

SEAR - Prof Saponara

Esempi di esercizi d'esame (considerate di avere 30 min max a esercizio)

Sia Y = numero lettere Nome, X = numero lettere Cognome, Es. Antonio Rossi, $Y=7$, $X=5$

Esercizio 1 (per preappello) – step-down converter

Disegnare il circuito e dimensionare i componenti (determinando per tutti tensione massima da supportare e andamento della corrente nel tempo, e valore dei componenti per i passivi e dei tempi richiesti per trise/tfall negli attivi, duty cycle e frequenza di switching) di un convertitore di potenza che data $V_{in}= 24V$ in DC è in grado di pilotare in uscita un motore elettrico in DC da 12V e 20A (varianti: da 12 V e 300 W, oppure da 6 V su un carico di 0.5 Ohm).

Esercizio 2 - step-up converter

Disegnare il circuito e dimensionare i componenti (determinando per tutti tensione massima da supportare e andamento della corrente nel tempo, valore dei componenti per i passivi e dei tempi richiesti per trise/tfall negli attivi, duty cycle e frequenza di switching) di un convertitore di potenza che data $V_{in}= 12V$ in DC è in grado di pilotare un motore elettrico in DC da 36V e $P_{out}=1000$ W.

Esercizio 3 - step-down converter e inverter

Disegnare il circuito e dimensionare i componenti (determinando per tutti tensione massima da supportare e andamento della corrente nel tempo, valore dei componenti per i passivi e dei tempi richiesti per trise/tfall negli attivi, duty cycle e frequenza di switching) di un convertitore di potenza che data $V_{in}= 200V$ in DC è in grado di pilotare un motore elettrico in DC da 100V e $R_{load}=1$ ohm.

Cosa va modificato nel circuito per realizzare un Inverter a 10 KHz invece che un DC/DC converter?

Esercizio 4 (per preappello)

Dopo aver disegnato i simboli e definito acronimi di Mosfet, BJT, IGBT e SCR dire quale è il più adatto per implementare gli switch degli esercizi 1, 2 e 3 e giustificare la risposta.

Esercizio 5 Convertitore AC/DC Monofase (per preappello)

Data una alimentazione monofase a 50 Hz e 220Vrms disegnare schema circuitale con trasformatore e diodi di convertitore di potenza (raddrizzatore) che permette di caricare pacco batteria da 48 V

Esercizio 6 Convertitore AC/DC Trifase

Ripetere esercizio 5 per il caso di alimentazione trifase

Esercizio 7 AC/AC con cambio di frequenza (per preappello)

Data una alimentazione monofase a 50 Hz e 220Vrms disegnare schema circuitale (ma senza dimensionare i singoli componenti) di convertitore di potenza che permette di pilotare un attuatore elettrico da 1 kW in AC a frequenza $F_o=Y*1$ kHz (deve essere garantito isolamento galvanico tra ingresso a 50 Hz e uscita a F_o)

Esercizio 8 AC/AC con cambio di frequenza

Data una alimentazione trifase a 50 Hz si vuole pilotare un attuatore elettrico da 5 kW in AC a frequenza di $X*5$ kHz. Disegnare lo schema circuitale del convertitore di potenza (ma senza dimensionare i singoli componenti).

Esercizio 9 (per preappello)

Data una rete di 10 sensori con banda analogica per ogni sensore di 500 Hz:

1. Determinare frequenza di campionamento e numero di bit del sistema di digitalizzazione per garantire un errore di quantizzazione inferiore allo 0.1 %,

Esercizio 10 (per preappello)

Data una IMU 9D (3-assi accelerometri, 3-assi giroscopi, 3-assi magnetometro) con banda analogica per asse di $B=100 \text{ Hz} \cdot X$:

- A) determinare frequenza di campionamento e numero di bit del sistema di digitalizzazione per garantire un errore di quantizzazione inferiore allo 0.1 %,

Esercizio 11 (per preappello)

Dato un sistema elettronico di potenza che gestisce una potenza utile al carico di $100 \text{ W} \cdot Y$ con rendimento del 95% determinare Temperatura del Chip in funzione di T_{amb} se $R_{\text{jc}}=1 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$ in 3 casi: dissipatore ideale, no dissipatore, dissipatore con $R_{\text{dissipatore}}=R_{\text{jc}}$. Descrivere sotto quali ipotesi vale modello per analisi termiche adottato. Commentare i risultati ottenuti considerando per T_{jmax} valori tipici di chip al silicio

Esercizio 12 (per preappello)

Dato un sistema elettronico di potenza che gestisce una potenza utile al carico di 1000 W determinare Temperatura del Chip in funzione di rendimento se $T_{\text{amb}}=30 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $R_{\text{jc}}=1.25 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$, $R_{\text{dissipatore}}=0.5 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$. Descrivere sotto quali ipotesi vale modello per analisi termiche adottato. Commentare i risultati ottenuti considerando per T_{jmax} valori tipici di chip al silicio

Esercizio 13 (per preappello)

Data una coppia di Mosfet di potenza, pilotati con frequenza di $10 \text{ kHz} \cdot Y$ e duty-cycle di 40% per uno e 60% per l'altro, tali che con V_{gs} di 5V offrono una R_{DSon} di 1 m Ω e conducono una corrente media di 20A ed hanno Q_{g} di 100 nC

- A) Calcolare $P_{\text{dissipata}}$ totale (perdite per resistenza in fase di conduzione corrente e perdite per pilotaggio gate dello switch) e efficienza di conversione se P fornita al carico è 1 kW
- B) Spiegare significato di R_{DSon} e Q_{g} e R_{jc}

Esercizio 14 (per preappello)

Dato una Mosfet di potenza, pilotato con frequenza di 100 kHz e duty-cycle D di 40%, e un diodo pilotato alla stessa frequenza con duty-cycle $1-D$, e sapendo che Mosfet con V_{gs} di 4V offre una R_{DSon} di 1 m Ω e conduce una corrente media di 15A ed ha Q_{g} di 90 nC mentre diodo conduce una corrente media di 10 A ma ha $V_{\text{soglia}}=0.3\text{V}$ e R_{on} di 1 m Ω

- A) Calcolare $P_{\text{dissipata}}$ dal Mosfet (perdite per resistenza in fase di conduzione corrente e perdite per pilotaggio gate dello switch)
- B) Calcolare $P_{\text{dissipata}}$ dal diodo (perdite per V_{soglia} e per resistenza in fase di conduzione corrente)
- C) Calcolare $P_{\text{dissipata}}$ totale dagli switch (Mosfet e diodo) e rendimento di conversione se P fornita al carico è 1.5 kW
- D) Conviene sostituire il diodo con un altro Mosfet?

Esercizio 15 (per preappello)

Data una coppia di IGBT di potenza, pilotati con frequenza di $10 \text{ kHz} \cdot Y$ e duty-cycle di 35% per uno e 65% per l'altro, tali che con V_{GE} di 5V offrono una V_{CESAT} di 0.2V e conducono una corrente media di 30A ed hanno Q_{g} di 200 nC

- A) Calcolare $P_{dissipata}$ totale (perdite per resistenza in fase di conduzione corrente e perdite per pilotaggio gate dello switch) e efficienza di conversione se P fornita al carico è 2 kW
- B) Spiegare significato di V_{CESAT} e Q_g

Esercizio 16 (per preappello)

1. Disegnare lo schema circuitale, dimensionare i componenti e ricavare la funzione di trasferimento di un filtro passa-basso del secondo ordine con 2 poli coincidenti a 10 KHz e guadagno in banda passante pari a 20 dB.
2. Se gli amplificatori operazionali utilizzati sono alimentati con tensioni +10 V e -10 V, determinare il range dinamico in ingresso e uscita.
3. Ricavare quanto deve valere il prodotto guadagno-banda degli amplificatori operazionali per non alterare il comportamento del filtro in banda passante.
4. Garantire che risposta del filtro è indipendente da R della sorgente

Esercizio 17 (per preappello)

1. Disegnare il circuito e dimensionare i componenti (determinando per tutti tensione massima da supportare e andamento della corrente nel tempo, valore dei componenti per i passivi e dei tempi richiesti per t_{rise}/t_{fall} negli attivi, duty cycle e frequenza di switching) di un convertitore di potenza che data $V_{in}=36V$ in DC è in grado di pilotare un motore elettrico in DC da 12V e $P_{out}=1000 W$.
2. Dopo aver disegnato i simboli e definito acronimi di Mosfet, BJT, IGBT e SCR dire quale è il più adatto per implementare gli switch e giustificare la risposta.
3. Cosa va modificato nel circuito al punto 1 per realizzare un Inverter invece che un DC/DC converter?

Esercizio 18 (per preappello)

Data una rete di 10 sensori con banda analogica per ogni sensore di 500 Hz:

1. Determinare frequenza di campionamento e numero di bit del sistema di digitalizzazione per garantire un errore di quantizzazione inferiore allo 0.1 %,

Esercizio 19 (per preappello)

- A) Disegnare il circuito e dimensionare i componenti (determinando per tutti tensione massima da supportare e andamento della corrente nel tempo, e valore dei componenti per i passivi e dei tempi richiesti per t_{rise}/t_{fall} negli switch) di un convertitore di potenza che data $V_{in}=3V \cdot X$ in DC è in grado di pilotare un motore elettrico in DC con $V_{mot}=1.5V \cdot X$ e potenza pari a $P_{mot}=30 \text{ Watt} \cdot Y$.
- B) Dopo aver disegnato i simboli e definito acronimi di diodo, Mosfet, BJT, IGBT, SCR dire chi usare per implementare gli switch in 19.A). ?

Esercizio 20 (per preappello)

Data una IMU 7D (3-assi accelerometri, 3-assi giroscopi, 1-intensità magnetica) con banda analogica per asse di $B=50 \text{ Hz} \cdot X$:

- A) determinare frequenza di campionamento e numero di bit del sistema di digitalizzazione per garantire un errore di quantizzazione inferiore allo 0.1 %,

Esercizio 21 (per preappello)

Dato un sistema elettronico che gestisce una potenza utile al carico di $X \cdot 100$ Watt determinare il rendimento minimo necessario per garantire $T_J < 150^\circ\text{C}$ in questi 2 casi (Descrivere sotto quali ipotesi vale modello per analisi termiche adottato):

- A) $T_{amb}=20^\circ\text{C}$, $R_{jc}=X^\circ\text{C/Watt}$, $R_{dissipatore}=0.5^\circ\text{C/Watt}$.
- B) $T_{amb}=0^\circ\text{C}$, $R_{jc}=Y^\circ\text{C/Watt}$, dissipatore ideale.

Esercizio 22 (per preappello)

- A) Disegnare lo schema circuitale e dimensionare i componenti di un filtro passa-alto (non invertente se X è pari, invertente se X è dispari) con polo in $X \cdot 150$ Hz, guadagno in banda passante pari a Y dB e attenuazione fuori banda di 40 dB/decade. Si progetti in modo tale che la funzione di trasferimento sia indipendente dall'impedenza della sorgente e del carico.
- B) Si ricavi la funzione di trasferimento del filtro e si disegni il diagramma di Bode del modulo della relativa risposta in frequenza.
- C) Assumendo gli amplificatori operazionali alimentati tra -15 V e $+15$ V, determinare il range dinamico in ingresso e in uscita dal filtro.
- D) Ipotizzando che gli amplificatori operazionali utilizzati abbiano un prodotto guadagno-banda pari a 20 MHz, determinare l'effetto di questo sulla risposta in frequenza del filtro.
- E) Come cambia circuito se ingresso è in corrente?

Esercizio 23

Data una alimentazione monofase a 50 Hz e 220Vrms disegnare schema circuitale (ma senza dimensionare i singoli componenti) di:

- A) convertitore di potenza che permette di caricare pacco batteria da 48 V
- B) convertitore di potenza che permette di pilotare un attuatore elettrico da 1 kW in AC a frequenza $F_o=Y \cdot 1$ kHz (deve essere garantito isolamento galvanico tra ingresso a 50 Hz e uscita a F_o)

Esercizio 24

Data una IMU 9D (3-assi accelerometri, 3-assi giroscopi, 3-assi magnetometro) con banda analogica per asse di $B=100$ Hz $\cdot X$:

- A) determinare frequenza di campionamento e numero di bit del sistema di digitalizzazione per garantire un errore di quantizzazione inferiore allo 0.1 %,
- B) Determinare data-rate (bit/s) necessari per trasmetterli con connessione RS232 e memoria necessaria per immagazzinare 10 min di acquisizione
- C) Determinare data-rate (bit/s) necessari per trasmetterli con connessione CAN e memoria necessaria per immagazzinare 10 min di acquisizione

Esercizio 25 (per preappello)

Data una coppia di Mosfet di potenza, pilotati con frequenza di 10 kHz $\cdot Y$ e duty-cycle di 40% per uno e 60% per l'altro, tali che con V_{gs} di 5V offrono una R_{DSon} di 1 mOhm e conducono una corrente media di 20A ed hanno Q_g di 100 nC

- A) Calcolare $P_{dissipata}$ totale (perdite per resistenza in fase di conduzione corrente e perdite per pilotaggio gate dello switch) e efficienza di conversione se P fornita al carico è 1 kW
- B) Determinare Temperatura di giunzione dei Mosfet (T_J) in funzione di T_{amb} [nel range da 0 a 100°C] se $R_{jc}=1^\circ\text{C/W}$ in 3 casi: dissipatore ideale, no dissipatore, dissipatore con $R_{dissipatore}=R_{jc}$. Descrivere sotto quali ipotesi vale modello per analisi termiche adottato.
- C) Spiegare significato di R_{DSon} e Q_g e R_{jc} , e commentare i risultati ottenuti in 4.B considerando per T_{jmax} valori tipici di transistor al silicio

Esercizio 26 (per preappello)

- A) Disegnare lo schema circuitale e dimensionare i componenti di un filtro passa-basso con polo in $Y \cdot 100$ Hz, guadagno in banda passante $X \cdot 3$ dB e attenuazione fuori banda di 60 dB/decade. Si progetti in modo tale che in banda passante l'uscita sia in opposizione di fase rispetto all'ingresso (guadagno negativo) e che la funzione di trasferimento sia indipendente dall'impedenza della sorgente e del carico.
- B) Si ricavi la risposta in frequenza del filtro e se ne disegni il diagramma di Bode del modulo.
- C) Assumendo che gli amplificatori operazionali siano alimentati tra -10 V e +10 V, determinare il range dinamico in ingresso e in uscita del filtro.
- D) Scegliere il prodotto guadagno-banda degli amplificatori operazionali in modo da non alterare il comportamento del filtro in banda passante.

Sia Y = numero lettere Nome, X = numero lettere Cognome, Es. Antonio Rossi, $Y=7$, $X=5$

Esercizio 27

- A) Disegnare il circuito e dimensionare i componenti (determinando per tutti tensione massima da supportare e andamento della corrente nel tempo, e valore dei componenti per i passivi e dei tempi richiesti per trise/tfall negli attivi) di un convertitore di potenza che data $V_{in} = 1V \cdot Y$ in DC è in grado di pilotare un motore elettrico in DC da 10V e 300W.
- B) Dopo aver disegnato i simboli e definito acronimi di SCR, Mosfet, BJT, IGBT dire quale è il più adatto per implementare gli switch del punto 1.A e giustificare la risposta. Se i dispositivi non sono ideali ma hanno perdite come va cambiato il duty-cycle del controllo rispetto al caso ideale per garantire stessa tensione di uscita?

Esercizio 28

- A) Data una alimentazione trifase a 50 Hz disegnare schema circuitale (ma senza dimensionare i singoli componenti) di convertitore di potenza che pilota un attuatore elettrico da 5 kW in AC a frequenza di $F_o = X \cdot 5$ kHz.). Deve essere garantito isolamento galvanico tra ingresso a 50 Hz e uscita a F_o
- B) Data una alimentazione monofase a 50 Hz e 220Vrms disegnare schema circuitale (ma senza dimensionare i singoli componenti) di convertitore di potenza che alimenta un carico in DC da $Y \cdot 5$ V

Esercizio 29

Dato un array di X sensori con banda analogica ciascuno $B = 100 \text{ Hz} \cdot X$:

- determinare frequenza di campionamento e numero di bit del sistema di digitalizzazione per garantire un errore di quantizzazione inferiore allo 0.1 %,
- Determinare data-rate (bit/s) necessari per trasmetterli con connessione RS232 e memoria necessaria per immagazzinare 1 min di acquisizione
- Determinare data-rate (bit/s) necessari per trasmetterli con connessione CAN e memoria necessaria per immagazzinare 1 min di acquisizione

Esercizio 30 (per preappello)

Data una coppia di Mosfet di potenza, pilotati con frequenza di $20 \text{ kHz} \cdot X$ e duty-cycle di 30% per uno e 70% per l'altro, tali che con V_{gs} di 10V offrono una R_{DSon} di 1 m Ω e conducono una corrente media di 25A ed hanno Q_g di 50 nC

- Calcolare $P_{dissipata}$ totale (perdite per resistenza in fase di conduzione corrente e perdite per pilotaggio gate dello switch) e efficienza di conversione se P fornita al carico è 2 kW

- B) Determinare grafico che esprime Temp di giunzione (T_j) dei Mosfet in funzione di T_{amb} [nel range 0, 100 °C] se $R_{jc}=2$ °C /W in 3 casi: dissipatore ideale, no dissipatore, dissipatore con $R_{dissipatore}= R_{jc}$. Descrivere sotto quali ipotesi vale modello per analisi termiche adottato.
- C) Spiegare significato di R_{DSon} e Q_g e R_{jc} , e commentare i risultati ottenuti in 4.B considerando per T_{jmax} valori tipici di transistor al silicio

Esercizio 31 (per preappello)

- A) Disegnare lo schema circuitale e dimensionare i componenti di un filtro passa-basso con polo in $f_c=50$ Hz, guadagno in banda passante $X=2$ dB e attenuazione fuori banda di 60 dB/decade. Si progetti in modo tale che in banda passante l'uscita sia in fase rispetto all'ingresso (guadagno positivo) e che la funzione di trasferimento sia indipendente dall'impedenza della sorgente e del carico.
- B) Si ricavi la risposta in frequenza del filtro e se ne disegni il diagramma di Bode del modulo.
- C) Assumendo che gli amplificatori operazionali siano alimentati tra -15 V e +15 V, determinare il range dinamico in ingresso e in uscita del filtro.
- D) Scegliere il prodotto guadagno-banda degli amplificatori operazionali in modo da non alterare il comportamento del filtro in banda passante.