



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

Fakulta elektrotechniky a informačných technológií

Štátne skúšky

2. stupeň

ZÁKLADNÉ TÉZY NA ŠTÁTNE SKÚŠKY V ŠTUDIJNOM PROGRAME

BIOMEDICÍNSKE INŽINIERSTVO

1. Ultrazvukové zobrazovacie metódy (VPBMI, ZMSOM)

Vlastnosti ultrazvuku a ich vlnové charakteristiky (frekvencia, vlnová dĺžka, vlnová impedancia). Odraz a rozptyl ultrazvuku na materiálových nehomogenitách. Dopplerov jav. UZ metóda merania prietoku krvi v cievach. Základný princíp ultrasonografie, generovanie a detekcia signálu, zobrazovanie v A, B a M-móde. Dopplerovská USG.

2. Teplotné merania a termografia (VPBMI, LE2)

Teplota ľudského tela a jej meranie (metódy extrakorporálne a intrakorporálne), teplotné kontaktné a bezkontaktné senzory. Teplotné vyžarovanie povrchu tela, Planckov zákon vyžarovania. Princíp lekárskej termografie a jej diagnostické využitie.

3. Optická diagnostika a terapia (VPBMI)

Vlastnosti elektromagnetického vlnenia v optickej oblasti (infračervené, viditeľné a ultrafialové žiarenie). Optické zobrazovanie, princíp základných zobrazovacích prístrojov. Optická diagnostika (endoskop, oftalmoskop, dermatoskop, optická koherentná tomografia). Zdroje a detektory (koherentné a nekoherentné, polarizované a nepolarizované zdroje). Vlastnosti laserového žiarenia a jeho využitie v lekárstve.

4. Využitie röntgenového žiarenia v biomedicíne (ZMSOM, VPBMI)

Vlastnosti röntgenového žiarenia a jeho účinky na biologické systémy. Zdroje a detektory RTG žiarenia. Šírenie RTG žiarenia v látkach. Princíp skiaskopie a jej využitie v lekárskej diagnostike. Princíp CT – Computed Tomography, jej využitie v lekárskej diagnostike, rôzne typy CT zariadení. Negatívne účinky vyšetrenia RTG žiarením a ich redukcia, základné hygienické normy. Využitie RTG žiarenia v lekárskej terapii.

5. Využitie magnetickej rezonancie v lekárskej diagnostike (ZMSOM, VPBMI)

Princíp nukleárnej magnetickej rezonancie. Magnetické dipóly, Larmorova precesia, magnetická rezonancia. Vznik FID signálu a jeho detekcia. T1- a T2-relaxácie a ich podstata. Princíp T1-, T2- a PD-zobrazovania. Využitie MR v lekárskej diagnostike, pozitívne a negatívne aspekty MRI vyšetrenia. MR spektroskopia a jej využitie v diagnostike chorôb.

6. Využitie rádioaktívneho žiarenia v biomedicíne (VPBMI)

Podstata vzniku RA žiarenia, druhy RA žiarenia. Šírenie RA žiarenia v látkach. Účinky RA žiarenia na biologické systémy. Zdroje RA izotopov pre lekárske využitie. Základné rádiometrické veličiny. Rádiofarmaká a ich základné charakteristiky. Využitie RA žiarenia v lekárskej terapii (rádiofarmaká, vonkajšie žiariče, Lechselov gama nôž).

7. Nukleárne zobrazovacie metódy (ZMSOM, VPBMI)

Scintigrafia. Princíp gama kamery, spôsob detekcie žiarenia a zisťovanie polohy zdroja. SPECT – Single Photon Emission Computed Tomography, princíp a využitie v lekárskej diagnostike, používané rádiofarmaká. PET – Positron Emission Tomography, princíp a využitie v lekárskej diagnostike, používané rádiofarmaká. Kombinované skenery. Porovnanie jednotlivých zobrazovacích metód.



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

Fakulta elektrotechniky a informačných technológií

8. Biologický signál a jeho prevod do počítača (SSL)

Biologický signál, rušivé signály, odstraňovanie artefaktov. Zber a predspracovanie biologických signálov: diskretizácia - základný reťazec prevodu do počítača. Aliasing v časovej a frekvenčnej oblasti.

9. Číslícové filtrovanie biologických signálov (SSL)

Metódy návrhu číslícových filtrov s nekonečnou impulzovou odozvou (IIR): podľa zvoleného zapojenia alebo podľa zvolenej prenosovej funkcie. Metódy návrhu číslícových filtrov s konečnou impulzovou odozvou (FIR): metóda váhovej postupnosti (okna). Vzájomné porovnanie výhod a nevýhod filtrov IIR a FIR.

10. Stochastické biologické signály a odhad ich spektra (SSL)

Všeobecné rozdelenie signálov. Charakteristiky stochastických signálov. Priame a nepriama metóda odhadu spektra stochastických signálov - spektrálna výkonová hustota (PSD). Vzájomná spektrálna výkonová hustota a koherenčná funkcia.

11. Vznik, snímanie a spracovanie EKG signálu (SSL, LE2)

Elektrická aktivita srdca, elektrický vodivý systém srdca. Význam EKG krivky. Systémy zvodov pre snímanie elektrokardiogramu. Elektrická bloková schéma elektrokardiografu, funkcia DRL obvodu. Spracovanie a analýza EKG signálu: detekcia QRS komplexu, HRV analýza.

12. Vznik, snímanie a spracovanie EEG signálu (SSL, LE2)

Elektrická aktivita mozgu, spontánne a evokované prejavy. Systémy zvodov pre snímanie elektroencefalogramu. Elektrická bloková schéma elektroencefalografu, meranie impedancie elektród. Spracovanie a analýza EEG signálu: topografické mapovanie mozgovej aktivity, adaptívna segmentácia.

13. Zobrazovanie výsledkov spektrálnej analýzy biologických signálov (SSL)

Interpretácia výsledkov krátkodobej Fourierovej transformácie: spektrogram, CSA. Topografické mapovanie mozgovej aktivity, jeho význam a typy topografických máp.

14. Rekonštrukcia tomografických obrazov (ZMSOM)

Pôvod tomografických obrazov. Úloha rekonštrukcie tomografických obrazov. Rekonštrukcia tomografického obrazu využitím algebrickej rekonštrukčnej techniky (ART) a Radonovej transformácie. Sinogram a laminogram.

15. Frekvenčná transformácia a filtrovanie medicínskych obrazov (ZMSOM)

Dvojmerná Fourierova transformácia. Amplitúdové a fázové spektrum obrazu, význam spektier. Filtrovanie obrazu, typy filtrov. Vylepšenie obrazu - zaostrovací filter.

16. Metódy zhlukovej analýzy (UIBMI)

Hierarchické metódy zhlukovej analýzy. Aglomeratívne zhlukovanie, divízne zhlukovanie, dendrogram. Nehierarchické metódy zhlukovania, Fuzzy clustering, k-means algoritmus. Využitie zhlukovej analýzy v biomedicíne.

17. Umelé neurónové siete (UIBMI)

Perceptrón, učiace pravidlo perceptrónu, XOR problém. Viacvrstvové neurónové siete, aktivačné funkcie, Backpropagation algoritmus a chybový povrch. Využitie neurónových sietí v biomedicíne.

18. Predikcia a klasifikácia dát pomocou umelej inteligencie (UIBMI)

Typy klasifikátorov (k-NN, k-means, ANN, CNN, ...), príprava vstupných dát, tréning, validácia a testovanie. Predikcia biologických signálov pomocou ANN.

19. Databázové technológie (ISM)

Vlastnosti databázových technológií, užívatelia databázových technológií, architektúra databázy, základné pojmy (entita, relácia, atribút, ...). Relačný dátový model, výhody a nevýhody.

20. Počítačové siete (ISM)

Základné časti počítačových sietí, delenie sietí podľa veľkosti, funkčného vzťahu, topológie a dátového prenosu. Technológia Bluetooth, WiFi a zabezpečenie bezdrôtových sietí.

21. Modelovanie biologických systémov (MSB)

Základné pojmy modelovania: simulácia, objekt, model, systém, analógia, kroky pri vytváraní simulácie, verifikácia, validácia. Matematický model, počítačový model.

22. Epidemiologické modely (MSB)

Rozdelenie modelov šírenia epidémií, počiatočné predpoklady modelu, základné typy deterministických modelov.

23. Populácie a populačná dynamika (MSB)

Modely jednodruhových spoločenstiev, hustota populácie, mortalita, natalita. Spojité modely (Malthusova rovnica, Logistická rovnica, Gompertzova rovnica), vplyv prostredia na hustotu populácie.

24. Meranie tlaku krvi (LE2)

Metódy merania tlaku krvi (Riva-Rocci, auskultačná, oscilometrická, neinvazívne kontinuálne meranie tlaku krvi – technika “Vascular Unloading”). Blokové schémy a princípy jednotlivých metód. Určovanie tlaku krvi z rýchlosti šírenia pulzovej vlny (Moens – Kortewegova rovnica).



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

Fakulta elektrotechniky a informačných technológií

25. Základné zapojenia s operačnými zosilňovačmi (LE1, LE2)

Neinvertujúci a invertujúci zosilňovač so symetrickým a nesymetrickým napájaním. Diferenciálny operačný zosilňovač. Prístrojový operačný zosilňovač. Komparátor s hystereziou. Operačný zosilňovač ako integrátor. Typy frekvenčných filtrov.

26. Prehľad vybraných digitálnych obvodov a komunikačných rozhraní (LE1)

Logické obvody, sekvenčné obvody (preklápacie obvody, posuvné registre) a kombinačné obvody (multiplexor, demultiplexor, kóder, dekóder). Opis komunikačných rozhraní USART (RS-232, RS-485), SPI, I2C, One-Wire a USB (protokol Quick Charge).

27. Elektrická impedančná pletyzmografia - EIT (LE2)

Princíp EIT, elektrická náhradná schéma vyšetrovanej oblasti. Požiadavky na bezpečné využitie EIT. Spôsoby merania impedancie. Zapojenie prúdového zdroja. Bloková schéma modelového EIT zariadenia a opis jeho činnosti.

28. Meranie vzdialenosti pomocou ultrazvuku (LE2, VPBMI)

Rýchlosť šírenia ultrazvukovej (UZ) vlny v rôznom prostredí. Spôsoby interakcie UZ vlny s látkou. Ultrazvukové senzory. Schéma modelového zariadenia na meranie vzdialenosti prekážky. Princíp činnosti.

29. Funkčné vyšetrenie perfúzie tkaniva – fotopletyzmografia a fotopletyzografické zobrazovanie (LE2, AOM)

Princíp činnosti fotodiódy - zapojenia vo fotovoltaickom a fotokonduktívnom móde. Výhody a nevýhody jednotlivých zapojení. Princíp fotopletyzmografie (PPG). Reflektívna a transmisná PPG. Fotoelektrický jav. Rýchlosť šírenia pulzovej vlny v cievach. Bezkontaktné snímanie PPG – fotopletyzografické zobrazovanie.

30. Využitie vlnových procesov v lekárskej diagnostike - mechanické vlnenie (VPBMI)

Mechanické vlnenie. Netlmené, tlmené a vynútené kmity. Rezonančné kmity. Rovnica harmonickej mechanickej vlny. Spektrum mechanického vlnenia. Mechanické veličiny. Akustická výchylka, rýchlosť a tlak. Akustická impedancia. Odraz vlnenia na rozhraní dvoch prostredí.

31. Využitie vlnových procesov v lekárskej diagnostike - elektromagnetické vlnenie (VPBMI, BEM)

Spektrum EM vlnenia a jeho prepojenie s medicínskymi diagnostickými modalitami. Rovnica harmonickej EM vlny v prostredí bez zdroja. Rýchlosť šírenia EM vlny. Tlmenie a hĺbka prieniku EM vlny.

32. Elektromagnetické pole (BEM)

Základné veličiny elektromagnetického poľa. Maxwellove rovnice v diferenciálnom a integrálnom tvare. Klasifikácia elektromagnetického poľa, elektromagnetické spektrum. Energia elektromagnetického poľa a jej rozloženie. Sily v elektromagnetickom poli.

33. Elektromagnetické pole človeka (BEM)

Elektrické vlastnosti bunky, membránové napätie, transport iónov cez bunkovú membránu, akčný potenciál. Hlavné zdroje elektromagnetického poľa človeka. Elektrické a magnetické signály ľudského tela a ich diagnostické využitie.

34. Biologické vplyvy neionizujúceho žiarenia (BEM, KBTS)

Klasifikácia nepriaznivých biologických účinkov. Hlavné mechanizmy a potvrdené nepriaznivé biologické účinky statického, nízkofrekvenčného a rádiovýkvenčného elektromagnetického poľa. Možné chronické netepelné účinky. Ochrana pred nepriaznivými biologickými účinkami - prevencia expozície, expozičné limity a normy.

35. Biologické vplyvy ionizujúceho žiarenia (KBTS)

Biologické účinky elektromagnetického poľa z hľadiska vplyvu na človeka (ionizujúce a neionizujúce žiarenie). Základné rozdelenie účinkov EM žiarenia podľa vlnovej dĺžky a frekvencie. Biologické účinky ionizujúceho EM žiarenia - krátkodobé (deterministické) účinky, dlhodobé (stochastické) účinky, vplyv na reprodukčný systém. Využitie ionizujúceho žiarenia v medicíne.

36. Elektromagnetická kompatibilita (KBTS)

Úvod do problematiky- základné pojmy, rozdelenie a základný reťazec. Technické systémy ako elektrické obvody. Rušivé signály technických systémov a ich zdroje. Vázobné mechanizmy ich prenosu. Spôsoby obmedzovania rušenia – odrušovacie prostriedky a elektromagnetické tienenie. Elektromagnetická odolnosť.

Poznámky:

BEM	- bioelektromagnetizmus
SSL	- spracovanie signálov v lekárstve
LE1	- lekárska elektronika 1
VPBMI	- vlnové procesy v biomedicíne
MSB	- modelovanie a simulácie v biomedicíne
ZMSOM	- zobrazovacie metódy a spracovanie obrazu v medicíne
LE2	- lekárska elektronika 2
UIBMI	- umelá inteligencia v biomedicíne
KBTS	- kompatibilita biologických a technických systémov
AOM	- aplikovaná optoelektronika v medicíne
ISM	- informačné systémy v medicíne