



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

**Appunti universitari**

**Tesi di laurea**

**Cartoleria e cancelleria**

**Stampa file e fotocopie**

**Print on demand**

**Rilegature**

NUMERO: 1207

DATA: 27/10/2014

# **A P P U N T I**

STUDENTE: Bettale

MATERIA: Bioingegneria Elettronica e Sicurezza

Prof. Knaflitz

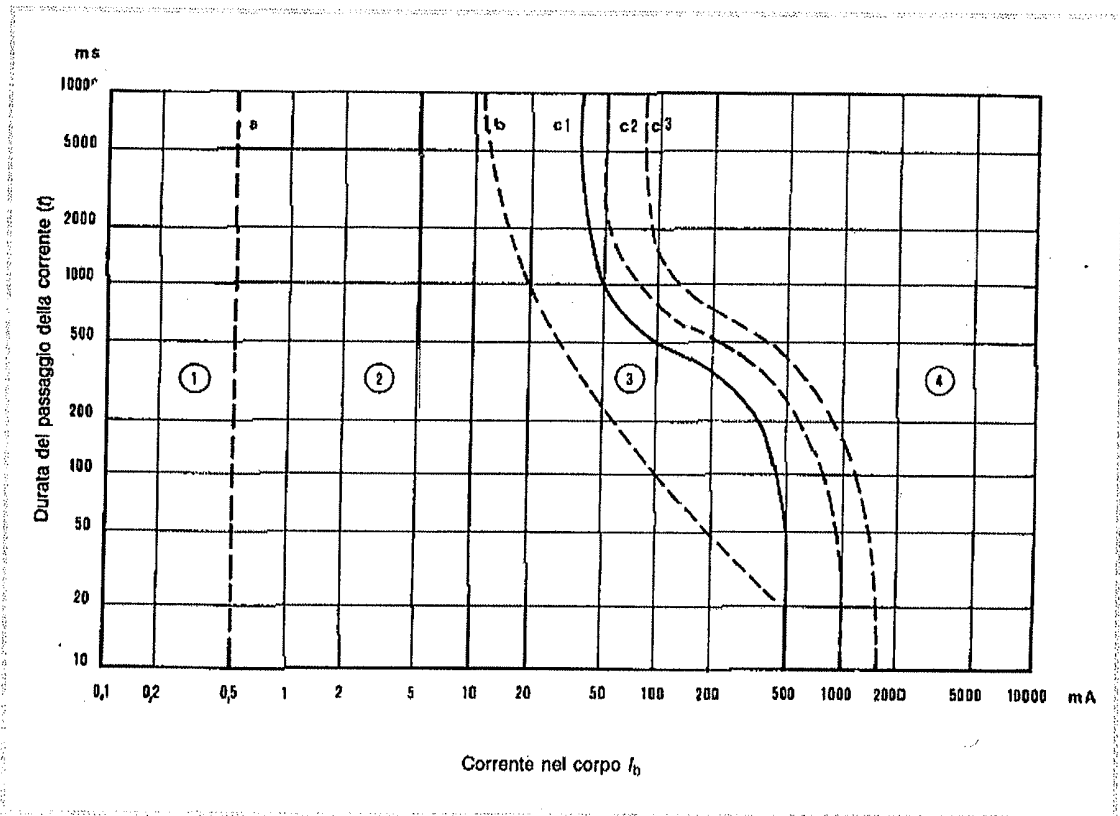
Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.  
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

# BIINGEGNERIA ELETTRONICA e SICUREZZA di KNAFLITZ

- MIO esame
- QUIZ
- SOLUZIONE QUIZ
- TEMI D'ESAME (ESERCIZI) e TEORIA
- SOLUZIONI DEI TEMI ESAMI
- SCHEMI RIASSUNTIVI
- RIPASSO SPOUTO DA IL PRIMA DELL'ESAME
- ESERCITAZIONI SVOLTE IN AULA



In zona 1 , ovvero per correnti inferiori a 0.5mA , non si hanno abitualmente reazioni percettibili.  
 In zona 2 si hanno reazioni del corpo umano, ma senza effetti fisiologicamente pericolosi  
 In zona 3 si hanno effetti pericolosi, ma reversibili, che abitualmente si concludono senza danni organici: contrazione dei muscoli, difficoltà respiratorie, difficoltà nella formazione e nella conduzione degli impulsi del cuore, fino alla possibilità di arresto cardiaco. Non è tuttavia contemplata la possibilità di fibrillazione ventricolare, che costituisce la più probabile causa di morte in questi casi. Al crescere del tempo di esposizione, va comunque contemplata la possibilità di ustioni per effetto termico.  
 In zona 4, invece, è prevista una certa possibilità di incorrere nella fibrillazione ventricolare, via via più probabile superando le curve c2 ( 5% ) e c3 ( 50% )

Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati non saranno valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.

- C. Devono essere classificati in classe IIb
- D. Devono essere classificati in classe III
- E. Non sono regolamentati dalla direttiva citata -> NON si applica DDM 93/42 a "dispositivi impiantabili attivi" (che sono relativi alla direttiva 90/385/CEE)
- 9. **Ai sensi della direttiva dispositivi medici 93/42 un defibrillatore esterno è classificato come**
  - A. Classe I
  - B. Classe IIa
  - C. Classe IIb -> All. IX -> Regole 9 ("[...]caratteristiche [...] tali da permettere loro di rilasciare energia al corpo umano o scambiare energia con il corpo umano in forma potenzialmente pericolosa, tenuto conto [...] della parte in cui è applicata l'energia, nel qual caso essi rientrano nella classe IIb") e 10 ("[...] specificamente destinati a controllare i parametri fisiologici vitali, ove la natura delle variazioni è tale da poter creare un pericolo immediato per il paziente, per esempio le variazioni delle funzioni cardiache, della respirazione o dell'attività del sistema nervoso centrale, nel qual caso essi rientrano nella classe IIb")
  - D. Classe III
  - E. Non è regolamentato alla direttiva citata
- 10. **Ai sensi della direttiva dispositivi medici 93/42 uno stent aortico**
  - A. Deve essere classificato in classe I
  - B. Deve essere classificato in classe IIa
  - C. Deve essere classificato in classe III
  - D. Deve essere classificato in classe IIb
  - E. No è regolamentato dalla direttiva citata
- 11. **Un apparecchio per elettrochirurgia ad alta frequenza è classificato ai sensi della DDM 93/42 come**
  - A. Classe I
  - B. Classe IIa
  - C. Classe IIb
  - D. Classe III
  - E. Tipo BF o CF
- 12. **La classificazione secondo la DDM 93/42 di un dispositivo medico deriva**
  - A. Dalle caratteristiche tecniche del dispositivo stesso
  - B. Dalla preparazione professionale di chi lo utilizza
  - C. Dalla sorgente di alimentazione (batteria, rete, ...)
  - D. Dalle caratteristiche tecniche del dispositivo e dalla sua destinazione d'uso
  - E. Unicamente dalla destinazione d'uso
- 13. **Stando alle norme generali per la sicurezza degli apparecchi elettromedicali IEC 601-1, un apparecchio di classe I e tipo CF**
  - A. Non esiste
  - B. Deve avere una corrente di dispersione nel paziente inferiore ad 1 mA
  - C. Deve avere una corrente di dispersione nel paziente inferiore a 100  $\mu$ A
  - D. Deve avere una corrente di dispersione nel paziente inferiore a 10  $\mu$ A
  - E. Deve essere sempre collegato al nodo equipotenziale
- 14. **Ai sensi della DDM 93/42 protesi valvolari cardiache**
  - A. Devono essere classificate in classe I
  - B. Devono essere classificate in classe IIa
  - C. Devono essere classificate in classe IIb
  - D. Devono essere classificate in classe III
  - E. Non sono regolamentate dalle direttiva citata
- 15. **Oggi, il rispetto della Direttiva Dispositivi Medici 93/42, recepita in Italia con il D. Lgs. 46/97**
  - A. È opzionale, ma se è rispettata può essere utilizzata come dimostrazione di conformità
  - B. È obbligatorio, ma solo per i costruttori di dispositivi medici con impianti di produzione in Europa
  - C. È obbligatorio, ma solo per i costruttori di dispositivi medici con impianti di produzione non in Europa
  - D. È obbligatorio per chiunque intenda commercializzare dispositivi medici in Europa
  - E. È opzionale, ma il medico si deve assumere la responsabilità totale dell'uso del dispositivo che non la rispetta

- B. Dispositivi medici impiantabili attivi
  - C. Dispositivi medici oggetto di indagine clinica
  - D. Dispositivi sviluppati ai fini di ricerca ed utilizzati in laboratori universitari
  - E. Dispositivi sviluppati ai fini di ricerca purché intrinsecamente sicuri
24. **Ai sensi della DDM 93/42 può essere richiesta una deroga temporanea all'obbligo della marcatura CE**
- A. I dispositivi medici utilizzati ai fini della ricerca in strutture universitarie o ospedaliere di alta specializzazione
  - B. I dispositivi medici di classe I
  - C. I dispositivi medici di nuova concezione che possono contribuire in modo importante al miglioramento della salute
  - D. I dispositivi medici utilizzati su soggetti in condizioni non critiche o sugli sportivi
  - E. I dispositivi medici prodotti negli Stati Uniti e detentori di approvazione dell'organismo federale FDA
25. **Ai sensi della DDM 93/42 CEE un dispositivo medico**
- A. Deve essere usato solo dal medico
  - B. Deve sempre essere prescritto da un medico
  - C. Può essere usato da un infermiere professionale
  - D. Deve sempre essere utilizzato in ospedale
  - E. Può essere usato da chiunque ed ovunque
26. **La DDM 93/42 CEE**
- A. Definisce le specifiche funzionali degli apparecchi elettromedicali
  - B. Definisce le specifiche funzionali dei dispositivi medici
  - C. Definisce i requisiti essenziali dei dispositivi medici e le regole relative alla loro commercializzazione
  - D. Definisce le caratteristiche legate alla sicurezza elettrica dei dispositivi medici
  - E. Definisce le caratteristiche dimensionali dei dispositivi medici
27. **Ai sensi della DDM 93/42, elettrocardiografi da utilizzare in terapia intensiva**
- A. Devono essere classificati in classe I
  - B. Devono essere classificati in classe IIa
  - C. Devono essere classificati in classe IIb -> All.IX reg.10: "I dispositivi attivi [...] specificamente destinati a controllare i parametri fisiologici vitali, ove la natura delle variazioni è tale da poter creare un pericolo immediato per il paziente, per esempio le variazioni delle funzioni cardiache, della respirazione o dell'attività del sistema nervoso centrale, nel qual caso essi rientrano nella classe IIb."
  - D. Devono essere classificati in classe III
  - E. Non sono regolamentati dalla direttiva citata
28. **Ai fini dell'apposizione della marcatura CE di un dispositivo di classe IIa il fabbricante deve**
- A. Redigere la dichiarazione di conformità in regime di autocertificazione
  - B. Richiedere la verifica CE anche se ha impiantato un sistema di qualità sul prodotto
  - C. Redigere la dichiarazione di conformità avallata notificando se ha impiantato un sistema di qualità IIa
  - D. Richiedere ad un ente notificato di avallare la dichiarazione di conformità attuando tutte le prove di tipo IIb
  - E. Non occorre redigere dichiarazione di conformità, la marcatura CE è automatica avendo un sistema di qualità di certificato
29. **La DDM 93/42 CEE**
- A. Regolamenta i soli apparecchi elettromedicali
  - B. Regolamenta i soli dispositivi medici
  - C. Regolamenta tanto i dispositivi medici quanto i tessuti viventi (cute artificiale,...)
  - D. Regolamenta i farmaci
  - E. Regolamenta i dispositivi impiantabili attivi
30. **Volendo commercializzare un dispositivo medico senza ricorrere alla procedura della verifica CE e non avendo impiantato un sistema di qualità un fabbricante deve**
- A. Commercializzare solo dispositivi di classe I
  - B. Commercializzare solo dispositivi di classe I o IIa
  - C. Commercializzare solo dispositivi di classe I, IIa o IIb
  - D. Inserire nella dichiarazione di conformità una frase che indichi che non ha impiantato un sistema di qualità

- D. L'equipotenzialità di tutte le masse metalliche accessibili ad esso collegate  
E. Il buon funzionamento dell'interruttore differenziale
38. **Un impianto di terra deve essere progettato in modo che**
- A. La resistenza verso terra sia minore di  $20 \Omega$
  - B. I conduttori siano in rame
  - C. La massima differenza di potenziale tra un punto dell'impianto e la terra sia minore di  $24 V_{eff}$
  - D. La massima differenza di potenziale tra un punto dell'impianto e la terra sia minore di  $50 V_{eff}$
  - E. La massima differenza di potenziale tra un punto dell'impianto e la terra sia prossima a zero
39. **In una camera di degenza, l'impianto elettrico è protetto da un magnetotermico da 16 A e da un differenziale da 30 mA. Per garantire protezione da macroshock per contatto diretto, l'impianto di terra dovrà avere resistenza di dispersione minore di** [ $R = 24V / 30mA$ ]
- A.  $1,5 \Omega$
  - B.  $15 \Omega$
  - C.  $80 \Omega$
  - D.  $800 \Omega$
  - E.  $1500 \Omega$
- SOLUZIONE:
- $I_n = 16 A$  è la corrente che il magnetotermico eroga (lascia passare) con continuità  
 $V_c \leq 24 V$  da normativa
- $R_T = V_c / I_n = 24V / 16A = 1,5 \Omega$  -> ma è un valore difficile da realizzare, e soprattutto da mantenere
  - In un ambiente ospedaliero c'è sempre anche l'INTERRUTTORE DIFFERENZIALE, e sempre nel caso dell'ambiente ospedaliero  $\Delta I = 30mA$
  - $R_T = V_c / \Delta I = 24V / 30mA = 24V / 0,03A = 800 \Omega$
40. **Indicare quale tra i seguenti dispositivi o combinazione di dispositivi è necessaria al fine di fornire una riduzione del rischio legato a macroshock per contatto diretto**
- A. Interruttore differenziale
  - B. Interruttore differenziale ed impianto di terra efficiente
  - C. Interruttore magnetotermico
  - D. Fusibile
  - E. Fusibili ed interruttore magnetotermico
- SOLUZIONE: La protezione da MSD si ha con interruttore differenziale unito a trasformatore di isolamento
41. **Il rischio di macroshock per contatto diretto può essere quasi annullato utilizzando**
- A. Un interruttore magnetotermico per proteggere la linea di alimentazione
  - B. Apparecchi elettromedicali di tipo CF
  - C. Un interruttore differenziale a monte della linea di alimentazione
  - D. Un interruttore differenziale a monte della linea di alimentazione unitamente ad un buon impianto di terra
  - E. Nessuna delle risposte precedenti è corretta
42. **Al fine di contenere il rischio di macroshock per contatto indiretto è necessario disporre**
- A. Di un buon impianto di terra unito ad un interruttore differenziale
  - B. Unicamente dal nodo equipotenziale
  - C. Unicamente di un impianto di terra
  - D. Di strumentazione CF unita a nodo equipotenziale
  - E. Di strumentazione CF unita ad un interruttore differenziale
43. **Al fine di contenere il rischio di microshock è necessario disporre**
- A. Di trasformatore di isolamento con relativo monitor
  - B. Unicamente di nodo equipotenziale.
  - C. Unicamente di impianto di terra
  - D. Di strumentazione CF unita a nodo equipotenziale

- E. Un attenuatore, nel senso che la fdt ha sempre modulo minore di 1 e che non dipende dalla frequenza del segnale
49. Indicare quale caratteristica dell'amplificatore, tra le seguenti, garantisce il miglior contenimento dell'interferenza di rete (*una buona dinamica d'ingresso per il modo comune*)
- Amplificazione dell'intera catena molto elevata
  - Tensione di alimentazione degli stadi non superiore a 3 V (5 V)
  - Basso rumore riferito all'ingresso
  - Bassa distorsione armonica
  - Elevato CMRR
50. Elettrodi per il prelievo di biopotenziali realizzati utilizzando ferro
- Si comportano come elettrodi prevalentemente non polarizzabili
  - Si comportano come elettrodi prevalentemente polarizzabili
  - Hanno un comportamento intermedio tra i due citati precedentemente
  - Non consentono il prelievo di biopotenziali
  - Non possono essere utilizzati in quanto non sono sterilizzabili
- Non polarizzabili -> scambio cariche -> ionizza -> potenziale negativo rispetto a elettrodo di riferimento
51. Elettrodi per il prelievo dei biopotenziali realizzati utilizzando platino
- Si comportano come elettrodi prevalentemente non polarizzabili
  - Si comportano come elettrodi prevalentemente polarizzabili
  - Hanno un comportamento intermedio tra i due citati precedentemente
  - Non consentono il prelievo di biopotenziali
  - Non possono essere utilizzati in quanto non sono sterilizzabili
- Platino ionizza molto poco -> non scambia carica -> polarizzabile
52. La differenza del potenziale di semicella di due elettrodi in Ag-AgCl posizionati sulla cute umana è dell'ordine
- Di pochi microvolt
  - Di poche decine di microvolt
  - Di pochi millivolt
  - Di qualche decina di millivolt ->  $0.223 \text{ V} = 223 \text{ mV}$
  - Superiore al volt
53. Un elettrodo per biopotenziali in oro (*in argento*), rispetto all'elettrodo di riferimento ( $\text{H}_2$ )
- Ha tensione di semicella minore
  - Ha tensione di semicella maggiore
  - Ha tensione di semicella di circa eguale
  - Ha tensione di semicella maggiore o minore, a seconda dell'area dell'elettrodo in oro
  - Ha tensione di semicella esattamente eguale
54. Elettrodi con superficie di contatto in oro sono
- Perfettamente non polarizzabili
  - Prevalentemente polarizzabili
  - Perfettamente polarizzabili
  - Prevalentemente non polarizzabili
  - Non adatti alla registrazione di biopotenziali di qualunque natura
55. La capacità  $C_w$  di un elettrodo in Ag-AgCl della superficie di  $50 \text{ mm}^2$  è dell'ordine di
- Centinaia di picofarad
  - Pochi nanofarad
  - Decine di nanofarad
  - Centinaia di nanofarad
  - Pochi microfarad

Soluzione:

Noi abbiamo fatto l'esempio dove  $S=1\text{cm}^2 \rightarrow R_w=20\text{k}\Omega, C_d=40\text{nF}$

$1\text{mm}=0.1\text{cm} \rightarrow 1\text{mm}^2=0.01\text{cm}^2 \rightarrow 50\text{mm}^2=0.5\text{cm}^2 \rightarrow S \text{ dimezza} \rightarrow C_d \text{ dimezza } [C=\epsilon_0\epsilon_r S/d] \rightarrow C_d=20\text{nF}$

$$S = 50 \text{ mm}^2 = 0,5 \text{ cm}^2 \quad \frac{\text{cm}^2}{2}$$

$$C_w = \frac{40 \text{ nF}}{2} = 20 \text{ nF} \quad \frac{\text{cm}^2}{2}$$



- C. Applicata alla cella una tensione continua non scorresse corrente nella cella
- D. La differenza di potenziale ai capi della cella elettrolitica fosse positiva
- E. La differenza di potenziale ai capi della cella elettrolitica fosse negativa
- \* 61. **Una cella elettrolitica è costituita da due elettrodi non polarizzabili; collegato alla cellula un generatore di tensione continua, la corrente**
  - A. Cresce esponenzialmente da zero ad un valore di regime
  - B. Diminuisce esponenzialmente da un valore iniziale a zero
  - C. Rimane sostanzialmente costante e diversa da zero
  - D. È nulla
  - E. È infinita

### ECG

- \* 62. **In un elettrocardiografo standard a 12 derivazioni, il minimo numero di elettrodi posizionati sul paziente è**
  - A. 3
  - B. 4
  - C. 6
  - D. 8
  - E. 12

10
- \* 63. **L'amplificazione di un amplificatore ECG**
  - A. È pari a mille
  - B. È compresa tra mille e diecimila
  - C. È pari a 10
  - D. Dipende dalla dinamica di ingresso della scheda di conversione A/D utilizzata
  - E. Dipende dal peso del paziente e quindi deve essere variabile tra 500 e 2000
- X 64. **Un amplificatore elettrocardiografico è collegato ad una scheda di acquisizione con dinamica d'ingresso pari a  $\pm 5V$ . Il guadagno in tensione dell'amplificatore sarà quindi pari a circa**
  - A. 20 dB
  - B. 34 dB
  - C. 48 dB
  - D. 60 dB
  - E. 80 dB

Soluzione:

Dinamica di ingresso scheda di conversione tra +5V e -5V  $\rightarrow D_{ADC}=10V$

Dinamica segnale ECG in ingresso: tra +5mV e -5mV  $\rightarrow D_{SI}=10mV=10 \times 10^{-3} V=10^{-2} V$

$A_{tot}=D_{ADC}/D_{SI}=10V/10mV=10V/10^{-2}V=10 \times 10^2=10^3=1000 \rightarrow 20 \times \log(10^3)=20 \times 3 \times \log(10)=60dB$
- \* 65. **Per eseguire un esame elettrocardiografico a 12 derivazioni, sul paziente devono essere posizionati**
  - A. 3 elettrodi
  - B. 4 elettrodi
  - C. 6 elettrodi
  - D. 10 elettrodi
  - E. 12 elettrodi
- \* 66. **Nella catena di amplificazione di un amplificatore per elettrocardiografia il filtro antitremore è**
  - A. Un filtro passa alto con frequenza di taglio di 30- 40 Hz
  - B. Un filtro passa banda centrato attorno a 50 Hz
  - C. Un filtro rigetta banda centrato attorno a 50 Hz
  - D. Un filtro passa basso con frequenza di taglio di 30-40 Hz
  - E. Di Butterworth con frequenza di taglio di 30-40 Hz

Soluzione: il filtro antitremore dell'EEG è un PPS con frequenza di taglio a 40 Hz
- X 67. **In un ECG, al fine di avere una sensibilità di 1 mV/mm, tipicamente il guadagno è di**
  - A. 20 dB
  - B. 40 dB
  - C. 60 dB

E. La posizione di tutti gli elettrodi da utilizzare in un montaggio per potenziali evocati somatosensoriali

### **LAMPADA SCIALITICA**

74. In una lampada scialitica principale monofaro, la norma prescrive la presenza del seguente sistema di sicurezza
- A. Monitor di isolamento
  - B. Indicatore luminoso di guasto della lampada qualora questa sia stata "sostituita" dalla lampada di riserva
  - C. Indicatore acustico di illuminazione al centro superiore a 200klux
  - D. Indicatore acustico di illuminazione al centro inferiore a 40klux
  - E. Indicatore luminoso di esaurimento della lampada dovuto ad uso protratto oltre la sua vita stimata
75. Una lampada scialitica monofaro
- A. Non può essere usata in sala operatoria
  - B. Deve essere utilizzata avendo sempre a disposizione una lampada scialitica di scorta
  - C. Può essere considerata principale solo in presenza di un'altra lampada scialitica principale
  - D. Può essere una lampada scialitica principale
  - E. Non può essere una lampada scialitica principale
76. Una lampada scialitica principale da utilizzare in sala operatoria
- A. Deve essere a prova di primo guasto rispetto al danneggiamento della sorgente luminosa
  - B. Deve essere a prova di primo guasto rispetto all'eventuale mancanza della tensione di rete
  - C. Deve essere a prova di primo guasto rispetto al danneggiamento della sorgente luminosa ed all'eventuale mancanza della tensione di rete
  - D. Può essere a prova di primo guasto rispetto all'eventuale mancanza della tensione di rete
  - E. Può essere a prova di guasto rispetto al danneggiamento della sorgente luminosa
- PRIMO GUASTO:
- guasto sorgente luminosa (lampadina bruciata) -> si prevede la sostituzione automatica segnalata da led
  - mancanza di energia elettrica -> collegamento a circuiti di emergenza o a pacchetto di alimentatori
77. Una lampada scialitica primaria, al fine di garantire un limitato affaticamento visivo degli operatori e riscaldamento dei tessuti in campo operatorio, deve
- A. Garantire un'illuminazione al centro del campo operatorio minore di 80 klux
  - B. Garantire una bassa irradiazione di energia luminosa in banda ultravioletta
  - C. Garantire una elevata irradiazione di energia luminosa in banda ultravioletta
  - D. Garantire una bassa irradiazione di energia luminosa in banda infrarossa
  - E. Garantire una elevata irradiazione di energia luminosa in banda infrarossa
78. Una lampada scialitica primaria differisce da una secondaria perché
- A. Emette luce più intensa
  - B. È sempre una lampada multifaro
  - C. Garantisce operatività anche in condizioni di primo guasto
  - D. È di dimensioni maggiori
  - E. Contiene un blocco di alimentazione autonoma in grado di garantirne il funzionamento anche in mancanza dell'energia erogata dalla rete elettrica
79. Al fine di misurare l'illuminazione al centro di una lampada scialitica, secondo la norma particolare relativa, occorre utilizzare
- A. Uno spettrofotometro
  - B. Un luxmetro
  - C. Uno spettrofotometro ed un metro
  - D. Un luxmetro ed un metro
  - E. Un luxmetro, un metro e un cronometro
80. Al fine di valutare la bontà di una lampada scialitica, nel senso della sua capacità di garantire un'illuminazione adeguata del campo operatorio nonostante la testa degli operatori possa intercettare parzialmente il fascio, si ricorre alla prova

## ELETTROBISTURI

88. In un apparecchio per elettrochirurgia ad alta frequenza, il parziale distacco dell'elettrodo dispersivo può causare anzitutto
- A. La comparsa di ustioni al di sotto dell'elettrodo dispersivo
  - B. La comparsa di ustioni in parti diverse del corpo, dovute alla presenza di percorsi alternativi di corrente
  - C. Elettrocuzione del paziente
  - D. Elettrocuzione dell'operatore
  - E. L'ustione dell'operatore
89. In un apparecchio per elettrochirurgia ad alta frequenza, il totale distacco dell'elettrodo dispersivo può causare con maggior probabilità
- A. Nessun danno
  - B. La comparsa di ustioni in parti diverse del corpo, dovute alla presenza di percorsi alternativi di corrente
  - C. Elettrocuzione del paziente
  - D. Elettrocuzione dell'operatore
  - E. Ustione dell'operatore
90. In un elettrobisturi, l'utilizzazione del trasformatore differenziale che compara corrente inviata all'elettrodo attivo e quella raccolta dall'elettrodo dispersivo
- A. Consente di ridurre il rischio di elettrocuzione dell'operatore
  - B. Consente di ridurre il rischio di formazione di percorsi alternativi
  - C. Consente di ridurre il rischio di ustioni al di sotto dell'elettrodo dispersivo
  - D. Consente di ridurre il rischio di fibrillazione ventricolare
  - E. Consente di rispettare al meglio il principio ALARP
91. In un elettrobisturi, la corrente di dispersione ad alta frequenza può essere causa di
- A. Ustioni al di sotto dell'elettrodo dispersivo
  - B. Ustioni in parti diverse del corpo
  - C. Fibrillazione ventricolare del paziente
  - D. Deterioramento prematuro dell'utensile di taglio
  - E. Distacco della piastra di ritorno (elettrodo dispersivo)
92. In un elettrobisturi, programmare una potenza troppo bassa può causare anzitutto:
- A. Ustioni al di sotto dell'elettrodo dispersivo
  - B. Ustioni in parti diverse del corpo
  - C. Prolungamento del tempo necessario per compiere l'intervento
  - D. Ustioni del chirurgo
  - E. Distacco della piastra di ritorno (elettrodo dispersivo)
93. Il passaggio dallo stadio di uscita riferito a terra a quello isolato per le basse frequenze ha consentito
- A. Di ridurre fortemente il rischio di microshock dovuto a correnti di dispersione provenienti da altri apparecchi
  - B. Di ridurre fortemente il rischio di ustione al di sotto dell'elettrodo dispersivo
  - C. Di ridurre fortemente il rischio della comparsa di pericoli alternativi che attraversano il chirurgo
  - D. Di ridurre fortemente il rischio in eventuali punti di contatto occasionale tra paziente e tavolo operatorio
  - E. Di ridurre fortemente il costo dell'EB
94. Quando un chirurgo deve utilizzare un EB su di un paziente portatore di pacemaker
- A. È preferibile utilizzare la modalità monopolare
  - B. È preferibile utilizzare la modalità bipolare
  - C. È importante che il paziente sia molto ben isolato dal lettino chirurgico
  - D. È bene spegnere il pacemaker
  - E. È bene non usare la modalità spray
95. In un apparecchio per EB ad alta frequenza con stadio d'uscita isolato (flottante), il monitor d'elettrodo
- A. Non sarebbe necessario se le capacità parassite dello stadio d'uscita fossero nulle
  - B. Anche con capacità parassite nulle sarebbe importante per ridurre il rischio di ustioni sotto l'elettrodo dispersivo

- D. La modalità di taglio-coagulazione con un elettrodo monopolare  
 E. Un elettrobisturi dotato di circuito di auto start
103. In un EB il valore di picco della tensione utilizzata nella modalità spray è dell'ordine  
 A. Delle decine di volt  
 B. Delle centinaia di volt  
 C. Di un migliaio di volt  
 D. Di otto-diecimila volt (4 kV)  
 E. Di centomila volt o più
104. In un EB utilizzare una forma d'onda specifica per coagulazione durante il taglio può causare anzitutto  
 A. Ustioni al di sotto dell'elettrodo dispersivo  
 B. Ustioni in parti diverse del corpo  
 C. Fibrillazione ventricolare del paziente  
 D. Deterioramento prematuro dell'utensile di taglio  
 E. Distacco della piastra di ritorno
105. In modalità di taglio, un elettrobisturi fornisce in uscita una potenza di 250 W su un carico di 200 Ω. La corrente nel carico è pari a  
 A. 800 mA<sub>eff</sub>  
 B. 1,25 A<sub>eff</sub>  
 C. 1,12 A<sub>eff</sub>  
 D. 2,5 A<sub>eff</sub>  
 E. 0,5 A<sub>eff</sub>  
 Soluzione:  

$$P = V^2/R = (RI)^2/R = I^2R \rightarrow I = (P/R)^{1/2} = (250/200)^{1/2} = ((25 \times 10)/(2 \times 100))^{1/2} = 5/10 \times (10/2)^{1/2} = 1/2 \times 5^{1/2} \approx 1/2 \times 2,2 = 1,1 A_{eff}$$
106. Dato un EB utilizzato in modalità monopolare, il cattivo isolamento dello stadio di uscita rispetto a terra può causare, con maggior probabilità  
 A. Ustioni al di sotto dell'elettrodo stesso, per densità di corrente troppo elevata  
 B. Ustioni in parti diverse del corpo a causa della comparsa di percorsi di ritorno alternativi  
 C. Fibrillazione ventricolare  
 D. Ustioni dell'operatore  
 E. Una scarsa capacità di taglio
107. In un elettrobisturi programmare una potenza troppo elevata può causare anzitutto  
 A. Ustioni al di sotto dell'elettrodo dispersivo  
 B. Ustioni in parti diverse del corpo  
 C. Fibrillazione ventricolare del paziente  
 D. Deterioramento prematuro dell'utensile di taglio  
 E. Distacco della piastra di ritorno (elettrodo dispersivo)
108. Un apparecchio per elettrochirurgia ad alta frequenza, per ottenere prevalentemente l'effetto di taglio si utilizza:  
 A. Una corrente sinusoidale alla frequenza di 50Hz  
 B. Una corrente sinusoidale ad alta frequenza (500kHz -5MHz)  
 C. Una corrente sinusoidale ad alta frequenza (500kHz -5MHz) modulata in modo da ottenere treni di pochi impulsi ripetuti ogni 20-30ms  
 D. Una corrente sinusoidale impulsata con alto valore di cresta (spray)  
 E. Una corrente continua
109. In un elettrobisturi, insufflare gas argon sull'utensile di lavoro consente anzitutto  
 A. Di raffreddare meglio i tessuti trattati  
 B. Di ottenere un maggior riscaldamento dei tessuti trattati  
 C. Di rimuovere i fumi prodotti durante l'uso dell'EB  
 D. Di facilitare la ionizzazione nell'intorno dell'utensile, consentendo una emostasi migliore su un'area più vasta e danneggiando meno il tessuto in profondità (particolarmente adatto per tessuti ad alta vascolarizzazione)

D. 0,35 C

E. 35 C

Soluzione:  $E=1/2QV \rightarrow Q=2E/V=2 \times 350/4000=700/4000=7/40=7/10 \times 1/4=0.7 \times 0.25=0.175 C$

118. In un defibrillatore, il condensatore deve ricaricarsi in meno di 10 secondi. Il circuito che provvede alla ricarica del condensatore dovrà avere una potenza di almeno

A. 500 mW

B. 5 W

C. 50 W

D. 500 W

E. 5 kW

119. La massima corrente di scarica di un defibrillatore è dell'ordine

A. Di pochi ampère

B. Di poche decine di ampère

C. Di almeno 50-60 A

D. Di almeno 100 A

E. Di almeno 500 A

Soluzione:  $I=10-20A$

120. L'alimentatore ad alta tensione di un defibrillatore cardioversore esterno ha potenza dell'ordine

A. Dei milliwatt

B. Delle centinaia di milliwatt

C. Del watt

D. Delle decine di watt

E. Del chilowatt

Soluzione:  $P=50-150W$  (max. 750W)

121. In un defibrillatore cardioversore usato in modalità di cardioversione, la scarica deve avvenire

A. In corrispondenza dell'onda P

B. In corrispondenza dell'onda R

C. In corrispondenza dell'onda T

D. Nel tratto S-T

E. Nel tratto P-R

122. Indicare la causa di maggior pericolo per l'operatore di un defibrillatore

A. Accumulatori scarichi

B. Energia erogata differente da quella programmata

C. Forma d'onda della corrente differente da quella voluta

D. Mancato uso del gel conduttivo sotto alle piastre

E. Isolamento dei cavi o degli elettrodi deteriorato

### POMPE DI INFUSIONE

123. In una pompa di infusione volumetrica, il controllo di presenza d'aria nella linea paziente può essere ottenuto

A. Sfruttando la variazione dell'induttanza di un induttore avvolto intorno ad un tubicino in vetro percorso dal liquido

B. Sfruttando la variazione della capacità di un condensatore le cui piastre sono diametralmente opposte e depositate su un tubicino in vetro percorso dal liquido

C. Misurando l'impedenza del liquido contenuto nella linea paziente, in tutta la sua lunghezza

D. Misurando la pressione necessaria a garantire l'infusione del liquido

E. Mediante un manometro elettronico di ridotte dimensioni

124. In una pompa di infusione il controllo di occlusione funziona rilevando

A. L'eventuale sovrappressione nel circuito paziente

B. L'azzerarsi del flusso nel circuito paziente misurato da un sensore di flusso ad ultrasuoni

C. La comparsa di una bolla d'aria nel circuito paziente

- C. Verificare che la membrana del filtro non sia danneggiata
  - D. Verificare che la pompa dell'acqua funzioni correttamente e non sia troppo lenta
  - E. Verificare il funzionamento della cella conduttrice mediante un conduttore metro esterno
133. **In un apparecchio per emodialisi, al fine di evitare la trasmissione di epatite C (il contatto avviene a causa di contatto con sangue infetto) da un paziente al seguente è necessario**
- A. Procedere alla sterilizzazione dell'apparecchio mediante ipoclorito di sodio
  - B. Procedere alla sostituzione della linea paziente, compresi il tubetto in silicone della peristaltica ed il filtro
  - C. Procedere alla sterilizzazione dell'apparecchio mediante formaldeide
  - D. Non sottoporre ad emodialisi pazienti affetti da epatite C
  - E. Cambiare il tipo di concentrato di dialisi
134. **In un apparecchio per emodialisi, l'ultrafiltrazione consente di**
- A. Effettuare il trattamento di dialisi molto più rapidamente
  - B. Effettuare il trattamento di dialisi in modo più sicuro
  - C. Eliminare il liquido in eccesso dal sistema circolatorio del paziente, riducendo la volemia -> è indicata quando occorre rimuovere un eccesso di fluidi che il rene non riesce ad eliminare
  - A. Fornire liquido aggiuntivo al sistema circolatorio del paziente, aumentando la volemia
  - B. Prevenire l'eventualità di emolisi
135. **In un apparecchio per emodialisi, l'eventuale rottura della membrana del dializzatore (filtro) causa**
- A. Emolisi
  - B. La comparsa di bolle d'aria nel circuito paziente
  - C. La comparsa di globuli rossi nel dialisato all'uscita del filtro
  - D. La comparsa di globuli rossi nel dialisato all'ingresso del filtro
  - E. L'attivazione dell'allarme di sottoconcentrazione
136. **In un apparecchio per emodialisi, il sensore di bolle inserito nel circuito extracorporeo serve a**
- A. Rilevare un eventuale rottura della membrana del dializzatore
  - B. Rilevare la non corretta concentrazione del dialisato
  - C. Prevenire l'eventualità di immissione di aria nel dializzatore
  - D. Prevenire l'eventualità di immissione di aria nel sistema circolatorio del paziente
  - E. Prevenire l'eventualità di emolisi
137. **Indicare quale tra i seguenti sistemi costituenti un emodializzatore è un sistema di sicurezza**
- A. Il sistema di riscaldamento dell'acqua del preparatore
  - B. Il sistema di preparazione del dialisato
  - C. Il sistema di lavaggio/sterilizzazione
  - D. Il sistema per la misura della conducibilità del dialisato finalizzato ad attivare allarmi di sovra o sotto concentrazione
  - E. Il manometro che misura la depressione del dialisato rispetto al sangue nel corso di emo-ultrafiltrazione

Handwritten notes on the left side of the page, consisting of several lines of illegible text.

Handwritten notes in the middle section, including a large arrow pointing downwards and several lines of illegible text.

Handwritten notes on the right side of the page, consisting of several lines of illegible text.

Handwritten text in the center of the page, appearing to be the word "SOLUZIONI" written upside down.

Handwritten notes at the bottom of the page, consisting of several lines of illegible text.

8. In ambiente sanitario il trasformatore di isolamento viene utilizzato per
- ridurre il rischio di macroshock per contatto indiretto
  - garantire continuità di alimentazione alle apparecchiature ad esso collegate
  - consentire l'utilizzo di impianti di terra con resistenza verso terra più elevata e quindi meno costosi
  - ridurre il rischio di microshock
  - alimentare apparecchi elettromedicali non dotati dei necessari requisiti di isolamento elettrico
9. Un defibrillatore cardioversore utilizzato in un ambiente ospedaliero richiede una potenza di alimentazione di
- pochi watt
  - poche decine di watt
  - poche centinaia di watt
  - poche migliaia di watt
  - 10kW o più
10. Utilizzando un apparecchio per elettrochirurgia ad alta frequenza con stadio d'uscita isolato (*flottante*), l'uso dell'elettrodo dispersivo bipartito (*split*)
- consente di minimizzare il rischio di ustione al di sotto dell'elettrodo dispersivo dovuto al suo parziale distacco
  - consente di minimizzare il rischio di ustione al di sotto dell'elettrodo dispersivo dovuto all'uso prolungato del taglio
  - consente di ridurre il rischio di ustioni in parti diverse del corpo dovute la comparsa di percorsi alternativi
  - consente di ridurre il rischio di ustioni in parti diverse del corpo dovute alla presenza di accoppiamenti capacitivi
  - consente di ridurre il tempo di intervento in quanto è possibile usare potenze maggiori
11. Tra le seguenti verifiche di manutenzione preventiva di un elettrobisturi indicare quella più importante per garantire la sicurezza del paziente:
- verifica del corretto funzionamento del monitor di elettrodo
  - verifica del corretto funzionamento del monitor paziente
  - verifica della corretta taratura della potenza di uscita
  - verifica del valore della capacità di dispersione dello stadio di uscita
  - verifica delle correnti di dispersione a bassa frequenza
12. In un elettrobisturi, l'effetto delle correnti di dispersione a radiofrequenza è
- la possibile comparsa di ustioni al di sotto dell'elettrodo dispersivo, di qualunque tipo esso sia
  - la possibile comparsa di ustioni al di sotto dell'elettrodo dispersivo, solo se questo non è bipartito (*split*)
  - la possibile comparsa di ustioni in parti diverse del corpo, limitata al caso che il chirurgo usi la tecnica del *buzzing*
  - la possibile comparsa di ustioni in parti diverse del corpo
  - la possibile comparsa di fibrillazione ventricolare
13. In un defibrillatore cardioversore l'energia ceduta al paziente durante la scarica è
- sempre minore dell'energia immagazzinata nel condensatore
  - esattamente eguale all'energia immagazzinata nel condensatore
  - sempre maggiore dell'energia immagazzinata nel condensatore
  - pari al doppio dell'energia immagazzinata nel condensatore
  - pari alla metà dell'energia immagazzinata nel condensatore
14. Il rischio di macroshock per contatto indiretto può essere quasi annullato utilizzando
- un interruttore magnetotermico per proteggere la linea di alimentazione
  - apparecchi elettromedicali di tipo CF
  - un interruttore differenziale a monte della linea di alimentazione
  - un interruttore differenziale a monte della linea di alimentazione unitamente ad un buon impianto di terra
  - nessuna delle risposte precedenti è corretta
15. Tra le seguenti verifiche indicare quale deve essere eseguita periodicamente su una lampada scialitica inserita in ambiente ospedaliero
- illuminazione restante con una maschera
  - illuminazione restante con due maschere
  - illuminazione restante con il cilindro
  - illuminazione al centro
  - misura della temperatura di colore

889 10 11 12 13 14 15



- 8. In ambiente sanitario il nodo equipotenziale viene utilizzato per
  - A. ridurre il rischio di macroschoc per contatto indiretto
  - B. garantire continuità di alimentazione alle apparecchiature ad esso collegate
  - C. ridurre il rischio di microschock per contatto diretto
  - D. ridurre il rischio di microschock
  - E. abbassare il potenziale di contatto
  
- 9. Un trasformatore di isolamento da utilizzare in un ambiente ospedaliero deve garantire una corrente di dispersione
  - A. minore di  $10\mu\text{A}$
  - B. minore di  $100\mu\text{A}$
  - C. minore di  $1\text{mA}$
  - D. minore di  $10\text{mA}$
  - E. minore di  $100\text{mA}$
  
- 10. Utilizzando un apparecchio per elettrochirurgia ad alta frequenza con stadio d'uscita isolato (*flottante*), la capacità parassita esistente tra secondario del trasformatore di uscita e terra causa
  - A. la comparsa di correnti di dispersione a bassa frequenza
  - B. la diminuzione della potenza di uscita dell'apparecchio
  - C. la comparsa di correnti di dispersione a radiofrequenza
  - D. l'attivazione dell'allarme del monitor paziente
  - E. l'attivazione dell'allarme del monitor di elettrodo
  
- 11. In elettrochirurgia l'elettrodo bipartito consente di
  - A. far funzionare correttamente il monitor paziente
  - B. far funzionare correttamente il monitor di elettrodo
  - C. ridurre le correnti di dispersione a bassa frequenza
  - D. ridurre le correnti di dispersione a radiofrequenza
  - E. garantire una miglior dissipazione del calore al di sotto dell'elettrodo stesso
  
- 12. Ai sensi della norma particolare sulle pompe di infusione, una pompa di infusione ambulatoriale è
  - A. una pompa di infusione usata in un ambulatorio
  - B. una pompa di infusione alimentata mediante batteria
  - C. una pompa di infusione portata da un soggetto in movimento
  - D. una pompa di infusione a bolo
  - E. una pompa di infusione a flusso continuo
  
- 13. In un apparecchio per emodialisi la concentrazione del dialisato è controllata
  - A. misurando la conducibilità dello stesso
  - B. misurando il flusso dello stesso
  - C. misurando la temperatura dell'acqua degasata
  - D. mediante il sistema optoelettronico che rileva un eventuale colore rosato del dialisato
  - E. mediante il sistema che mette il dialisato in depressione
  
- 14. Un amplificatore per biopotenziali è collegato a due elettrodi ben bilanciati; per diminuire l'interferenza di rete
  - A. si aumenta la resistenza di ingresso dell'amplificatore
  - B. si diminuisce la resistenza di ingresso dell'amplificatore
  - C. si aumenta il CMRR dell'amplificatore
  - D. si diminuisce il CMRR dell'amplificatore
  - E. si diminuisce la tensione di alimentazione dell'amplificatore
  
- 15. Un amplificatore per biopotenziali con CMRR pari a  $114\text{dB}$  è collegato ad un paziente sul quale è presente una tensione di modo comune di  $5\text{V}$ ; la componente dell'interferenza di rete dovuta al CMRR, riferita all'ingresso, è pari a
  - A.  $1\mu\text{V}$
  - B.  $2\mu\text{V}$
  - C.  $5\mu\text{V}$
  - D.  $10\mu\text{V}$
  - E.  $20\mu\text{V}$

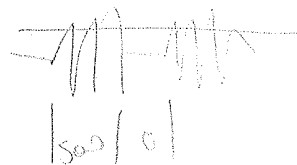
$$\frac{10 \cdot 10^{-6}}{10^{-6}}$$

$$10 \cdot 10^{-6}$$

10  
5  
10

809810 11 12 13 14 15

- 8. Indicare quali delle seguenti misure precauzionali è la più indicata nella prevenzione del macroshock per contatto indiretto
  - A. inserimento nella rete di un trasformatore di isolamento
  - B. inserimento nella rete di un interruttore differenziale ad alta sensibilità (10mA)
  - C. inserimento nella rete di interruttore magnetotermico
  - D. utilizzazione di impianto di messa a terra unito ad un interruttore differenziale a media sensibilità (30mA)
  - E. utilizzazione di nodo equipotenziale
- 9. La cardioversione consiste
  - A. nell'applicare un impulso di corrente al muscolo cardiaco in modo sincrono rispetto all'onda R
  - B. nell'applicare un impulso di corrente al muscolo cardiaco in modo sincrono rispetto all'onda T
  - C. nell'applicare un impulso di corrente al muscolo cardiaco in modo sincrono rispetto all'onda P
  - D. nell'applicare un impulso di corrente al muscolo cardiaco in modo asincrono rispetto all'onda R
  - E. nell'applicare un impulso di corrente al muscolo cardiaco in modo asincrono rispetto al ciclo cardiaco
- 10. In un apparecchio per elettrochirurgia ad alta frequenza il monitor paziente
  - A. funziona con qualunque tipo di elettrodo di ritorno
  - B. funziona solo con elettrodi di ritorno non bipartiti
  - C. funziona solo con elettrodi di ritorno bipartiti
  - D. funziona solo in elettrochirurgia bipolare
  - E. funziona solo in modalità di taglio
- 11. Un amplificatore per biopotenziali che opera in modalità di prelievo monopolare, a parità di impedenza dell'elettrodo di riferimento,
  - A. è meno sensibile all'interferenza di rete di un amplificatore usato in modalità differenziale
  - B. è altrettanto sensibile all'interferenza di rete di un amplificatore usato in modalità differenziale
  - C. è più sensibile all'interferenza di rete di un amplificatore usato in modalità differenziale
  - D. non è soggetto ad interferenza di rete
  - E. non può mai essere utilizzato
- 12. Indicare per quale motivo condensatori del valore di 1000µF non sono adatti alla realizzazione di defibrillatori-cardioversori:
  - A. non esistono
  - B. sono troppo ingombranti
  - C. sono troppo costosi
  - D. ai livelli di tensione richiesti immagazzinano troppa energia
  - E. ai livelli di tensione richiesti immagazzinano troppa poca energia
- NO 13. In un apparecchio per emodialisi, un errore pari ad 1K del circuito che riscalda l'acqua usata per la preparazione del dialisato, se non rilevato da un sistema di misura separato della temperatura,
  - A. può causare coaguli nel circuito extracorporeo
  - B. può causare un eccesso di depressione del dialisato in emofiltrazione
  - C. può causare una stima errata della concentrazione del dialisato (stima ottenuta partendo dalla sua conducibilità)
  - D. può causare danno al paziente per surriscaldamento
  - E. può danneggiare la pompa del concentrato di dialisi
- 14. Indicare tra le seguenti la caratteristica che distingue una lampada scialitica principale da una secondaria
  - A. una maggiore profondità di illuminazione
  - B. la presenza di un sistema di alimentazione supplementare
  - C. la presenza di un indicatore di intensità luminosa insufficiente
  - D. la presenza di un allarme di surriscaldamento lampada
  - E. la presenza di un sistema di regolazione della luminosità
- 15. Un elettrobisturi con stadio di uscita isolato (flottante) eroga sul paziente (pensato come un resistore con resistenza pari a 200Ω) una potenza media pari a 250W in modalità pulsata con duty-cycle del 50%. La potenza media assorbita dalla rete sarà
  - A. pari ad almeno 125W
  - B. pari ad almeno 250W
  - C. non superiore a 250W
  - D. pari ad almeno 500W
  - E. pari ad almeno 1kW



$\rightarrow \frac{1}{2} \text{TEMPO DI SICURO IDE}$   
 $\frac{1}{2} \text{TEMPO DI SICURO IDE}$   
 Potenza → 250W (100, 50)  
 Potenza → 500W (100, 50)

Prova A

$250 \times 100 = 25000$   
 $25000 \times 0,5 = 12500$

8. Indicare quali delle seguenti misure precauzionali è efficace nella prevenzione del microshock
- A. inserimento nella rete di un trasformatore di isolamento
  - B. inserimento nella rete di un interruttore differenziale ad alta sensibilità (10mA)
  - C. inserimento nella rete di interruttore magnetotermico
  - D. utilizzazione di impianto di messa a terra
  - E. utilizzazione di nodo equipotenziale
9. Un condensatore da defibrillatore da  $60\mu\text{F}$  è caricato a 360J e nel corso della scarica viene scaricato sinché la tensione non è eguale ad  $1/3$  della tensione iniziale. Al termine della scarica il condensatore conterrà ancora
- A. 180J
  - B. 120J
  - C. 90J
  - D. 40J
  - E. 20J
10. Utilizzando un apparecchio per elettrochirurgia ad alta frequenzadi tipo CF e con stadio d'uscita totalmente isolato (*flottante*), la corrente di dispersione a radiofrequenza non è accettabile se
- A. maggiore di  $10\mu\text{A}$
  - B. maggiore di  $100\mu\text{A}$
  - C. maggiore di 1mA
  - D. maggiore di 10mA
  - E. maggiore di 150mA
11. Indicare quale caratteristica dell'amplificatore, tra le seguenti, garantisce una contenuta interferenza di rete in presenza di elettrodi con impedenza differente:
- A. amplificazione dell'intera catena molto elevata
  - B. tensione di alimentazione degli stadi superiore a 5 V
  - C. basso rumore riferito all'ingresso
  - D. elevata impedenza di ingresso
  - E. elevato CMRR
12. Considerando un prelievo bipolare di segnale EEG, il segnale ottenuto come differenza da due elettrodi contigui
- A. è massimo se la sorgente è molto lontana da entrambi gli elettrodi
  - B. è massimo se la sorgente è posizionata in maniera simmetrica rispetto ai due elettrodi (a metà tra i due elettrodi)
  - C. è massimo se la sorgente si trova sotto uno dei due elettrodi
  - D. è massimo se la sorgente è prossima all'elettrodo di riferimento
  - E. ha intensità che non dipende dalla posizione della sorgente rispetto agli elettrodi
13. In un apparecchio per emodialisi la formazione di coaguli nel circuito extracorporeo può essere dovuta, principalmente,
- A. a temperatura troppo bassa del dialisato
  - B. a temperatura troppo alta del dialisato
  - C. a concentrazione errata del dialisato
  - D. ad arresto della pompa che determina il flusso nel circuito extracorporeo
  - E. ad arresto della pompa del concentrato di dialisi
14. La durata della scarica di un defibrillatore (tutte le fasi) è dell'ordine
- A. dei microsecondi
  - B. delle decine di microsecondi
  - C. dei millisecondi
  - D. delle decine di millisecondi
  - E. dei secondi
15. Un elettrobisturi con stadio di uscita isolato (flottante) eroga su un resistore da  $200\Omega$  una potenza di 200W. La corrente che scorre nel resistore avrà valore pari a
- A.  $1A_{\text{eff}}$
  - B.  $1A_p$
  - C.  $1A_{\text{pp}}$
  - D.  $1,4A_{\text{eff}}$
  - E.  $1,4A_p$

$$P = I^2 R$$
$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{1}$$

20 10 11 12 13 14 15

8. L'alta tensione necessaria per caricare il condensatore di un defibrillatore è ottenuta
- A. mediante molti accumulatori messi in serie, sino ad ottenere la tensione voluta
  - B. mediante un trasformatore induttivo elevatore di tensione al primario del quale è applicata direttamente la tensione continua prodotta dall'accumulatore
  - C. mediante un amplificatore di tensione lineare realizzato mediante amplificatori operazionali
  - D. mediante un moltiplicatore di tensione a diodi alimentato direttamente dall'accumulatore
  - E. mediante un DC/DC converter alimentato dalla tensione continua dell'accumulatore
9. Per caricare all'energia di 350J un condensatore da 50  $\mu\text{F}$  la tensione tra le piastre dovrà essere di circa
- A. 1500 V
  - B. 2700 V
  - C. 3700 V
  - D. 4500 V
  - E. 6000 V
10. L'impulso di scarica di un defibrillatore ha durata dell'ordine di
- A. 1  $\mu\text{s}$
  - B. 100  $\mu\text{s}$
  - C. 10 ms
  - D. 500 ms
  - E. 5s
11. Nella catena di amplificazione di un amplificatore per elettrocardiografia il filtro antitremore è *ECG*
- A. un filtro passaalto con frequenza di taglio di 30 - 40 Hz
  - B. un filtro passabanda centrato attorno a 50 Hz
  - C. un filtro rigettabanda centrato attorno a 50 Hz
  - D. un filtro passabasso con frequenza di taglio di 30 - 40Hz
  - E. di Butterworth con frequenza di taglio di 30 - 40 Hz
12. In un elettrocardiografo, al fine di avere una sensibilità di 1mV/mm, tipicamente il guadagno è di *ECG*
- A. 20 dB
  - B. 40 dB
  - C. 60 dB
  - D. 80 dB
  - E. 100 dB
13. In elettroencefalografia, il sistema 10 - 20 prescrive *ECG*
- A. la posizione di tutti gli elettrodi normalmente utilizzabili per una registrazione ma non necessariamente utilizzati
  - B. il posizionamento di un insieme di 10 o 20 elettrodi disposti sullo scalpo
  - C. la posizione di tutti gli elettrodi da utilizzare per una registrazione
  - D. la posizione di tutti gli elettrodi da utilizzare in un montaggio per potenziali evocati uditivi
  - E. la posizione di tutti gli elettrodi da utilizzare in un montaggio per potenziali evocati somatosensoriali
14. In elettrocardiografia *ECG*
- A. le derivazioni agli arti sono sei e linearmente indipendenti
  - B. le derivazioni agli arti sono sei delle quali 3 linearmente indipendenti
  - C. le derivazioni agli arti sono sei delle quali 2 linearmente indipendenti
  - D. le derivazioni agli arti sono 12 delle quali 8 linearmente indipendenti
  - E. le derivazioni agli arti sono tre delle quali 2 linearmente indipendenti
15. Elettrodi con superficie di contatto in oro sono
- A. perfettamente non polarizzabili
  - B. prevalentemente non polarizzabili
  - C. perfettamente polarizzabili
  - D. prevalentemente non polarizzabili
  - E. non adatti alla registrazione di biopotenziali di qualunque natura
- usau?*

8 9 10 11 D 12 F 13 A 14 C 15 E

TEMA D'ESAME 8 FEBBRAIO 2013



$R_i = 100 \text{ M}\Omega$

Un amplificatore differenziale di tipo CF per segnali biologici è collegato ad un paziente tramite elettrodi non polarizzabili, dei quali si conosce unicamente la componente resistiva del modello che ha valore pari a  $100 \text{ k}\Omega$ . L'elettrodo di riferimento utilizzato è prevalentemente resistivo ed ha valore pari ad  $1 \text{ k}\Omega$ .

Sapendo che il paziente è accoppiato alla rete elettrica da una capacità parassita di  $10 \text{ pF}$  ed alla terra da una capacità parassita di  $1 \text{ nF}$ , a) calcolare l'ampiezza del segnale di modo comune all'ingresso dell'amplificatore dovuto all'accoppiamento con la rete elettrica; a tal fine si sappia ancora che la capacità parassita verso terra dell'amplificatore ha valore pari a  $100 \text{ pF}$ . Sapendo inoltre che l'amplificatore differenziale ha CMRR pari a  $88 \text{ dB}$  e che le impedenze degli elettrodi di riferimento differiscono del 10% del loro valore nominale b) calcolare ancora l'ampiezza dell'interferenza di rete riferita all'ingresso dell'amplificatore.

$V_c = 62,2 \mu\text{V}$   
 $V_{\text{int}} = 87 \text{ nV}$



ESERCITAZIONE (VALORI DIVERSI)

Un elettrobisturi con stadio di uscita isolato (flottante) lavora alla frequenza di  $1,5 \text{ MHz}$  ed in modalità di taglio eroga sul paziente, modellizzato mediante un resistore del valore di  $200 \Omega$ , una potenza di  $200 \text{ W}$ . Ricavare il valore efficace della corrente che percorre il percorso alternativo attraverso il chirurgo sapendo che il percorso stesso è modellizzabile come la serie di un resistore con resistenza pari a  $1 \text{ k}\Omega$  e di un condensatore con capacità di  $1 \text{ nF}$  e che la capacità parassita verso terra dello stadio di uscita dell'elettrobisturi è pari a  $50 \text{ pF}$ .

$I_{\text{eff}} = 82 \text{ mA}$

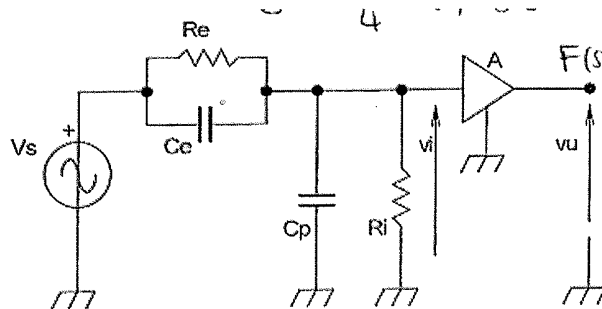


Descrivere, utilizzando anche disegni esplicativi, come ottenere il valore dell'illuminazione restante con due maschere e cilindro di una lampada scialitica.

TEMA D'ESAME 22 FEBBRAIO 2013



La figura sottostante riporta la modellizzazione di uno stadio di prelievo monopolare nel quale l'elettrodo esplorante ha un accoppiamento parassita ( $C_p$ ) con il potenziale di riferimento. Sapendo che  $R_e$  e  $C_e$  sono relativi ad un elettrodo in Ag-AgCl circolare del diametro di  $10 \text{ mm}$  ( $R_e = 40 \text{ k}\Omega$  e  $C_e = 40 \text{ nF}$  per elettrodi della superficie di  $1 \text{ cm}^2$ ) e sapendo inoltre che  $C_p = 1 \text{ nF}$  ed  $R_i = 100 \text{ k}\Omega$ , disegnare il diagramma di Bode approssimato del modulo della funzione di trasferimento  $F(s) = \frac{v_i}{v_s}$  e dire se il sistema è adatto al prelievo di segnale elettrocardiografico.



TEMA D'ESAME 6 SETTEMBRE 2013



Un amplificatore differenziale per segnali biologici di tipo CF, avente resistenza di ingresso pari a 500 MΩ, è collegato ad un paziente tramite elettrodi non polarizzabili, dei quali si conosce unicamente la componente resistiva del modello che ha valore pari a 50kΩ. L'elettrodo di riferimento utilizzato è identico agli elettrodi utilizzati per il prelievo del segnale.

Sapendo che il paziente è accoppiato alla rete elettrica da una capacità parassita di 20pF ed alla terra da una capacità parassita di 2nF a) calcolare l'ampiezza del segnale di modo comune all'ingresso dell'amplificatore dovuto all'accoppiamento con la rete elettrica; a tal fine si sappia ancora che la capacità parassita verso terra dell'amplificatore ha valore pari a 10nF. Sapendo inoltre che l'amplificatore differenziale ha CMRR pari a 92dB e che le impedenze degli elettrodi di riferimento differiscono del 10% del loro valore nominale b) calcolare l'ampiezza dell'interferenza di rete riferita all'ingresso dell'amplificatore separandone le componenti. c) In ultimo si dica se la condizione considerata consente il prelievo di segnale ECG di buona qualità, giustificando la risposta.

$$V_{RMS0} = 202 \mu V$$



Un elettrobisturi con stadio di uscita isolato (flottante) lavora alla frequenza di 1,5 MHz ed in modalità di taglio eroga sul paziente, modellizzato mediante un resistore del valore di 200Ω, una potenza di 300W. Ricavare il valore efficace della corrente che percorre il percorso alternativo attraverso il chirurgo sapendo che il percorso stesso è modellizzabile come la serie di un resistore con resistenza pari a 1kΩ e di un condensatore con capacità di 2nF e che la capacità parassita verso terra dello stadio di uscita dell'elettrobisturi è pari a 100pF.

$$I = 0,164 A = 164 mA \text{ OK!}$$



In un locale la rete di distribuzione dell'energia elettrica è protetta mediante interruttore magnetotermico ( $I_n = 25 A$ ) e nel locale è presente un impianto di terra con resistenza verso terra pari a 10Ω. Indicare il valore della tensione di contatto in caso di perdita di isolamento di un utilizzatore. Sapendo poi che un potenziale infortunato è riferito a terra mediante calzature isolanti con capacità pari a 2nF (considerando l'effetto di entrambi i piedi insieme), calcolare la corrente che percorrerebbe l'infortunato se toccasse un punto al potenziale di contatto con il palmo della mano (resistenza di contatto pari ad 1kΩ). Si trascuri la resistenza dei tessuti dell'infortunato. Per un contatto della durata di 2s l'infortunato è a rischio di fibrillazione ventricolare? L'impianto di terra soddisfa i requisiti normativi? Se i requisiti normativi non dovessero essere soddisfatti come si dovrebbe modificare l'impianto per soddisfarli?

$$\begin{aligned} \text{MREDA, } V_c &= 220V \\ I_p &= 138 \mu A \\ R_t &< 0,86 \Omega \end{aligned}$$

2mV  
ECG 2μV-

- 2) Un elettrobisturi con stadio di uscita flottante lavora alla frequenza di 800 kHz ed in modalità di taglio eroga sul paziente, modellizzato mediante un resistore del valore di 200Ω, una potenza di 300W. Ricavare il valore efficace della corrente che percorre il percorso alternativo attraverso il chirurgo sapendo che il percorso stesso è modellizzabile come la serie di un resistore con resistenza pari a 500Ω e di un condensatore con capacità di 1nF e che, quando l'elettrodo attivo è collegato a terra, mentre l'elettrobisturi continua ad erogare la potenza nominale al paziente, la massima corrente a radiofrequenza è pari a 50mA<sub>eff</sub>.

$$C_p = 20,3 \text{ pF}$$

$$Z_{EQ} \approx 10 \text{ k}\Omega$$

$$I_d = 29,5 \text{ mA}$$

$$R_1 = 7,92 \text{ M}\Omega$$

$$V_{IRN}$$

$$|Z| = 5,08 \text{ k}\Omega$$

$$I_d = \frac{V}{|Z|} = 98 \text{ mA}$$

↓  
Condizione  
di abbattimento  
energetico

Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati non saranno valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.

## Bioingegneria elettronica

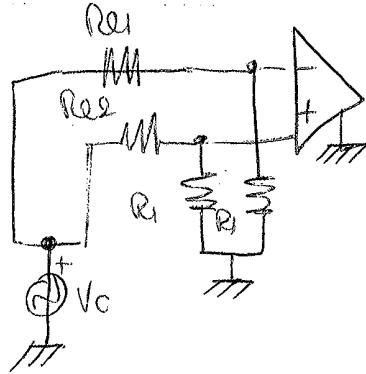
4 settembre 2008

Cognome: ..... Nome: .....

Matricola: .....



Un amplificatore per biopotenziali ha CMRR pari a 114 dB. Sapendo che la resistenza di ingresso per il modo comune è pari a  $1,5 \text{ G}\Omega$  e che il guadagno di modo differenziale è pari a 54 dB, indicare il massimo valore di sbilanciamento dei moduli delle impedenze d'elettrodo (elettrodi perfettamente non polarizzabili) che consente di avere un contributo all'interferenza di rete all'uscita dovuto allo sbilanciamento dei resistori minore o eguale a quello dovuto al CMRR finito.




---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati potranno non essere valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.

$$\Delta R_e = 2,993 \text{ k}\Omega$$



**NO** 3) Disegnare lo schema a blocchi di un emodializzatore in grado di eseguire ultrafiltrazione e commentare brevemente le funzioni di ogni blocco.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati potranno non essere valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.**





4) Indicare, in ordine di probabilità decrescente (motivato), le possibili cause di comparsa di ustioni al di sotto dell'elettrodo dispersivo di un elettrobisturi nel corso di un intervento chirurgico della durata di circa 2 ore ed indicare le precauzioni da adottare caso per caso.

- o P. DISTACCO E.D. ← MOVIM  
WAGO ERR  
E.D. ERR
- ME + SPLIT
- o P TRP ELEVATA  
o GIUSTA x TRP TEMPO

Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati non saranno valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.



Un sistema per il prelievo di biopotenziali con ingresso differenziale ha un'amplificazione pari a 1000, una resistenza di ingresso  $R_i$  pari a  $100M\Omega$  ed è alimentato tra  $+12V$  e  $-12V$ . Si intende utilizzare con l'amplificatore una coppia di elettrodi in Ag-AgCl aventi un'impedenza cute-elettrodo il cui modulo, alla frequenza di rete, è pari rispettivamente a  $50k\Omega$  e  $75k\Omega$ . Sapendo che sul paziente è presente una tensione di modo comune di ampiezza pari ad  $1V_{eff}$ , determinare l'ampiezza dell'interferenza di rete all'uscita dell'amplificatore, nell'ipotesi che quest'ultimo abbia CMRR infinito. Dire inoltre se l'interferenza di rete ha ampiezza tale da causare saturazione dell'amplificatore. Determinare infine il valore della resistenza di ingresso che consentirebbe di avere un valore dell'ampiezza dell'interferenza di rete riferita all'ingresso pari ad  $1\mu V_{eff}$ .

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati potranno non essere valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.

$$V_{in} = 0,25 \text{ mV}_{eff} \text{ (no sat)} \rightarrow \cdot Ad !! 0,25 V_{eff}$$
$$R_i = 25 \text{ G}\Omega$$

U

## Bioingegneria elettronica

15 luglio 2010

Cognome: .....

Nome: .....

Matricola: .....

- X Un amplificatore per biopotenziali ha CMRR pari a 112 dB. Sapendo che la resistenza di ingresso per il modo comune è pari a  $1,5 \text{ G}\Omega$  e che il guadagno di modo differenziale è pari a 54 dB, indicare il massimo valore di sbilanciamento dei moduli delle impedenze d'elettrodo (elettrodi perfettamente non polarizzabili) che consente di avere un contributo all'interferenza di rete all'uscita dovuto allo sbilanciamento dei resistori minore o eguale a quello dovuto al CMRR finito.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

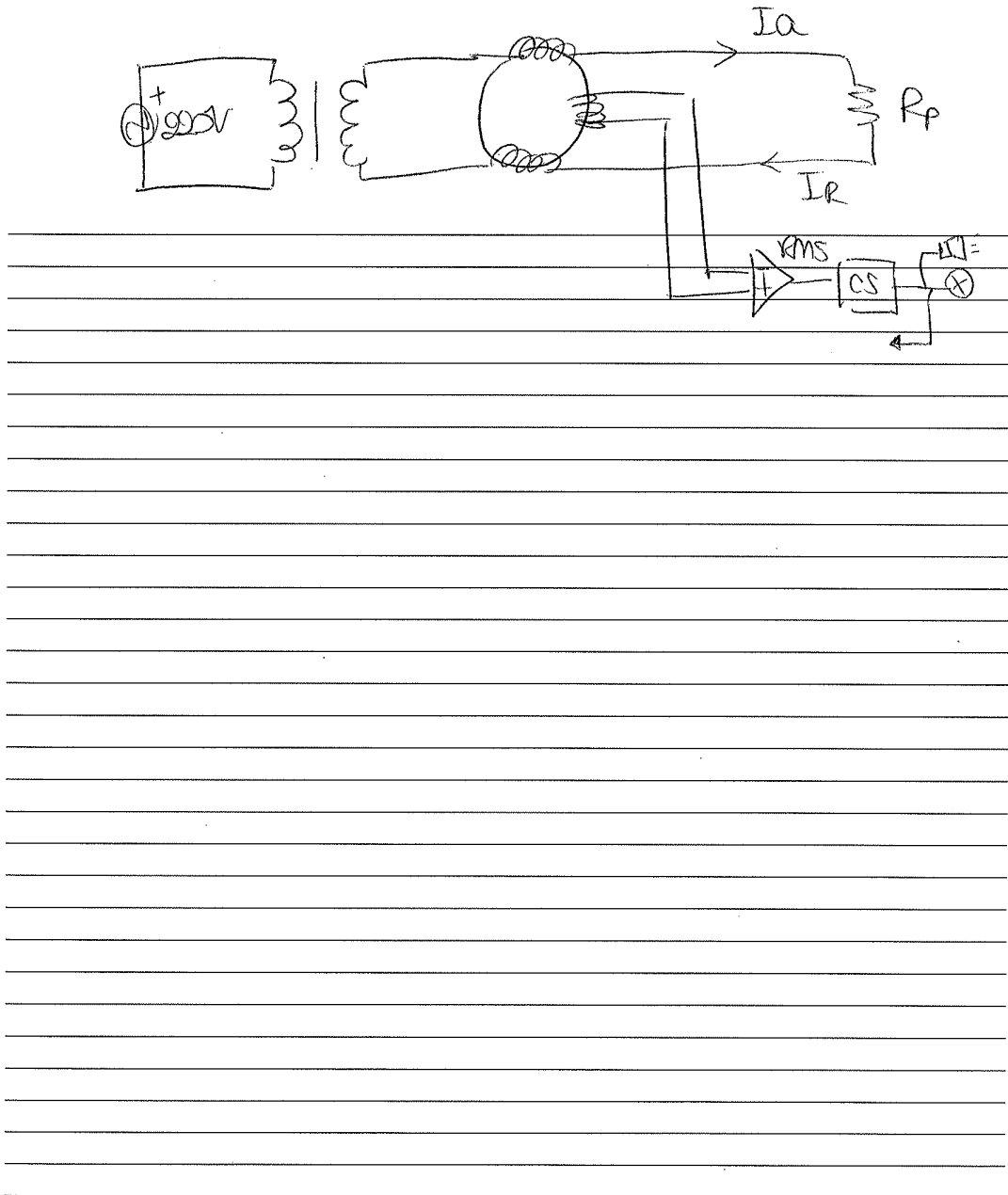
---

---

Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati potranno non essere valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.

$$\Delta R_{\text{max}} = 3,76 \text{ k}\Omega$$

~~Disegnare~~ Disegnare lo schema a blocchi del circuito "monitor paziente" di un elettrobisturi con stadio di uscita flottante e spiegare in modo succinto ma chiaro il funzionamento, i compiti d'ogni componente e le sue relazioni funzionali con gli altri componenti del sistema. Spiegare la necessità di introdurre tale sistema di sicurezza in apparecchi con uscita flottante.



Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati potranno non essere valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.





## Bioingegneria elettronica - A

16 febbraio 2012

Cognome: .....

Nome: .....

Matricola: .....



Un amplificatore per segnale elettromiografico deve lavorare con elettrodi in Ag-AgCl della superficie di  $1 \text{ mm}^2$ . Sapendo che elettrodi in Ag-AgCl aventi superficie di  $1 \text{ cm}^2$  hanno  $R_w = 40 \text{ k}\Omega$  e  $C_w = 40 \text{ nF}$ , **a)** determinare il minimo valore della resistenza di ingresso dell'amplificatore che garantisce, quando sul paziente è presente un segnale di modo comune pari ad  $1 \text{ V}_p$  e lo sbilanciamento tra le impedenze degli elettrodi è pari al 5% del valore della componente resistiva dell'impedenza di elettrodo, un'interferenza di rete riferita all'ingresso di ampiezza minore o eguale a  $10 \mu\text{V}_p$ . **b)** Determinare quindi il CMRR necessario perché l'interferenza di rete dovuta all'amplificazione di modo comune non superi quella dovuta allo sbilanciamento degli elettrodi. **c)** Determinare infine il massimo valore della corrente di polarizzazione dell'amplificatore che consente allo stesso di operare correttamente, sapendo che esso è alimentato tra +5V e -5V.

Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati non saranno valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.

$$R_{i\min} = 20 \text{ k}\Omega \quad I_{e\max} = 1,25 \mu\text{A}$$
$$\text{CMRR} = 100 \text{ dB}$$



Dopo aver disegnato il banco di misura necessario, descrivere in modo succinto ma completo, la procedura da seguire per realizzare il diagramma a tromba massimo di una pompa di infusione.

Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati non saranno valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.

2) Un elettrobisturi con stadio di uscita flottante lavora alla frequenza di 800 kHz ed in modalità di taglio eroga sul paziente, modellizzato mediante un resistore del valore di  $200\Omega$ , una potenza di 300W. Ricavare il valore efficace della corrente che percorre il percorso alternativo attraverso il chirurgo sapendo che il percorso stesso è modellizzabile come la serie di un resistore con resistenza pari a  $500\Omega$  e di un condensatore con capacità di 1nF e che, quando l'elettrodo attivo è collegato a terra, mentre l'elettrobisturi continua ad erogare la potenza nominale al paziente, la massima corrente a radiofrequenza è pari a  $50mA_{eff}$ .

~~$I_d = 29mA$~~

SPOTATO IDENTICO 

~~DEVO TROVARE Cp~~

$I_D$  VAUANTATA DURANTE L'EROGAZIONE DELLA POTENZA SU PAZIENTE  $\rightarrow$  USO T. SOSTITUZIONE

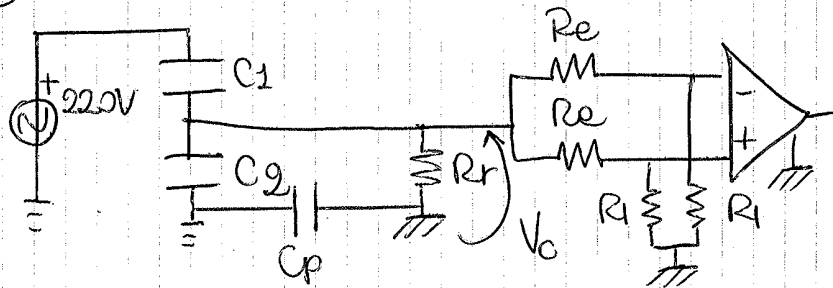
$\Phi \left[ \frac{1}{E} \right] \rightarrow V_{\Phi}^+ V = \sqrt{PR^2}$

$I_D$  VAUANTATA x una connessione DIRETTA DELL'E. ATTIVO A TERRA SENZA EROGARE POTENZA SU PAZIENTE, BISOGNA CONSIDERARE LA  $R_p$  x SAPERE QUANTA TENSIONE DEVE CADERE SU PAZIENTE MA SOLO x POI RISSANIRE ALL'EQ. DI THEVENIN DELL'STADIO DI USCITA DELL'EB  
NON USO T. SOSTI, MA MODELLIZZO LO STADIO DI USCITA CON IL SUO EQ. DI THEVENIN

Gli elaborati scritti in modo illeggibile o troppo disordinati non saranno valutati. Non scrivere sulla facciata posteriore.

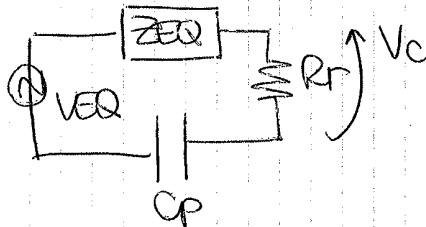
8 FEB 2013

①



- $R_e = 10^5 \Omega$
- $R_r = 10^3 \Omega$
- $C_1 = 10 \cdot 10^{-12} \text{ F}$
- $C_2 = 10^{-9} \text{ F}$
- $R_1 = 10^8 \Omega$
- $C_p = 100 \cdot 10^{-12} \text{ F}$

Essendo  $R_1 \gg R_e$ , possiamo semplificare il circuito



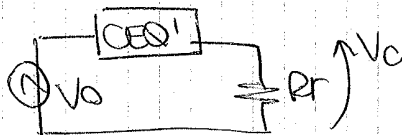
Dove  $V_{EQ}$  e  $Z_{EQ}$  sono l'equivalente di THEVENIN che modella il paziente

$$V_{EQ} = V_0 = 220 \frac{C_1}{C_1 + C_2} = 220 \frac{10^{-11}}{1,01 \cdot 10^{-9}}$$

$$V_0 = 217,82 \cdot 10^{-2} = 2,178 \text{ V}$$

$$Z_{EQ} = \frac{1}{S(C_1 + C_2)} = C' = C_1 \text{ serie } C_2$$

e successivamente



$$CED' = \frac{C_p(C_1 + C_2)}{C_p + C_1 + C_2} = \frac{1,01 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{-10}}{1,11 \cdot 10^{-9}}$$

$$CED' = 9,099 \cdot 10^{-11} = 90,99 \cdot 10^{-12} \approx$$

$$CED' \approx 91 \text{ pF}$$

~~$|V_c| = \frac{V_0}{\sqrt{R_r^2 + \left(\frac{1}{\omega CED'}\right)^2}}$~~

~~$\frac{1}{\omega CED'} = \frac{10^{12}}{2\pi \cdot 60 \cdot 91} = \frac{10^{10}}{1191} \Rightarrow R_r$  (Rr misurabile)~~

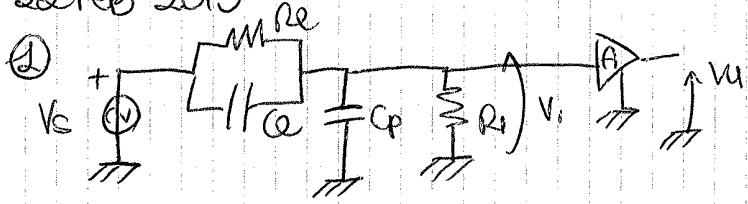
$$|V_c| = V_0 \omega CED' = 0,324 \mu\text{V}$$

$$V_c = \frac{V_0 R_r}{R_r + \frac{1}{S CED'}} = V_0 \frac{R_r S CED'}{R_r S CED' + 1}$$

$$|V_c| = V_0 \frac{R_r \omega CED'}{\sqrt{1 + (R_r \omega CED')^2}} = 6,2206 \cdot 10^{-5} = 62,27 \mu\text{V}$$

misurabile

22 FEB 2013



$d = 10 \text{ mm}$

$S = \pi r^2 = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi d^2}{4} = 78,54 \text{ mm}^2 = 0,7854 \text{ cm}^2$

$R_e = \frac{40 \text{ k}\Omega}{S} = 50,93 \text{ k}\Omega \cong 51 \text{ k}\Omega$

$C_c = 40 \text{ nF} \cdot S = 31416 \text{ nF}$

$C_p = 1 \text{ nF}$

$R_1 = 100 \text{ k}\Omega$

$$F(s) = \frac{V_i}{V_s}$$

$$G_e + G_i = \frac{1}{R_e} + \frac{1}{R_1} = \frac{R_1 + R_e}{R_e R_1}$$

$$\frac{G_e}{G_e + G_i} = \frac{1}{R_e \left(\frac{R_1 + R_e}{R_e R_1}\right)} = \frac{R_1}{R_1 + R_e}$$

$$V_i = \frac{G_e + s C_c}{G_e + s C_c + G_i + s C_p} V_s = \frac{G_e (1 + s C_c R_e)}{(G_e + G_i) \left(\frac{s (C_c + C_p)}{G_e + G_i} + 1\right)} V_s$$

$$V_i = \frac{G_e + s C_c}{G_e + G_i + s (C_c + C_p)} V_s$$

$$F(s) = \frac{V_i}{V_s} = \left(\frac{G_e}{G_e + G_i}\right) \frac{(1 + s C_c R_e)}{\left(1 + s \frac{(C_c + C_p) R_e R_1}{R_e + R_1}\right)}$$

$$f_z = \frac{1}{2\pi C_c R_e} = \frac{10^9}{2\pi \cdot 31,4 \cdot 51 \cdot 10^3} = 99,33 \text{ Hz}$$

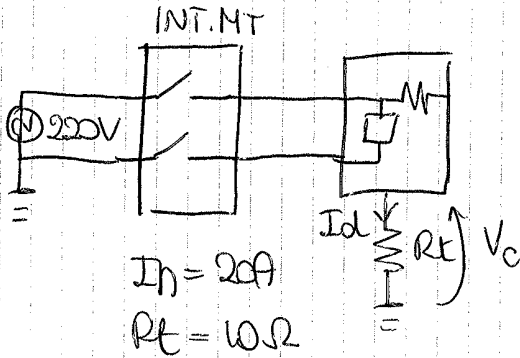
$$f_p = \frac{R_e + R_1}{2\pi (C_c + C_p) R_e R_1} = \frac{151 \cdot 10^3 \cdot \omega^{-1}}{2\pi \cdot 32,4 \cdot 10^6 \cdot 51 \cdot 10^3} = 199,4 \text{ Hz}$$

$$s \rightarrow 0 \quad K_0 = \frac{R_1}{R_1 + R_e} = \frac{10^5}{151 \cdot 10^3} = 0,6622 \rightarrow -3,58 \text{ dB}$$

$$s \rightarrow \infty \quad K_\infty = \frac{R_1 C_c R_e (R_e + R_1)}{R_e R_1 (C_c + C_p) R_e R_1} = \frac{R_1 C_c (R_e + R_1)}{(C_c + C_p) R_e R_1}$$

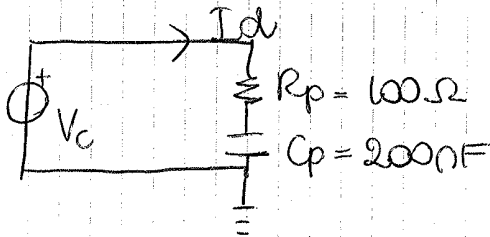
$$K_\infty = \frac{C_c}{C_c + C_p} = 0,97 \rightarrow -0,27 \text{ dB}$$

③



$I_n = 20A$   
 $R_t = 10\Omega$

$V_c = I_d R_t = 0,220V$   
 $V_c = 200V > 220V$  il minore  
 $V_c = 200V$



$|I_d| = \frac{V_c}{|Z_{eq}|}$   
 $|Z_{eq}| = \sqrt{R_p^2 + \left(\frac{1}{\omega C_p}\right)^2}$

$\left(\frac{1}{\omega C_p}\right) = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 200 \cdot 10^{-9}} = \frac{10^9}{2\pi \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10^3} = \frac{10^5}{2\pi} = \frac{5 \cdot 10^4}{\pi}$

$\left(\frac{1}{\omega C_p}\right)^2 = 253302959,1$   $R_p^2$  è trascurabile

$|Z_{eq}| = \sqrt{10000 + 253302959,1} = \frac{1}{\omega C_p} \approx 15,0 k\Omega$

$|I_d| = 0,0125A = 12,5 mA$

Se  $t = 2s$

no rischio di FU. ( $I_d < 500mA$ )

L'impianto di terra non soddisfa i requisiti formativi

xk  $V_c > 24V$ , x soddisfarli

$V_c = 24V, I_{dmax} = 20A \quad R_t = \frac{V_c}{I_d} = 1,2\Omega$

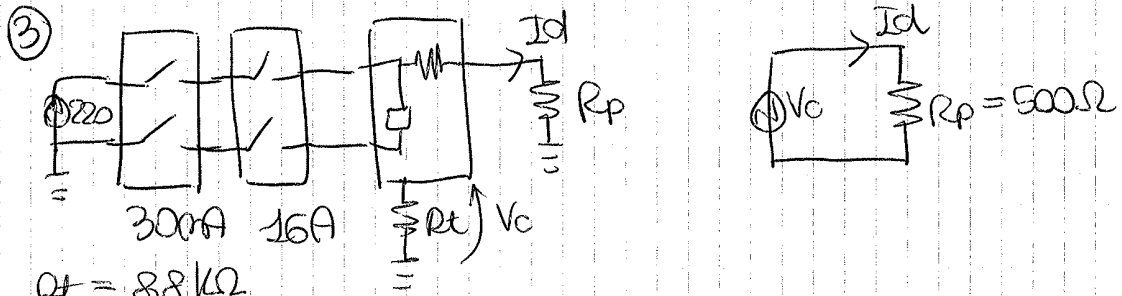
$R_t < 1,2\Omega$

②  $P = 350W$  Se  $C_p = 100pF$   $I_{dmax}$   
 $R_p = 200\Omega = R_G$  Se  $I_d < 100mA$   $C_{pmax}$   $\left(\frac{1}{\omega C_p}\right) = \sqrt{\left(\frac{V}{I}\right)^2 - R_G^2} \omega$   
 $f = 1 MHz$

$V_{eq} = 2V = 2\sqrt{PR} = 529,15V$

$C_p = \frac{1}{\omega V} = 30,1 pF$

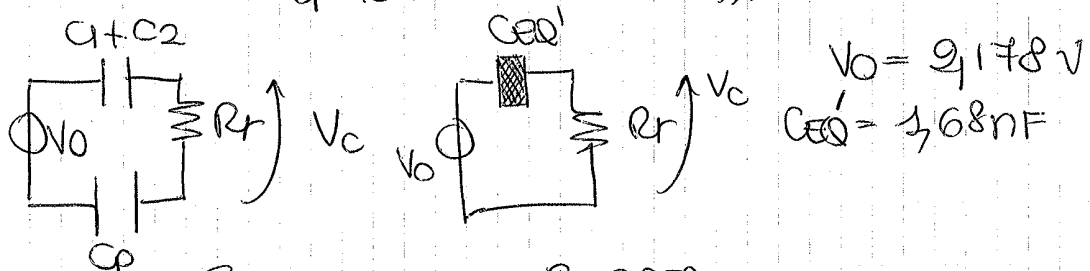
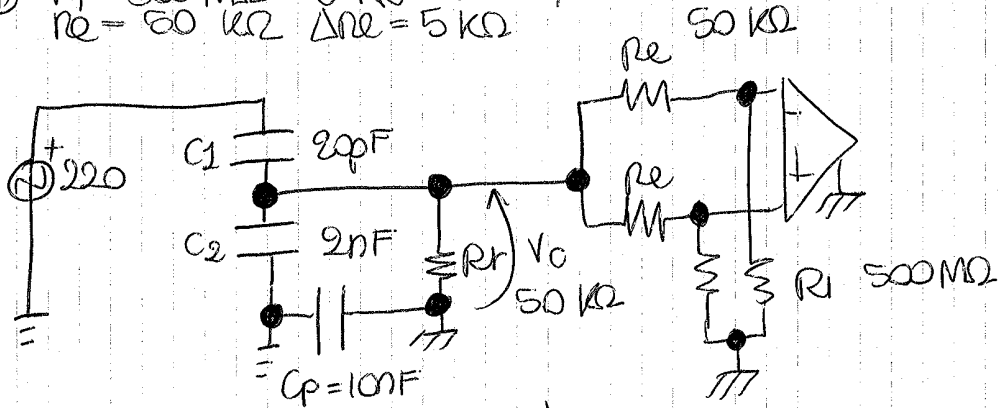
$|I_{dmax}| = \frac{V_{eq}}{|Z_{eq}|}$   $|Z_{eq}| = \sqrt{R_G^2 + \left(\frac{1}{\omega C_p}\right)^2} \approx 160A, 1$   
 $I_{duax} \approx 330 mA$



$R_t = 8,8 \text{ k}\Omega$   
 $V_c = I_{dmax} R_t = 267 \text{ V} \rightarrow V_c = 220 \text{ V}$   
 $I_d = \frac{V_c}{R_p} = 0,44 \text{ A} = 440 \text{ mA} \quad t = 10 \text{ s} \rightarrow \text{F.U.}$

6 settembre 2013

①  $R_1 = 500 \text{ M}\Omega$   $C_{MR2} = 39810,717 \approx 39811$   
 $R_2 = 50 \text{ k}\Omega$   $\Delta R_2 = 5 \text{ k}\Omega$



$$V_c = V_0 \frac{R_r}{\frac{1}{C_{eq}'} + R_r} = V_0 \frac{R_r \cdot C_{eq}'}{1 + R_r \cdot C_{eq}'}$$

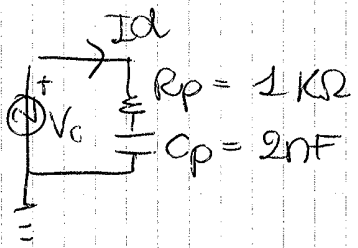
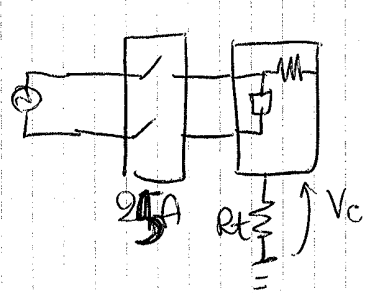
$$|V_c| = V_0 \frac{\omega R_r C_{eq}'}{\sqrt{1 + (\omega R_r C_{eq}')^2}} = V_0 \omega R_r C_{eq}' \approx 57,48 \text{ mV}$$

→ misurabile

$$V_{IRMS} = \frac{V_c}{\sqrt{2}} + \frac{V_c \Delta R_2}{R_1} = 3,99 \mu\text{V} + 0,575 \mu\text{V} = 4,57 \mu\text{V}$$

onde P: 50-150 μV  
 L'interferenza è più bassa della più piccola onda del ciclo considerato

③



$I_d = 20A$   
 $R_t = 10\Omega$   
 $V_c = 250V \rightarrow V_c = 220V$   
 $I_d = \frac{V_c}{|Z_{eq}|}$

$|Z_{eq}| = \sqrt{R_p^2 + \left(\frac{1}{j\omega C_p}\right)^2}$   
 $\left(\frac{1}{\omega C_p}\right)^2 = \left(\frac{10^2 \cdot 27}{2 \cdot 2\pi \cdot 50}\right)^2 = \frac{10^4}{4\pi^2}$

$R_p^2$  è trascurabile

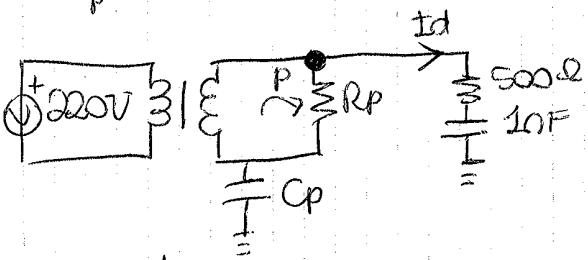
$I_d = \frac{V_c}{\frac{1}{\omega C_p}} = V_c \omega C_p = 438 \cdot 10^{-4} = 0,138mA = 138\mu A$

$t = 2s$   $I_d < 500\mu A$  sotto soglia percezione  
 NO REQUISITI

$R_t < \frac{27}{I_d} = 0,96\Omega$

2 FEB 2012

②  $f = 800 kHz$   
 $P = 300W$   $V = \sqrt{PR} = 245V$   
 $R_p = 200\Omega$



$\frac{1}{\left(\frac{V_{EQ}}{I_{dmax}}\right)^2 - R_G^2} \omega = C_p$   
 $C_p = 20,3pF$

$\left(\frac{1}{\omega C_p}\right)^2 = \left(\frac{V}{I}\right)^2 - R_G^2$   
 $Z_{eq} = \sqrt{R_p^2 + \left(\frac{1}{\omega C_p}\right)^2} \approx 10k\Omega$   
 $I_d = 24,5mA$   
 $C_{REQ} = 19,9pF$

$V_{EQ} = 990V$   $R_G = R_p$   
 $I_{dmax} = 50mA$   
 $I_{dmax} = \frac{V_{EQ}}{|Z_{eq}|} = \frac{V_{EQ}}{\sqrt{R_G^2 + \left(\frac{1}{\omega C_p}\right)^2}}$

$\left(\frac{V_{EQ}}{I_{dmax}}\right)^2 = \left(\frac{V_{EQ}}{I_{dmax}}\right)^2$



7 marzo 2011

$R_1 = 10^6 \Omega$  ①

$d = 8 \text{ mm}$   $S = 50,2655 \text{ mm}^2 = 0,50266 \text{ cm}^2$

$R_e \approx 39,8 \text{ k}\Omega$

$C_e = 20,1062 \text{ nF}$

$CMRR = \infty$   $N = V_{IRV} = 3,89 \text{ mV}_{RMS}$

$\Delta R_e = 3,98 \text{ k}\Omega$

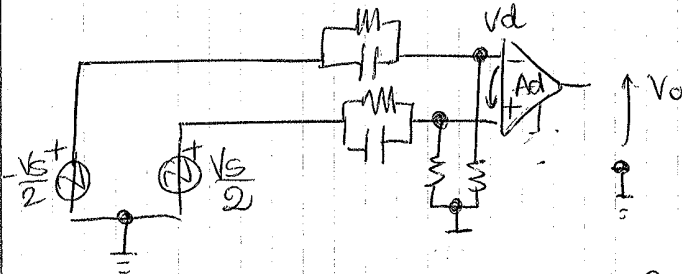
$V_c = 1 \text{ V}_{RMS}$

$(C_e)_{Ref} = \frac{50 \mu\text{s}}{\text{cm}^2} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \text{ s}}{\text{cm}^2}$

$\frac{S}{N} = \frac{20 \mu\text{V}_{RMS}}{3,89 \text{ mV}_{RMS}} = 5 \cdot 10^{-3}$

$(R_e)_{Ref} = \frac{1}{50 \cdot 10^{-6}} \frac{\Omega}{\text{cm}^2} = \frac{20.000}{\text{cm}^2} = \frac{20 \text{ k}\Omega}{\text{cm}^2}$

$R_{e \oplus} \frac{1}{S_{ce}} = \frac{R_e / S_{ce}}{1 + R_e S_{ce}} = \frac{R_e / S_{ce}}{S_{ce}}$



$$V_o = A_d V_d = A_d (V^+ - V^-) = A_d \left( \frac{V_s}{2} \frac{R_1}{R_1 + \frac{R_e}{1 + s C_e R_e}} + \frac{V_s}{2} \frac{R_1}{R_1 + \frac{R_e}{1 + s C_e R_e}} \right)$$

$$= A_d V_s \left( \frac{R_1 (1 + s C_e R_e)}{R_e + R_1 + s C_e R_e R_1} \right) = A_d V_s \frac{R_1}{R_1 + R_e} \left( \frac{1 + s C_e R_e R_1}{1 + \frac{s C_e R_e R_1}{R_e + R_1}} \right)$$

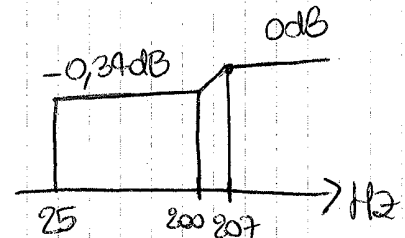
$$\frac{V_o}{A_d V_s} = \frac{R_1}{R_1 + R_e} \left( \frac{1 + s C_e R_e R_1}{1 + \frac{s C_e R_e R_1}{R_e + R_1}} \right)$$

$K_o = \frac{R_1}{R_1 + R_e} = 0,9617 \rightarrow -0,34 \rightarrow$  qui segnale basso

$K_{po} = \frac{R_1}{R_1 + R_e} \frac{s C_e R_e R_1}{s C_e R_e R_1} = 1 \rightarrow 0$

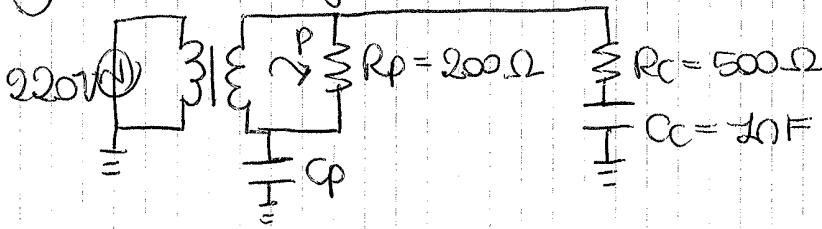
$f_p = \frac{1}{2\pi C_e R_e} = 198,89 \text{ Hz} \rightarrow f_{inf}$

$f_e = \frac{R_e + R_1}{2\pi C_e R_e R_1} = 206,8 \text{ Hz} \rightarrow f_{sup}$

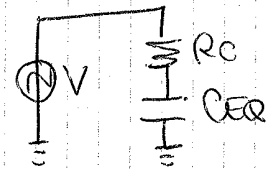
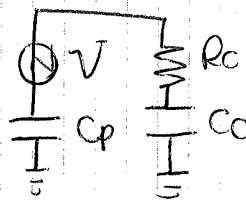


2 FEB 2012

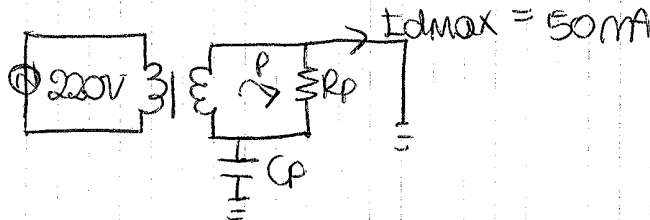
②  $P = 300W$   $f = 800kHz$



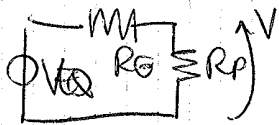
$V = \sqrt{PR} = 245V$



max

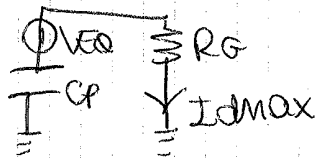


EQ THEVENIN



$VEQ = 2V = 490V$

$REQ = Rp = 17$  adattare ENERG



$$Cp = \frac{1}{\omega \sqrt{\left(\frac{VEQ}{Idmax}\right)^2 - REQ^2}} = 203 \cdot 10^{-11} = 20,3pF$$

$$|Id| = \frac{V}{|Z_{tot}|}$$

$$C_{EQ} = \frac{C_c C_p}{C_c + C_p} = 19,9pF$$

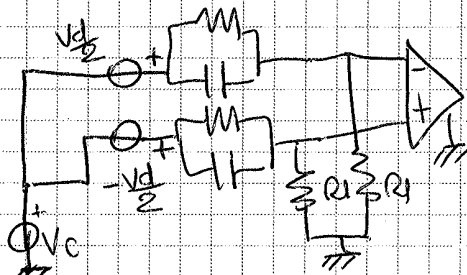
$$|Id| = \frac{V}{\sqrt{R_c^2 + \left(\frac{1}{\omega C_{EQ}}\right)^2}} = 98,95mA \approx 99mA$$

16 FEBBRAIO 2012

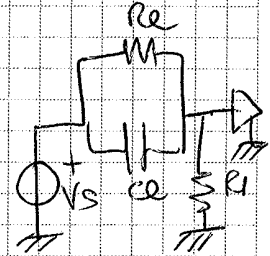
①  $S = 1 \text{ mm}^2 = 0,01 \text{ cm}^2$

$R_e = 4 \text{ M}\Omega$

$C_c = 0,4 \text{ nF} = 0,0004 \text{ pF}$



Il prelievo differenziale ha la stessa funzione di trasferimento del prelievo monopolare, GU e E sono simili



$$\frac{V_o}{V_s} = H(s) = \frac{R_l}{R_l + \frac{R_e}{1+s\tau}} = \frac{R_l(1+s\tau R_e)}{R_l + R_e + s\tau R_e R_l}$$

$$H(s) = \frac{R_l}{R_l + R_e} \frac{1+s\tau R_e}{1 + \frac{s\tau R_e R_l}{R_l + R_e}}$$

$V_c = 1 \text{ Vp}$   
 $\Delta R_e = 90 \text{ }\Omega$   
 $V_{cc} = 5$   
 $V_{IRN} < 10 \mu\text{Vp}$   
 $R_{min}$   
 $C_{MRR}$   
 $IB_{max}$

$V_{IRN} = V_c \frac{\Delta R_e}{R_l}$

$R_{min} = V_c \frac{\Delta R_e}{V_{IRN}} = 90 \text{ }\Omega$

$\frac{1}{C_{MRR}} = \frac{\Delta R_e}{R_l}$

$C_{MRR} = \frac{R_l}{\Delta R_e} = 100'000$

$C_{MRR} = 100 \text{ dB}$

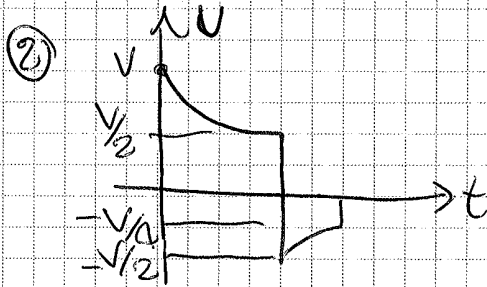
$|I_{Bmax}| < V_{cc}$

$I_B = 1,25 \mu\text{A}$

$V_c(t) = \frac{i}{C} T$

$P = V_c i_c$

$P_{istmax} = I V_F$



$E_p = 300 \text{ J}$   $E_I = ?$

$E_I = \frac{1}{2} C V^2$

$E_F = \frac{1}{2} C \left(\frac{V}{4}\right)^2 = \frac{1}{2} C V^2 \left(\frac{1}{16}\right) = \frac{E_I}{16}$

$E_I = E_p + E_F \Rightarrow \frac{15}{16} E_I = E_p$

$E_I = E_p \frac{16}{15} = 320 \text{ J}$

$P = \frac{E}{T} = 64 \text{ W}$

$V_F = \sqrt{\frac{2E}{C}}$   
 $Q = \frac{2E}{V_F}$   
 $I = \frac{Q}{\Delta T}$

$E = \int_0^T p(t) dt = P T$



Interflora YOUNG



SCONTO 10% su [www.interflorayoung.it](http://www.interflorayoung.it) con il COUPON FLOWERTOOL

② Indicare in ordine di importanza, decrescente (motivato) 3 prove di verifica periodica che dovrebbe essere eseguite periodicamente sulle lampade scialitiche appartenenti ad una azienda sanitaria, per ogni prova si indichila strumentazione necessaria.

Soltanto le prove di verifica periodica da eseguire sul apparecchi elettromedicali si ordinano in modo decrescente per ridurre il rischio di danni al paziente. L'ordine infatti si basa sul prodotto combinato di probabilità che accada l'evento avverso e gravità di quest ultimo.

1) la prima prova da eseguire è la misura delle correnti di dispersione, essa viene attuata utilizzando l'opportuno misuratore di corrente di dispersione (che non è un semplice amperometro)

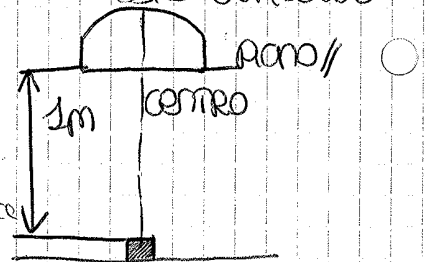
La prova si considera superata se le correnti misurate sono inferiori ai 100  $\mu$ A efficaci in condizioni erogando le lampade scialitiche in apparecchi elettromedicale di classe I e tipo B e minori di 50  $\mu$ A in condizioni di 1° grado.

2) la seconda prova è la misura dell'illuminazione al centro a LFC, essa viene effettuata grazie all'utilizzo di un rilevatore di un fotometro (luxmetro) ed un metro. Rispettando le misure riportate in figura la prova è superata se la misura di illuminazione non è sotto il 80% di quella nominale. Questa misura è molto importante che consente di ricavare altre informazioni che possono essere come % di errore (40/100 lux)

$\leq 2mA$  -  $\leq 5mA$  Dal corpo  
 $\leq 0$  -  $\leq 2mA$  Dall'incavo ecc?

- IRUM
- IRDM
- IRC
- IRCVM
- IRCM

si misura dopo aver regolato l'intensità di lu. a quella di REF (soltanto la max) e aver aspettato sul metro da luce

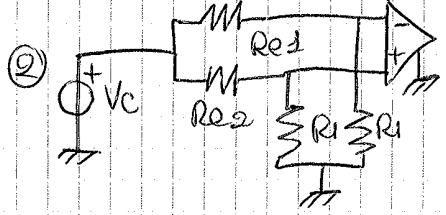
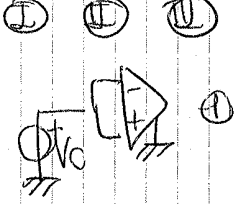


3) la terza prova è la misura della temperatura di colore a massima intensità e si misura grazie a un spettrometro/termocolorimetro, anch'essa non deve diminuire del 80% del suo valore nominale (3000K/6700K)

È importante che queste prove siano eseguite con una certa periodicità poiché sia le ① peggiorano che le ② e le ③ tendono a diminuire nel tempo

La periodicità dipende dalla tecnologia delle lampade e deve essere di 2/3 mesi max 1 anno.

④ REGISTRAZIONE ECG → DISTURBO DI RETE ANCHE DEL PAZIENTE RIFERITO ALLA TERRA DI PROTEZIONE OVVERO TRAMITE SEGUENTI CAUSE



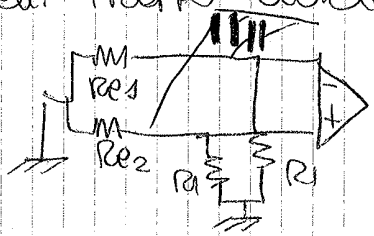
① CMRR TROPPO BASSO  
 Fa sì che l'amplificazione nel modo comune (Vc) RESPONSABILE DELL'INTERFERENZA MALDIRETTA, SIA TROPPO ELEVATA, POICHÉ  $CMRR = \frac{A_d}{A_c} \rightarrow A_c = \frac{A_d}{CMRR}$   
 IN INGRESSO ALL'AMPLIFICATORE AUREMMO INFATTI  
 $V_{IRN} = V_c A_c = V_c \frac{A_d}{CMRR}$

$$CMRR = \frac{A_d}{A_c}$$

$$A_c = \frac{A_d}{CMRR}$$

② RI BASSA  
 PORTA AD AVERE UN'INTERFERENZA DI RETE DAVUTA DALLO SQUILIBRAMENTO DEL 2 TERMINI ESPLORATORI TROPPO ELEVATA DELLE IMPEDENZE  
 A CAUSA DI  $\Delta R_e$  SI FORMA INFATTI UN MODO COMUNE CHE VIENE CONSIDERATO IN MODO DIFF. E ALL'INGRESSO DELL'AMP. ABBIAMO  
 $V_{IRN} = V_c \frac{\Delta R_e}{R_i}$   
 EVIDE ANCHE AMPLIFICATO DI  $A_d$

③ ACCOPPIAMENTO CAPACITIVO TRA I CAVETTI TROPPO ELEVATO  
 CHE PROVOCA  $V_{IRN} = V_d = U^+ - U^-$  ③  
 E L'UNICO CHE NON DIFENDE DA  $V_c$  CHE SPARISCE QUANDO COLLEGHIAMO IL PAZIENTE ALLA TERRA



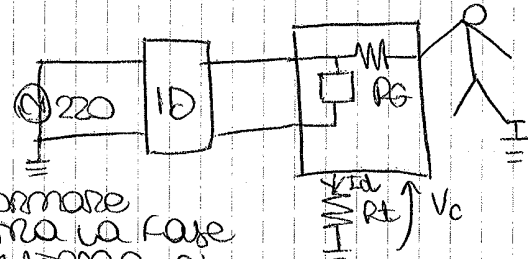
$$V_d = 0 \Leftrightarrow C_{p1} = C_{p2}, R_{e1} = R_{e2}$$

⑥ MACROSHOCK INDIRETTO: DEFINIZIONE, MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE X RIDURRE IL RISCHIO SCARICHI ELETTRICI E FUNZIONE DI OGNI DISPOSITIVO

Il MACROSHOCK per contatto indiretto è il più frequente infortunio di tipo elettrico che si ha in ambito ospedaliero (Enon s.a.) e avviene quando l'infortunato viene a contatto con una parte metallica che solitamente non è in tensione ma che lo è diventata a causa di un guasto. / Deriva da un guasto e può essere evitato se si applicano cont/ per contenere il rischio, sono necessarie due misure precauzionali di tipo impiantistico:

- L'intervento differenziale unito a
- Un impianto di terra efficiente

La situazione è quella in figura: abbiamo un dispositivo contenuto in un mobile metallico collegato alla rete elettrica con un interruttore differenziale a terra. a causa di un guasto si può formare una linea diretta di contatto tra la fase e il contenitore attraverso la resistenza di guasto  $R_G$  e il contenitore può quindi essere in tensione.



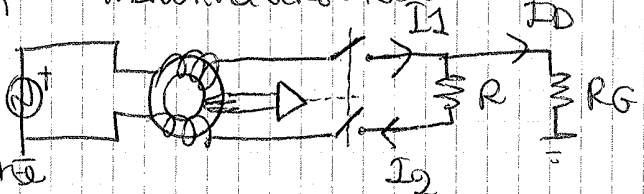
Prevede il collegamento della parte di tutte le masse metalliche accessibili e l'impianto di terra garantirebbe una tensione del contenitore pari a zero, non fosse per la presenza di  $R_t$  che include le resistenze dei cavi (trascurabili se costruiti secondo la normativa) e la resistenza di dispersione. La norma impone quindi che la massima tensione a cui può trovarsi il contenitore  $V_c$  sia minore di 24V e di protezione per far questo  $R_t$  deve essere molto piccola, ma valori di  $R_t$  delle unità di cui non sono realizzabili.

per misure quindi ad avere  $V_c < 24V$  bisogna agire sulla corrente  $I_{Id}$  (senza variare la potenza di fornire il suo valore nominale e quindi) del dispositivo.

Per farlo interviene l'interruttore differenziale che distribuisce la corrente che scorre nel dispositivo x il suo funzionamento e la corrente di dispersione verso terra e riesce a limitare quest'ultima super un valore troppo elevato. / La corrente di dispersione massima verso terra

L'interr. dif è costituito da un nucleo toroidale chiuso con 3 avvolgimenti identici:

- avv percorso da  $I_1$  corrente che va verso il carico
- avv percorso da  $I_2$  corrente che torna dal carico
- avv. esplosante che sente la forza elettromotrice creata dalla differenza delle 2 correnti  $I_1$  e  $I_2$



(e proporzionale ad esso) e compie l'apertura dei circuiti e l'interruzione della corrente qualora essa superi un certo valore di soglia ( $I_{Id} = 30mA \times media / sez / iuta$ )

# TEMI D'ESAME

## MACROSHOCK INDIRETTO

ES (3), 22 FEBBRAIO 2013

INTERR. MAGNETOTERM  $I_n = 20 \text{ A}$

IMPIANTO DI TERRA  $R_t = 10 \Omega$

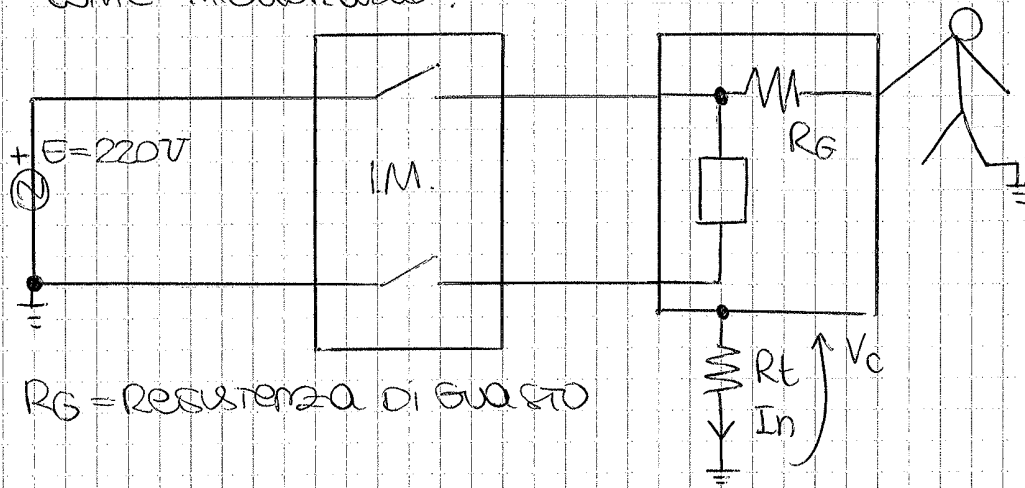
a)  $V_c = ?$  IN CASO DI PERDITA DI ISOLAMENTO DI UN UTILIZZATORE

INFORTUNATO  $C_{pu} = 200 \text{ nF}$ ,  $R_{PE} = 100 \Omega$ ,  $R_i \approx 0$

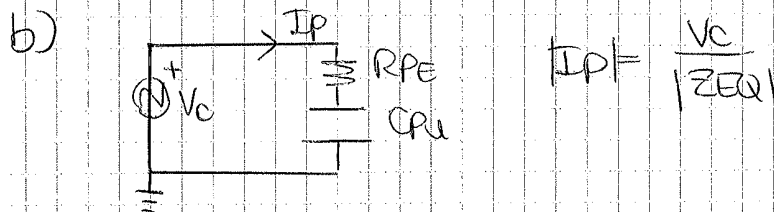
b)  $I_p = ?$

c)  $\approx t = 25$  RISCHIO FV?

d) L'IMPIANTO DI TERRA SODDISFA I REQUISITI NORMATIVI? COME MIGLIORARLO?



a)  $V_c = R_t I_n = 10 \cdot 20 = 200 \text{ V}$  o  $V_c = E$   
IL MINORE!  $V_c = 200 \text{ V}$



$$Z_{EQ} = R_{PE} + \frac{1}{j\omega C_{PU}}$$

$$|Z_{EQ}| = \sqrt{R_{PE}^2 + \left(\frac{1}{\omega C_{PU}}\right)^2}$$

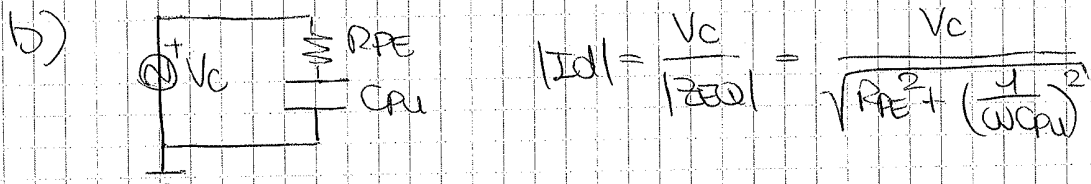
a)  $V_c = I_n R t = 25 \cdot 10 = 250 \text{ V}$  (impossibile)

$V_c = E = 220 \text{ V}$

d) non soddisfa i requisiti perché  $V_c$  deve essere  $V_c < 24 \text{ V}$

quindi  $I_n R t < 24 \text{ V}$   $R t < 0,96 \Omega$

ad esempio  $R t = 0,0 \Omega$



$\left(\frac{1}{\omega C_{pu}}\right)^2 = \left(\frac{1}{2\pi f C_{pu}}\right)^2 = \left(\frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 2 \cdot 10^{-9}}\right)^2$

$\left(\frac{1}{\omega C_{pu}}\right)^2 = \left(\frac{10^7}{2\pi}\right)^2 = \frac{10^{14}}{4\pi^2} \gg R_{PE}^2 = 10^6 \Omega$

$R_{PE}$  è trascurabile

$|I_d| = V_c \omega C_{pu} = 1,38 \cdot 10^{-4} \text{ A} = 0,138 \text{ mA}$

$|I_d| = 138 \mu\text{A}$

c) per  $t = 2 \text{ s}$

$I_d \bar{e} < 500 \mu\text{A}$ , siamo sotto la soglia di percezione umana, la corrente non viene neanche percepita.



GUADAGNO IN CONDIZIONE (s → 0)  $H(s) = \frac{R_I}{R_e + R_I}$

GUADAGNO A REGIME (s → ∞)  $H(s) = \frac{R_I}{R_e + R_I} \cdot \frac{C_e R_e}{C_e R_e + R_I} = 1$

a)  $\frac{R_I}{R_e + R_I} = 0,99 = 99\%$

per avere un'attenuazione max del 1%

$R_I = 0,99 R_e + 0,99 R_I$

$0,01 R_I = 0,99 R_e \quad R_I = 99 R_e$

MODELLO D'ELETTRODO  $S = 1 \text{ cm}^2 \quad R_w = 40 \text{ k}\Omega \quad C_w = 40 \text{ nF}$   
 NEL NOSTRO CASO

$S = \pi r^2 = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \frac{d^2}{4} = 50,265 \text{ mm}^2$

$S = 0,503 \text{ cm}^3$

$R_e = 79,52 \text{ k}\Omega \quad C_e = 20,12 \text{ nF}$

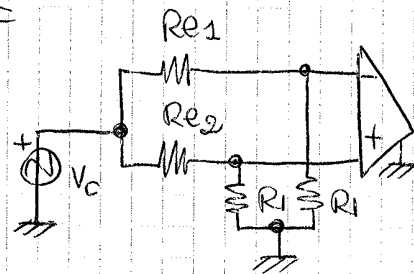
$R_I = 7872,5 \text{ k}\Omega = 7,88 \text{ M}\Omega$

b)  $V_{IRN_{50}} = V_c \left( \frac{1}{CMRR} + \frac{\Delta R_e}{R_I} \right)$

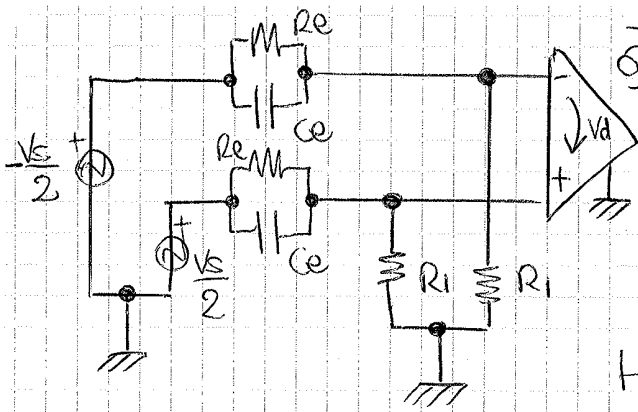
$CMRR = 10^{\frac{106}{20}} = 199526,2315$

$\Delta R_e = 0,05 R_e = 3,976 \text{ k}\Omega \approx 4 \text{ k}\Omega$

$V_{IRN_{50}} = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ V} = 0,51 \text{ mV} = 510 \mu\text{V}$



la  $f$  del segnale serve solo se avessimo dovuto studiare se questo sistema è adatto x il prelievo del segnale EEG, infatti:



$$H(s) = \frac{V_d}{V_s} = \frac{V^+ - V^-}{V_s} = \frac{2V^+}{V_s}$$

$$V^+ = \frac{R_i}{R_i + R_e} \frac{1 + s C_e R_e}{1 + s \frac{C_e R_e R_i}{R_e + R_i}} \frac{V_s}{2}$$

$$H(s) = \frac{R_i}{R_i + R_e} \frac{1 + s C_e R_e}{1 + s \frac{C_e R_e R_i}{R_e + R_i}}$$

$$f_z = \frac{1}{2\pi C_e R_e}$$

$$f_p = \frac{R_e + R_i}{2\pi C_e R_e R_i} = \frac{1,03976 \cdot 10^6}{2\pi \cdot 12,3 \cdot 10^{-9} \cdot 10^3 \cdot 10^6}$$

Modello d'elettrodo

$$S = 1 \text{ cm}^2, \quad C_w = 40 \text{ nF}, \quad G_w = 50 \cdot 10^{-6} \text{ S}$$

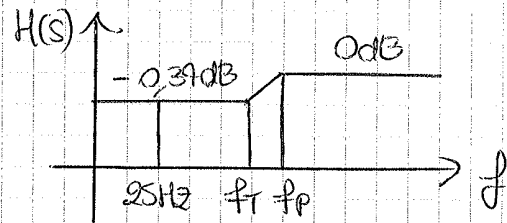
$$R_w = \frac{10^6}{50} \Omega = 2 \cdot 10^4 \Omega = 20 \text{ k}\Omega$$

$$S_e = \pi r^2 = 50,26 \text{ mm}^2 = 0,503 \text{ cm}^2$$

$$R_e = 39,76 \approx 40 \text{ k}\Omega \quad C_e = 20,12 \text{ nF}$$

$$f_z = 198,95 \approx 200 \text{ Hz} = f_T$$

$$f_p = 206,86 \approx 207 \text{ Hz}$$



$$s \rightarrow 0 \quad H(s) = \frac{R_i}{R_i + R_e} = 0,96 = -0,33866 \text{ dB} \approx -0,34 \text{ dB}$$

$$s \rightarrow \infty \quad H(s) = 1 = 0 \text{ dB}$$

$$a \quad f = 25 \text{ Hz}, \quad H(s) = -0,34 \text{ dB}$$

$$c) \quad V_{IR1} = V_c \frac{\Delta R_e}{R_i} = \frac{3,976 \cdot 10^3}{10^6} = 3,976 \text{ mV}_{RMS}$$

$$\frac{S}{N} = \frac{20 \mu V_{RMS}}{3,976 \text{ mV}_{RMS}} = 5,03 \cdot 10^{-3}$$

Non è buono! L'interferenza di rete copre il segnale da acquisire!

