

# Otázky ke zkoušce z předmětu X31LET Lékařská technika

Ing. Jan Havlík, Ph.D.

23. května 2011

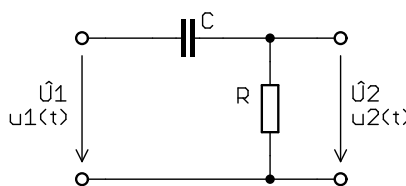
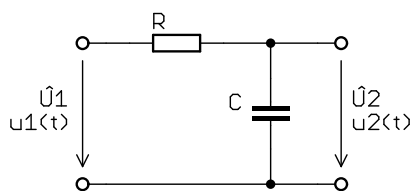
## Struktura a typy lékařských přístrojů

1. Uveďte kritéria, podle kterých dělíme biomedicínské přístroje a systémy? 3 b.
2. Co popisují statické a dynamické parametry systému? 2 b.
3. Uveďte příklady statických parametrů lékařských systémů? 3 b.
4. Jak je definována linearita systému? 2 b.
5. Jak je definována vstupní impedance systému? 3 b.
6. Jak je definována přenosová funkce lineárního systému s konstantními parametry? 2 b.
7. Nakreslete principiální blokové schéma diagnostického lékařského přístroje. Stručně popiště jednotlivé bloky. 4 b.
8. Nakreslete principiální blokové schéma terapeutického lékařského přístroje. Stručně popiště jednotlivé bloky. 4 b.

## Artefakty biologických signálů

9. Uveďte základní technické artefakty biologických signálů. 3 b.
10. Uveďte základní biologické artefakty při snímání biologických signálů. 3 b.
11. Jakým způsobem můžeme zmenšit rušení měřených signálů elektrovednou sítí? 2 b.

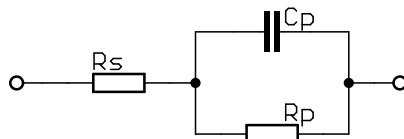
## Dynamické parametry lékařských přístrojů



12. Nakreslete modulovou (amplitudovou) a fázovou frekvenční charakteristiku přenosu  $\hat{P}(j\omega) = \hat{U}_2/\hat{U}_1$  obvodu na obrázku. 3 b.
13. Uveďte vztah pro přenos  $\hat{P}(j\omega) = \hat{U}_2/\hat{U}_1$  obvodu na obrázku. 2 b.
14. Nakreslete průběh napětí  $u_2(t)$  na výstupu obvodu na obrázku, pokud na vstupu dojde v čase  $t = 0$  ke skokové změně napětí z  $u_1(t < 0) = U_{1-}$  na  $u_1(t > 0) = U_{1+}$ . 3 b.
15. Jaká je časová konstanta obvodu na obrázku? 1 b.
16. Jaký je kmitočet bodu zlomu asymptotické modulové frekvenční charakteristiky obvodu na obrázku? 1 b.

## Elektrody pro snímání biologických potenciálů

17. Uveďte základní dělení elektrod pro snímání biologických potenciálů. Stručně popiště jednotlivé druhy elektrod a možnosti jejich využití. 3 b.
18. Charakterizujte spojení vstup přístroje – organismus z hlediska vodivosti jednotlivých částí spojení. 2 b.
19. Jakým způsobem dochází k transportu náboje na rozhraní elektroda – elektrolyt? 2 b.
20. Vysvětlete pojem elektrodový (půlčlánkový) potenciál. Jak změříte elektrodový potenciál konkrétní elektrody? 2 b.
21. Vysvětlete pojem polarizace elektrod. Jaký je rozdíl mezi dokonale polarizovatelnou a dokonale nepolarizovatelnou elektrodou? 3 b.
22. Z jakých částí se skládá polarizační potenciál elektrody? 2 b.
23. Jaké materiály volíme pro výrobu elektrod? 2 b.
24. Co rozumíme pod pojmem plovoucí elektroda? Jaké materiály se pro plovoucí elektrody používají nejčastěji a proč? 2 b.
25. Z jakých částí se skládá náhradní elektrický model rozhraní elektroda – kůže pro plovoucí elektrodu? Jaké jsou jeho dominantní vlastnosti? 4 b.



26. Nakreslete průběh velikosti impedance obvodu na obrázku v závislosti na kmitočtu. 2 b.
27. Jaká je impedance obvodu na obrázku pro kmitočet  $f$  jdoucí k nule? 1 b.
28. Jaká je impedance obvodu na obrázku pro kmitočet  $f$  jdoucí k nekonečnu? 1 b.
29. Jak byste změřili impedanci (myšleno průběh závislosti impedance na kmitočtu) obvodu na obrázku? Máte k dispozici standardní laboratorní vybavení, tedy stejnosměrný regulovaný zdroj, funkční generátor, multimetry a osciloskop. 3 b.

### Zesilovače biologických signálů

30. Uveďte základní požadavky na zesilovač biologických signálů. 3 b.
31. Jak je definován souhlasný a rozdílový signál na vstupu diferenciálního zesilovače? 2 b.
32. Jaké požadujeme zesílení souhlasné a rozdílové složky vstupního signálu? 2 b.
33. Co rozumíme pod zkratkou CMRR? 2 b.
34. Nakreslete principiální schéma zapojení přístrojového zesilovače. K čemu slouží jednotlivé části zapojení? 4 b.
35. Nakreslete schematickou značku operačního zesilovače a vyznačte vstupní a výstupní veličiny. Jaké vlastnosti má ideální operační zesilovač? 2 b.
36. Nakreslete převodní charakteristiku  $U_2 = f(U_1)$  operačního zesilovače, tedy závislost výstupního napětí  $U_2$  na vstupním napětí  $U_1$ , kde  $U_1$  je rozdílové napětí mezi neinvertujícím a invertujícím vstupem. 2 b.
37. Nakreslete frekvenční charakteristiku (průběh velikosti zesílení v závislosti na kmitočtu) operačního zesilovače. 2 b.
38. Nakreslete zapojení invertujícího/neinvertujícího zesilovače. Jaké je jeho zesílení? Proč? 2 b.
39. Jaký vliv na zesílení invertujícího/neinvertujícího zesilovače bude mít nenulový vnitřní odpor zdroje signálu? 2 b.

### Elektrokardiografie

40. Popište systém Eithovenových končetinových svodů používaný při snímání EKG signálu. 3 b.
41. Popište systém Goldbergerových (zesílených) svodů používaný při snímání EKG signálu. 3 b.
42. Popište systém Wilsonových hrudních svodů používaný při snímání EKG signálu. 3 b.
43. Vysvětlete pojem napájení pravou nohou (zpětnovazební elektrodou) při snímání EKG. 2 b.
44. Uveďte základní technické požadavky na elektrokardiograf. 3 b.
45. Nakreslete a stručně popište blokové schéma elektrokardiografu. 4 b.
46. Uveďte rozdíl mezi elektrokardiogramem a elektrokardiografem. 1 b.

### Defibrilátory

47. Vysvětlete pojmy přímá a nepřímá defibrilace. K čemu se tyto postupy využívají. 3 b.
48. Nakreslete a stručně popište blokové schéma defibrilátoru. 4 b.
49. Jaké jsou základní požadavky na defibrilační impuls? Jak vypadá defibrilační impuls generovaný pasivním RLC obvodem? 3 b.
50. Jaké elektrody se používají pro defibrilaci? 3 b.
51. Co jsou to implantabilní kardioverter defibrilátory (ICD)? 3 b.

### Elektroencefalografie

52. Stručně popište systém EEG svodů 10 – 20 (svody + referenční svorky). 3 b.
53. Vysvětlete pojem evokované potenciály. Jaké evokované potenciály znáte? 2 b.
54. Co jsou to somatosenzorické evokované potenciály, jak se měří a jaké jsou typické hodnoty měřených signálů? 3 b.
55. Co jsou to sluchové evokované potenciály, jak se měří a jaké jsou typické hodnoty měřených signálů? 3 b.
56. Co jsou to zrakové evokované potenciály, jak se měří a jaké jsou typické hodnoty měřených signálů? 3 b.

57. Uvedte základní technické požadavky na elektroencefalograf. 3 b.
58. Nakreslete a stručně popište blokové schéma elektroencefalografu. 4 b.
59. Jak byste řešili problém kalibrace vstupu a testu impedance elektrod? 3 b.
60. Uvedte rozdíl mezi elektroencefalogramem a elektroencefalografem. 1 b.

### **Elektromyografie**

61. Jaké způsoby snímání EMG signálu znáte, jaké jsou výhody a nevýhody toho kterého způsobu? 3 b.
62. Jaké elektrody se používají pro snímání EMG signálu? 2 b.
63. Nakreslete a stručně popište blokové schéma elektromyografu. 4 b.
64. Jaký vliv mají stimulační impulsy na vstupní obvody elektromyografu, jak lze tento vliv potlačit? 2 b.
65. Uvedte rozdíl mezi elektromyogramem a elektromyografem. 1 b.

### **Měření krevního tlaku**

66. Uvedte nejběžnější metody používané k neinvazivnímu měření krevního tlaku a stručně popište jejich princip. 3 b.
67. Jaký je vztah mezi systolickým, diastolickým a středním arteriálním tlakem? 2 b.
68. Jaký je princip auskulační metody měření krevního tlaku? Co jsou to Korotkovovy ozvy? 2 b.
69. Jaký je princip oscilometrické metody měření krevního tlaku? 2 b.
70. Nakreslete a stručně popište blokové schéma elektronického tonometru využívajícího k neinvazivnímu měření krevního tlaku oscilometrickou metodu. 4 b.
71. Stručně popište problematiku invazivního měření krevního tlaku. 3 b.
72. Jaké snímače je možné použít k invazivnímu měření krevního tlaku? 3 b.

### **Měření srdečního výdeje**

73. Popište princip dilučních metod. Jaké požadavky musí splňovat zvolený indikátor, jaké indikátory se běžně používají? 3 b.
74. Popište princip Fickovy metody používané pro měření srdečního výdeje. Jaké veličiny měříme a jak z nich lze srdeční výdej vypočítat? 3 b.
75. Popište princip termodiluční metody používané pro měření srdečního výdeje. 3 b.
76. Nakreslete typický průběh termodiluční křivky. 2 b.
77. Popište metodu barvivové diluce používanou pro měření srdečního výdeje. Jaké veličiny měříme a jak z nich lze srdeční výdej vypočítat? 3 b.
78. Nakreslete typický průběh křivky barvivové diluce. 2 b.

### **Pulsní oxymetrie**

79. Vysvětlete pojem kyslíková saturace krve. 2 b.
80. Jaké jsou absorpční vlastnosti hemoglobinu? 2 b.
81. Stručně popište princip pulsni oxymetrie. 3 b.

### **Měření tělesné teploty**

82. Uvedte nejběžnější metody používané pro měření tělesné teploty. 3 b.
83. Stručně popište problematiku kontaktního měření tělesné teploty. Jaké snímače se nejčastěji využívají v elektronických kontaktních teploměrech. 3 b.
84. Co charakterizují pojmy emisivita, propustnost a odrazivost tělesa a jaký pro ně platí vztah? Jaké hodnoty nabývají u absolutně černého tělesa? 2 b.
85. Stručně popište problematiku bezkontaktního měření tělesné teploty. Jaké snímače se nejčastěji využívají v elektronických bezkontaktních teploměrech. 3 b.

### **Ultrazvukové diagnostické přístroje**

86. Popište stručně fyzikální princip ultrazvukové diagnostiky. 2 b.
87. Stručně shrňte výhody a nevýhody ultrazvukové diagnostiky. 3 b.
88. Jaké frekvence ultrazvukových vln se ve zdravotnických diagnostických přístrojích využívají? Jaké vlnové délky odpovídají těmto frekvencím? 2 b.
89. K čemu dochází při průchodu ultrazvukové vlny na rozhraní dvou prostředí s různými akustickými impedancemi? 2 b.
90. S jakým časovým zpožděním se vrátí zpět vlna odražená v hloubce  $h$ ? 2 b.

91. Uvedte absorpční zákon pro ultrazvukové vlny. Co z něho vyplývá? Jaká je střední hodnota absorpce pro měkké tkáně? 3 b.
92. Jaká je rozlišovací schopnost ultrazvukové diagnostiky? Čím je ovlivněna? 3 b.
93. Jaké zobrazovací módy se používají v ultrazvukové diagnostice? Uvedte jejich stručný popis. 3 b.
94. Stručně vysvětlete princip dopplerovské sonografie? V čem spočívá Dopplerův jev a jak s ním souvisí Dopplerova frekvence? 3 b.
95. Jaké sondy se ke snímání ultrazvukového obrazu používají? Uvedte stručně jejich výhody a nevýhody. 2 b.
96. V čem spočívá rozdíl mezi 2-D obrazem a obrazem získaným dopplerovskou sonografií? Jaký je rozdíl mezi obrazy získanými pomocí techniky Color Doppler a Power Doppler. 2 b.
97. Nakreslete a stručně popište blokové schéma ultrazvukového diagnostického přístroje. 4 b.

### **Radioterapie, stereotaktická radiochirurgie**

98. Co rozumíme pod pojmem ionizující záření? Jakými způsoby ho můžeme získat? 3 b.
99. K čemu dochází při interakci ionizujícího záření s hmotou? 3 b.
100. Uvedte vztah pro aktivitu radionuklidového zdroje. Vysvětlete pojem poločas rozpadu. 3 b.
101. Uvedte vztah pro pohlcování elektromagnetického záření při průchodu hmotou (Labertův – Beerův zákon). Vysvětlete pojem polohloubka průniku. 3 b.
102. Jak se mění intenzita záření bodového zdroje v závislosti na vzdálenosti od něj? 2 b.
103. Jaké jsou účinky ionizujícího záření na živou tkáň? 3 b.
104. Vysvětlete rozdíl mezi teleterapií a brachyterapií? 2 b.
105. Jak lze ovlivnit velikost dávky v cílovém objemu a v okolní zdravé tkáni? 3 b.
106. Jaké zdroje záření se používají pro teleterapii a jaké pro brachyterapii? 3 b.
107. Vysvětlete rozdíl mezi statickou a dynamickou technikou teleterapie. 2 b.
108. Co je to stereotaktická radiochirurgie a jaký je její princip? 3 b.
109. Stručně popište Leksellův gamma nůž. 4 b.