valori specifici del caso in esame.
- c. Prima rappresentazione di trasmissione.
- d. Proprietà del trasformatore ideale.

21. Bipoli in serie

- a. Serie di due bipoli generici: disegno della serie dei due bipoli, riferimenti, relazioni, derivazione per via grafica della caratteristica statica esterna del bipolo equivalente serie a partire dalle caratteristiche statiche esterne dei due bipoli generici connessi in serie.
- b. Serie di un generatore ideale di tensione e di un resistore ideale: disegno della serie dei due bipoli, riferimenti, relazioni, derivazione per via grafica della caratteristica statica esterna del bipolo equivalente serie a partire dalle caratteristiche statiche esterne del generatore ideale di tensione e del resistore ideale connessi in serie.

22. Bipoli in parallelo

- a. Parallelo di due bipoli generici: disegno del parallelo dei due bipoli, riferimenti, relazioni, derivazione per via grafica della caratteristica statica esterna del bipolo equivalente parallelo a partire dalle caratteristiche statiche esterne dei due bipoli generici connessi in parallelo.
- b. Parallelo di un generatore ideale di corrente e di un resistore ideale: disegno del parallelo dei due bipoli, riferimenti, relazioni, derivazione per via grafica della caratteristica statica esterna del bipolo equivalente parallelo a partire dalle caratteristiche statiche esterne del generatore ideale di corrente e del resistore ideale connessi in parallelo.

23. Doppio bipolo ideale inerte di ordine zero

- a. Per ciascuna delle sei rappresentazioni di un doppio bipolo ideale inerte di ordine zero (rappresentazione controllata in corrente, rappresentazione controllata in tensione, prima rappresentazione ibrida, seconda rappresentazione ibrida, prima rappresentazione di trasmissione, seconda rappresentazione di trasmissione) scrivere le relazioni costitutive che caratterizzano ciascuna rappresentazione (è equivalente la scrittura in forma di sistema o in forma matriciale), con i relativi simboli specifici per i quattro parametri presenti in ciascuna delle sei rappresentazioni.

24. Bipolo induttore ideale

- a. Scrivere il simbolo (con i riferimenti) e scrivere la relazione costitutiva sia in forma differenziale che in forma integrale.
- b. Scrivere la relazione dell'energia immagazzinata; ricavare tale relazione a partire dalla formula del lavoro elettrico entrante, considerando le situazioni che portano al risultato.
- c. Scrivere quale grandezza è detta variabile di stato dell'induttore e scrivere perché è detta variabile di stato dell'induttore.

25. Bipolo condensatore ideale

- a. Disegnare il simbolo (con i riferimenti) e scrivere l'equazione costitutiva sia in forma differenziale che in forma integrale.
- b. Definire l'energia immagazzinata; ricavare la relazione che lega lavoro elettrico entrante ed energia immagazzinata in fase di carica.
- c. Dire quale grandezza elettrica è variabile di stato per il condensatore, indicandone la motivazione.

REGIME SINUSOIDALE

25. Resistore ideale passivo ($R > 0$) in regime sinusoidale convenzionato da utilizzatore

- Scrivere la relazione fra il valore efficace della tensione e il valore efficace della corrente.
- Scrivere quanto vale $\varphi = \alpha - \beta$ (cioè quanto vale la differenza fra la fase iniziale della tensione e la fase iniziale della corrente).
- Disegnare il diagramma fasoriale.
- Scrivere quanto vale il fattore di potenza.
- Con riferimento al lavoro elettrico entrante in un resistore ideale passivo ($R > 0$) in un intervallo di tempo $\Delta t \gg T$, illustrare il significato del termine “valore efficace” di una corrente (o di una tensione).

26. Condensatore ideale in regime sinusoidale convenzionato da utilizzatore

- Scrivere la relazione fra il valore efficace della tensione e il valore efficace della corrente.
- Scrivere quanto vale $\varphi = \alpha - \beta$ (cioè quanto vale la differenza fra la fase iniziale della tensione e la fase iniziale della corrente).
- Disegnare il diagramma fasoriale.
- Scrivere quanto vale il fattore di potenza.
- Scrivere l'espressione della reattanza capacitiva e l'espressione della suscettanza capacitiva.
- Ricavare la relazione fra il modulo della potenza reattiva entrante e il valore massimo dell'energia capacitiva.

27. Induttore ideale in regime sinusoidale convenzionato da utilizzatore

- Scrivere la relazione fra il valore efficace della tensione e il valore efficace della corrente.
- Scrivere quanto vale $\varphi = \alpha - \beta$ (cioè quanto vale la differenza fra la fase iniziale della tensione e la fase iniziale della corrente).
- Disegnare il diagramma fasoriale.
- Scrivere quanto vale il fattore di potenza.
- Scrivere l'espressione della reattanza induttiva e l'espressione della suscettanza induttiva.
- Ricavare la relazione fra il modulo della potenza reattiva entrante e il valore massimo dell'energia induttiva.

28. Impedenza e ammettenza; reattanza e suscettanza

- Scrivere la condizione di passività per un bipolo in regime sinusoidale.
- Scrivere la definizione di impedenza e, dalla definizione, ricavare l'espressione in forma polare.
- Scrivere la definizione di ammettenza e, dalla definizione, ricavare l'espressione in forma polare.
- Scrivere, per un bipolo induttore ideale, l'espressione della reattanza induttiva e della suscettanza induttiva.
- Scrivere, per un bipolo condensatore ideale, l'espressione della reattanza capacitiva e della suscettanza capacitiva.

29. A regime sinusoidale, si consideri la generica funzione sinusoidale $a(t) = A_M \sin(\omega t + \alpha)$

- a. Definire il valore efficace A (è equivalente scriverlo in parole o mediante formula matematica) e scrivere la relazione fra A ed A_M .
- b. Scrivere l'espressione in forma polare del fasore $a(t)$.
- c. Esprimere a quale operazione sui fasori corrisponde l'operazione di derivata temporale di una generica funzione sinusoidale. Fare inoltre la rappresentazione grafica di tale operazione sui fasori.

30. A regime sinusoidale, si consideri la generica funzione sinusoidale $a(t) = A_M \sin(\omega t + \alpha)$

- a. Definire il valore efficace A .
- b. Scrivere la relazione fra valore efficace A ed ampiezza A_M .
- c. Esprimere a quale operazione sui fasori corrisponde l'operazione di moltiplicazione di una generica funzione sinusoidale $a(t)$ per una costante reale $k > 0$. Fare inoltre la rappresentazione grafica di tale operazione sui fasori.
- d. Esprimere a quale operazione sui fasori corrisponde l'operazione di derivata temporale di una generica funzione sinusoidale $a(t)$. Fare inoltre la rappresentazione grafica di tale operazione sui fasori.

31. Potenze in regime sinusoidale

- a. Calcolare l'espressione della potenza istantanea scambiata ad una porta in regime sinusoidale (relazione iniziale; passaggi; espressione finale).
- b. Definizione della potenza attiva (scrivendo la relazione che corrisponde alla definizione riportare l'espressione risultante della potenza attiva).
- c. Espressione del lavoro elettrico entrante ad una porta in un intervallo di tempo Δt nei due casi presentati:
 - i. $\Delta t = nT$ (multiplo del periodo T);
 - ii. $\Delta t \gg T$.
- d. Definizione della potenza apparente, della potenza reattiva e del fattore di potenza.

32. Serie RLC in regime sinusoidale

- a. Disegnare lo schema circuitale, calcolare l'impedenza equivalente serie e derivare l'espressione di modulo e argomento.
- b. Tracciare i grafici di modulo e argomento dell'impedenza e discuterli al variare della pulsazione ω .

33. Parallelo RLC in regime sinusoidale

- a. Disegnare lo schema circuitale, calcolare l'impedenza equivalente serie e derivare l'espressione di modulo e argomento.
- b. Tracciare i grafici di modulo e argomento dell'impedenza e discuterli al variare della pulsazione ω .

34. Transitorio di carica di un circuito R-C

- a. Disegnare lo schema circuitale ed indicare i riferimenti adottati.
- b. Svolgere l'analisi del circuito per $t < 0$ e all'istante critico $t = 0$.
- c. Svolgere l'analisi per $t > 0$: ricavare l'equazione differenziale di rete, calcolarne la soluzione e tracciare i grafici degli andamenti temporali di corrente e tensione del condensatore.

35. Transitorio di scarica di un circuito R-C

- a. Disegnare lo schema circuitale ed indicare i riferimenti adottati.
- b. Svolgere l'analisi del circuito per $t < 0$ e all'istante critico $t = 0$.
- c. Svolgere l'analisi per $t > 0$: ricavare l'equazione differenziale, calcolarne la soluzione e tracciare i grafici degli andamenti temporali di corrente e tensione del condensatore.

36. Transitorio di carica di un circuito R-L

- a. Disegnare il circuito e indicare i riferimenti adottati.
- b. Svolgere l'analisi del circuito per $t < 0$ e all'istante $t = 0$.
- c. Svolgere l'analisi per $t > 0$: ricavare l'equazione differenziale rispetto all'incognita scelta, calcolarne la soluzione e tracciare i grafici in funzione del tempo di corrente e tensione dell'induttore ideale.

37. Transitorio di scarica di un circuito R-L

- a. Disegnare il circuito ed indicare i riferimenti adottati.
- b. Svolgere l'analisi del circuito per $t < 0$ e all'istante critico $t = 0$.
- c. Svolgere l'analisi per $t > 0$: ricavare l'equazione differenziale rispetto all'incognita scelta, calcolarne la soluzione e tracciare i grafici in funzione del tempo di corrente e tensione dell'induttore ideale.

38. Circuito RLC in regime variabile

- a. Disegnare lo schema circuitale (indicare i riferimenti adottati).
- b. Svolgere l'analisi del circuito per $t < 0$ e all'istante critico $t = 0$.
- c. Svolgere l'analisi per $t > 0$, fino ad arrivare alla scrittura dell'equazione differenziale con i parametri T e ω_0 (la scrittura dell'equazione differenziale con i parametri T e ω_0 è quindi richiesta, mentre non è richiesto di svolgere l'analisi della soluzione).

39. Circuito RLC in regime variabile

- a. Disegnare il circuito ed indicare i riferimenti adottati.
- b. Svolgere l'analisi del circuito per $t < 0$ e all'istante $t = 0$.
- c. Svolgere l'analisi per $t > 0$, fino ad arrivare alla scrittura dell'equazione differenziale.
- d. Disegnare i grafici in forma qualitativa della tensione del condensatore ideale e della corrente dell'induttore ideale in funzione del tempo, per $t > 0$, nel caso sovrasmorzato e nel caso sottosmorzato (non è richiesto alcun commento per il tracciamento di tali grafici, ma solo di disegnare i grafici richiesti per $t > 0$).