

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 (oppure 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 $R_{load} = 1 \text{ ohm}$. 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. 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 negli esercizi 1 (per preappello), 2 e 3?

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

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 $F_o = Y * 1 \text{ kHz}$ (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 $X * 5 \text{ kHz}$. 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 %,
2. Determinare data-rate (bit/s) necessari per trasmetterli con connessione CAN e memoria necessaria per immagazzinare 5 min di acquisizione dei pacchetti CAN

Esercizio 10

Ripetere Esercizio 9 per RS232 invece che CAN

Esercizio 11 (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 %,
- B) Determinare data-rate (bit/s) necessari per trasmetterli con connessione CAN e memoria necessaria per immagazzinare 10 min di acquisizione

Esercizio 12

Ripetere Esercizio 11 per RS232 invece che CAN

Esercizio 13 (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 $R_{\text{jc}}=1 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{W}$ 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 14 (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 $T_{\text{amb}}=30 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $R_{\text{jc}}=1.25 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{W}$, $R_{\text{dissipatore}}= 0.5 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{W}$. 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 15 (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 16 (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 $P_{dissipata}$ dal Mosfet (perdite per resistenza in fase di conduzione corrente e perdite per pilotaggio gate dello switch)
- B) Calcolare $P_{dissipata}$ dal diodo (perdite per V_{soglia} e per resistenza in fase di conduzione corrente)
- C) Calcolare $P_{dissipata\ totale}$ 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 17 (per preappello)

Data una coppia di IGBT di potenza, pilotati con frequenza di 10 kHz 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 18 (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 18 (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 19 (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 %,
2. Determinare data-rate (bit/s) necessari per trasmetterli con connessione CAN e memoria necessaria per immagazzinare 5 min di acquisizione dei pacchetti CAN

Esercizio 20

1. Disegnare lo schema circuitale di un convertitore digitale-analogico a 3 bit (con resistori a pesi binari).
2. Disegnare lo schema circuitale di un convertitore analogico-digitale SAR (o Flash) a 3 bit.
3. Ricavare, dai circuiti disegnati, la relazione tra uscita analogica e ingresso digitale.

Esercizio 21 (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 trise/tfall 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 $V_{mot} = 1.5V \cdot Y$ 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 21.A). Se i dispositivi hanno perdite come va cambiato il duty-cycle del controllo rispetto al caso ideale per garantire stessa tensione di uscita in 21.A)?

Esercizio 22 (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 %,
- B) Determinare data-rate (bit/s) necessario per trasmetterli con connessione CAN e determinare memoria necessaria per immagazzinare Y min di acquisizione (sia dati in formato CAN che dati non impacchettati)
- C) Ripetere Esercizio per RS232 invece che CAN

Esercizio 23 (per preappello)

Dato un sistema elettronico che gestisce una potenza utile al carico di $X \cdot 100 \text{ Watt}$ 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 24 (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 $X \cdot 150 \text{ Hz}$, 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 25

- A) Disegnare lo schema circuitale di un convertitore digitale-analogico che riceve in ingresso una quantità digitale D a N bit (con: $N=3$ se X è dispari, $N=4$ se X è pari) e una tensione di riferimento V_{REF} e fornisce in uscita una quantità analogica V_{out} proporzionale (tramite un coefficiente k negativo) alla quantità digitale D in ingresso: $V_{out}=k \cdot D$ (la scelta della configurazione circuitale è libera).
- B) Ricavare dal circuito l'esatta relazione tra la tensione di uscita V_{out} e la quantità digitale D in ingresso, in funzione della tensione di riferimento V_{REF} e delle resistenze utilizzate.
- C) Dimensionare V_{REF} e le resistenze in modo tale che il coefficiente di proporzionalità sia $k=Y \cdot (-0.1 \text{ V})$.

Esercizio 26

- 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 $V_{in}=1 \text{ V} \cdot X$ in DC è in grado di pilotare un motore elettrico in DC da 12V e 240W.
- B) Dopo aver disegnato i simboli e definito acronimi di Mosfet, BJT, IGBT e SCR 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 27

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 $F_o=Y \cdot 1 \text{ kHz}$ (deve essere garantito isolamento galvanico tra ingresso a 50 Hz e uscita a F_o)

Esercizio 28

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

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

Esercizio 29

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 mOhm e conducono una corrente media di 20A ed hanno Q_g di 100 nC

- C) 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
- D) Determinare Temperatura di giunzione dei Mosfet (T_j) in funzione di T_{amb} [nel range da 0 a 100 °C] se $R_{jc}=1 \text{ °C /W}$ in 3 casi: dissipatore ideale, no dissipatore, dissipatore con $R_{dissipatore}=R_{jc}$. Descrivere sotto quali ipotesi vale modello per analisi termiche adottato.
- E) 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 30

- A) Disegnare lo schema circuitale e dimensionare i componenti di un filtro passa-basso con polo in $\gamma \cdot 100$ 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.

Esercizio 31

- A) Descrivere brevemente il funzionamento di un convertitore A/D flash e disegnarne uno schema circuitale nel caso di conversione a 3 bit.
- B) Descriverne le prestazioni in termini di risoluzione e velocità di conversione.
- C) Disegnare lo schema del circuito di Sample & Hold che lo precede.

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

Esercizio 32

- 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 33

- 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 34

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 35

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 mΩ 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
- Determinare grafico che esprime Temp di giunzione (T_j) dei Mosfet in funzione di T_{amb} [nel range 0, 100 °C] se $R_{jc} = 2 \text{ °C/W}$ in 3 casi: dissipatore ideale, no dissipatore, dissipatore con $R_{dissipatore} = R_{jc}$. Descrivere sotto quali ipotesi vale modello per analisi termiche adottato.
- 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 36

- A) Disegnare lo schema circuitale e dimensionare i componenti di un filtro passa-basso con polo in $\omega = 50$ Hz, guadagno in banda passante $\times 2$ 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.

Esercizio 37

- A) Descrivere brevemente il funzionamento di un convertitore A/D con registro ad approssimazione successive (SAR) e disegnarne uno schema a blocchi qualitativo.
- B) Descriverne le prestazioni in termini di risoluzione e velocità di conversione.
- C) Disegnare lo schema del circuito di Sample & Hold che lo precede.