



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE  
Fakulta elektrotechniky a informačných technológií

# Štátne skúšky

1. stupeň

**ZÁKLADNÉ TÉZY NA ŠTÁTNE SKÚŠKY V ŠTUDIJNOM PROGRAME**

## BIOMEDICÍNSKE INŽINIERSTVO

### Okruh I

Rozdelenie elektrických obvodov. Elektrická a topologická schéma obvodu. Základné obvodové veličiny: elektrické napätie, elektrický prúd a ich definícia. Aktívne a pasívne prvky elektrických obvodov. Rekapitulácia základných fyzikálnych poznatkov o vodičoch, nevodičoch, polovodičoch a PN priechode.

Základná funkcia krvi, zloženie krvi, funkcia jednotlivých zložiek krvi. Krvné skupiny, zrážanie krvi, transfúzia krvi. Vyšetrovanie objemových zmien krvi pomocou komorovej a impedančnej pletyzmografie: základné princípy činnosti, meracia zostava, fyzikálna a grafická interpretácia výsledkov merania.

### Okruh II

Základné zákony lineárnych elektrických obvodov s jednosmerným aj harmonickým napájaním: 1. a 2. Kirchhoffov zákon, Ohmov zákon. Elektrický výkon a energia v elektrických obvodoch. Polovodičové diódy: usmerňovací efekt, druhy polovodičových diód, V-A charakteristiky, využitie v praxi.

Stavba srdca, funkcia predsieni a komôr, funkcia srdcových chlopní. Srdcový cyklus. Regulácia činnosti srdca. Základné medicínske prístroje: EKG, princípy činnosti, zvodový systém merania EKG. Meranie tepovej frekvencie prostredníctvom optoelektronických polovodičových prvkov.

### Okruh III

Charakteristiky a vlastnosti základných pasívnych obvodových prvkov. Elektrický odpor a elektrická vodivosť. Reaktancia a susceptancia. Impedancia a admitancia obvodu. Sériové a paralelné radenie pasívnych prvkov. Bipolárne tranzistory ako základné polovodičové prvky: zosilňovací efekt, pracovný bod a základné zapojenia SB, SC, SE.

Štruktúra a funkcia krvného obehu, druhy ciev a ich funkcie a základné charakteristiky. Transport kyslíka v krvi a jeho distribúcia v krvnom riečisku. Metódy vyšetrovania a zobrazovania cievneho systému s využitím ultrazvukového vlnenia. Dopplerov efekt a jeho využitie pre meranie prietoku krvi v cievach. Klasifikácia biomateriálov, biokompatibilita a bioinertnosť.

### Okruh IV

Stacionárne magnetické pole: zákon celkového prúdu, Biotov-Savartov zákon. Rozdelenie látok z hľadiska magnetických vlastností: diamagnetické, paramagnetické a feromagnetické látky, hysteréza slučka. Magnetometre a ich využitie v praxi. Tranzistory ovládané elektrickým poľom: vybrané vlastnosti a charakteristiky, použitie v spínacom režime, vnútorná štruktúra a označovanie elektród.

Prietok a tlak krvi, tlaková krivka a jej charakteristiky. Meranie krvného tlaku pomocou manžety: príprava pacienta, postup a vyhodnotenie merania. Laminárne a turbulentné prúdenie kvapaliny, Reynoldsovo číslo. Metódy merania prietoku krvi: elektrodynamický prietokomer. Základné medicínske prístroje: fotopletyzograf. Pulzová vlna. Princíp fotoplezymografie, pulzná oximetria.



# ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

## Fakulta elektrotechniky a informačných technológií

Okruh V	
Nelineárne pasívne obvodové prvky a ich použitie v elektrických obvodoch: nelineárny rezistor, induktor a kapacitor. Metódy analýzy nelineárnych elektrických obvodov v ustálenom stave s jednosmerným aj harmonickým napájaním. Fyzikálne pojmy, veličiny a jednotky: frekvencia, perióda, uhlová frekvencia harmonického pohybu. Kinematika a dynamika pohybu hmotného bodu.	Štruktúra a funkcie dýchacieho ústrojenstva. Mechanika dýchania. Princíp výmeny plynov v pľúcach. Metódy vyšetovania respiračného systému: princíp tradičného valcového a číslicového spirometra a pneumotachografu s jemnou mriežkou a so sústavou kapilár. Objemový prietok: spôsoby určenia, grafické závislosti. Aerodynamický odpor a spôsoby jeho realizácie v trubici s definovaným prierezom.
Okruh VI	
Elektrické obvody s indukčne viazanými prvkami: vlastná a vzájomná indukčnosť, koeficient indukčnej väzby. Prvky viazané galvanicky a indukčne. Optoelektronické prvky: fotodióda, LED dióda. Spektrálne charakteristiky, vyžarovací diagram, využitie zdroja konštantného el. prúdu pre napájacie účely. Využitie fotoelektrického javu.	Stavba a funkcie tráviaceho traktu, horná časť zažívacieho traktu (ústna dutina, hltan a pažerák). Implantáty a náhrady, materiály a ich vlastnosti: kovy, amalgámy, cement, polyméry, materiály s tvarovou pamäťou. Snímanie elektrického potenciálu kostrového svalu (EMG): základný princíp elektromyografie, biopotenciálové elektródy, využitie operačných zosilňovačov pre realizáciu snímania signálov, filtrácia užitočných signálov.
Okruh VII	
Všeobecné princípy analýzy elektrických obvodov: princíp duality. Dualita pojmov a veličín v elektrických obvodoch, duálny elektrický obvod. Použitie viet o náhradných zdrojoch. Napájacie zdroje: zdroje konštantného napätia a konštantného prúdu. Ideálne a reálne napájacie zdroje. Zaťažovacie charakteristiky a ich fyzikálna interpretácia. Čítače impulzov a posuvné registre: účel použitia, bloková schéma, parametre.	Trávenie potravy v zažívacom trakte. Tráviace šťavy (sliny, žalúdočná, črevná, pankreatická šťava), ich pôsobenie a význam. Pečeň, žlčník, pankreas. Metódy vyšetovania GIT systému s využitím ultrazvukového vlnenia. Sensory sily a mechanickej deformácie: základné typy senzorov, priamy a inverzný piezoelektrický jav a jeho využitie pre piezoelektrický dynamometer.
Okruh VIII	
Základy vektorovej algebry: základné operácie s vektorovými veličinami, jednotkový a polohový vektor, gradient, divergencia a rotácia funkcie, Hamiltonov a Laplaceov operátor. Maxwellove rovnice v diferenciálnom a integrálnom tvare a ich fyzikálna interpretácia. Logické obvody, štruktúry logických obvodov TTL, MOS, CMOS: základné hradlové prvky logických obvodov, realizácia operácií AND, NAND, OR, XOR. Logické stavy L, H a stav vysokej impedancie.	Fyziológia vylučovacieho systému: obličky, nefrón, glomerulus. Glomerulárna filtrácia, primárny moč. Moč a jeho zložky. LASER a jeho využitie v biomedicíne: princíp činnosti, typy laserov, účinky laserového žiarenia. Využitie tepelného efektu laserov pre diagnostické a terapeutické účely.
Okruh IX	
Prechodné javy 1. rádu v lineárnych elektrických obvodoch: pripojenie resp. odpojenie sériového RC a RL dvojpoľu ku/od zdroju(a) konštantného napätia. Matematický model a jeho všeobecné riešenie. Grafická interpretácia a fyzikálny význam riešenia. Fyzikálne poznatky o kmitoch hmotného prostredia: zvuk a pôsobenie zvuku na človeka. Vlnová dĺžka, frekvencia, rýchlosť šírenia. Infrazvuk, ultrazvuk: základné charakteristiky a vlastnosti, využitie v praxi.	Základná stavba skeletového systému a jeho funkcie. Nervovo-svalová platnička (chemická synapsa). Vyšetovanie skeletu človeka s využitím ionizujúceho žiarenia: druhy, vlastnosti, ochrana pre ionizujúcim žiarením. Spôsob generovania röntgenového žiarenia pomocou RTG lampy, fokusácia zväzku, brzdné a charakteristické žiarenie, užitočný zväzok, sekundárne žiarenie.
Okruh X	
Rezistor, induktor a kapacitor v elektrických obvodoch s jednosmerným aj harmonickým napájaním: vlastnosti a základné charakteristiky v časovej oblasti, fázorové diagramy. Fázový posun a jeho význam. Prevodníky Č/A a A/Č, parametre, princípy činnosti, spôsoby realizácie. Rozlíšenie prevodníka. Kvantizačný šum. Vzorkovací teorém.	Muskulárny systém, stavba a funkcia. Hladké a priečne pruhované svalstvo. Princíp svalovej činnosti, ovládanie svalov. Regulácia svalovej činnosti. Základné medicínske prístroje pre meranie tlaku krvi. Meranie tlaku pomocou manžety: základný princíp, registrácia Korotkovových fenoménov, modulácia tlaku v manžete. Digitálny tlakomer s diferenciálnym senzorom tlaku, princípy činnosti a spôsoby vyhotovenia.
Okruh XI	
Prechodné javy 1. rádu v lineárnych elektrických obvodoch: pripojenie resp. odpojenie sériového RC a RL dvojpoľu ku/od zdroju(a) harmonického napätia. Matematický model a jeho všeobecné riešenie. Grafická interpretácia a fyzikálny význam riešenia. Polovodičové pamäte, typy pamätí, rozdelenie. Použitie pamätí v číslicových obvodoch a výpočtových štruktúrach.	Základná štruktúra a funkcia pohybového aparátu. Kosti, kĺby a svaly. Sensory pre meranie polohy, rýchlosti, zrýchlenia a sily. Využitie matematických operácií pre realizáciu rôznych typov senzorov. Materiály pre umelé náhrady a lekárske nástroje. Kovové, keramické, kompozitné a polymérové materiály používané pre jednotlivé implantáty a náhrady, a ich základné vlastnosti, biokompatibilita používaných materiálov.



# ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

## Fakulta elektrotechniky a informačných technológií

### Okruh XII

Elektrostatické pole v látkovom prostredí: elektrický náboj, Coulombov zákon, Gaussova veta, intenzita a elektrický skalárny potenciál elektrostatického poľa. Základné predstavy o mechanických vlastnostiach tuhých látok. Deformácia tuhého telesa. Pojem sily, pohybové zákony. Pohybové rovnice.

Anatomická a histologická štruktúra kože. Fyziologické funkcie kože. Koža ako súčasť termoregulácie organizmu. Termografia kože s využitím termovíznej kamery: princíp činnosti, snímače typu CCD a CMOS, tvorba obrazu, pixel, emisivita prostredia. Fokussácia užitočného zväzku, použitie filtračných prvkov v optickej sústave kamery. Fúzia obrazov z viditeľnej a infračervenej oblasti. Limitácie použitia pre diagnostické účely.

### Okruh XIII

Elektrické lineárne obvody s harmonickými obvodovými veličinami. Fázor a fázorové diagramy. Ohmov zákon a Kirchohoffove zákony v elektrických obvodoch s harmonickým buđením. Mechanické kmity a vlny. Vlnenie, vlnová rovnica.

Všeobecná charakteristika centrálného nervového systému. Elektrofyziológia receptorov: receptorový potenciál, membránový potenciál, generátorový potenciál. Bioelektrická aktivita mozgu: alfa, beta, theta, delta rytmus, praktický význam encefalografie.

### Okruh XIV

Výkony v lineárnych obvodoch s konštantným aj harmonickým napájaním: definícia a výpočet činného, jalového a zdánlivého výkonu. Interpretácia fyzikálneho významu. Účinník a spôsoby jeho výpočtu. Základné obvody s bipolárnym tranzistorom, diferenčné zosilňovače: princíp činnosti, vybrané charakteristiky a účel použitia.

Anatomická štruktúra sluchového orgánu. Funkcia sluchu, podstata rozlišovania výšky tónu. Vnímanie zvuku sluchovým orgánom: intenzita a hlasitosť, využitie logaritmického škály pre sluchový vnem, krivky rovnakej hlasitosti. Metódy vyšetovania sluchu: audiometria a spôsoby jej realizácie. Použitie kapacitných senzorov polohy a posunutia pre registráciu zvukových fenoménov. Princíp klasického a elektronického fonendoskopu.

### Okruh XV

Stacionárne elektrické pole: elektrický prúd, vektor prúdovej hustoty, Ohmov zákon v diferenciálnom tvare, práca, výkon a energia v elektromagnetickom poli, Kirchohoffove zákony. Zdroje energie používané v elektronických zariadeniach: napájacie zdroje a usmerňovače. Graetzov mostík, zvlnenie a filtrácia usmerneného napätia.

Oko ako orgán: jednotlivé časti a ich funkcia. Zrakový nerv, zrakové centrum. Optický systém oka. Štruktúra sietnice, svetlomitlivé elementy. Metódy vyšetovania zraku. Korekcie chýb oka, okuliare, kontaktné šošovky. Materiály pre kontaktné šošovky a očné implantáty, polyméry - rozdelenie, fyzikálne a chemické vlastnosti.

### Okruh XVI

Teplota ako termodynamická veličina: základné zákony pre bezkontaktné určovanie teplotných polí: Stefan-Boltzmannov zákon, Planckov vyžarovací zákon, Wienov posuvný zákon. Rekapitulácia fyzikálnych poznatkov o polovodičoch a PN priechode.

Tvorba a výdaj tepla. Teplota ľudského tela a spôsoby jej merania. Mechanizmy termoregulácie. Metódy merania telesnej teploty: kontaktné a bezkontaktné spôsoby merania pomocou vhodných senzorov: použitie kovových odporových teplomerov, termočlánkov a termistorov. Základné vlastnosti a charakteristiky. Použitie optického hranola pre bezkontaktné meranie teploty v anatomicky komplikovaných štruktúrach.

### Okruh XVII

Trojfázové lineárne elektrické obvody s harmonickým napájaním: spôsoby vzájomného prepojenia zdrojov a spotrebičov. Fázové a združené veličiny, výpočet výkonov. Fázorový diagram súmernej a nesúmernej trojfázovej sústavy. Špecifické zapojenia operačných zosilňovačov s nesymetrickým napájaním: invertujúce, neinvertujúce zapojenie.

Všeobecná charakteristika endokrinného systému: úloha, regulačné funkcie. Definícia hormónu, endokrinné žľazy a ich funkcie, hormóny hypofýzy a ich význam. Zvodový systém merania EKG. Jednozvodový elektrokardiograf - bloková schéma, princíp činnosti.

### Okruh XVIII

Lineárne elektrické obvody s neharmonickými obvodovými veličinami a ich analýza. Vznik vyšších harmonických zložiek v spektre signálov. Riešenie lineárnych elektrických obvodov s neharmonickým buđením využitím princípu superpozície. Napäťový sledovač. Charakteristiky, napäťový prenos. Napäťová a prúdová spätná väzba.

Biofyzikálny pôvod elektrických signálov, vzrušivosť tkanív, akčný potenciál bunky, membránové napätie. Reobáza a chronaxia. Zosilňovače biologických signálov. Operačné zosilňovače a diferenčné zosilňovače: základné zapojenia a využitie v elektrických obvodoch. Použitie operačných zosilňovačov ako elektrických filtrov.

### Okruh XIX

Elektromagnetické vlny, šírenie elektromagnetického poľa, Poyntingov vektor. Stabilizácia základných veličín v elektrických obvodoch: stabilizátory napätia bez regulácie, so spojitou a s nespojitou reguláciou.

Akčný potenciál a jeho vznik. Šírenie akčného potenciálu, elektrické prejavy na membráne bunky, Nernstova a Goldmanova rovnica. Elektródy pre snímanie biopotenciálov. Rozhranie elektróda a elektrolyt. Rozhranie elektróda a koža. Ag-Ag/Cl elektróda. Náhradná elektrická schéma



# ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

## Fakulta elektrotechniky a informačných technológií

	elektrody. Vlastnosti a využitie pri realizácii subkutánných a transkutánných meraní.
<b>Okruh XX</b>	
Spektrum elektromagnetického žiarenia a jeho základné rozdelenie. Vlnová dĺžka, rýchlosť šírenia a frekvencia žiarenia. Odraz a lom vlnenia na rozhraní dvoch prostredí. Polovodičové pamäte: architektúra pamäti ROM, PROM, EPROM, EEPROM.	Hypotalamo-hypofýzový systém: hypotalamus, hypofýza a produkované hormóny a ich stručné charakteristiky. Tomografické zobrazovacie metódy a ich využitie pre zobrazenie tkanív: magnetická rezonancia. Základný princíp činnosti, relaxačné časy, generovanie rádiových impulzov, Larmorova frekvencia.
<b>Okruh XXI</b>	
Rezonancia v elektrických obvodoch: rezonancia v sériovom a paralelnom ideálnom LC obvode. Podmienka vzniku, správanie sa obvodu pri rezonancii, využitie v praxi. Thomsonov vzťah. Výkonové pomery a ich bilancia pri rezonancii. Impedancia, fáza a fázorový diagram obvodu pri rezonancii. Výkonové zosilňovače: triedy zapojenia zosilňovačov, princíp činnosti zapojenia v triede A, AB. Limitácie použitia.	Senzory biomagnetických polí: typy senzorov, jav supravodivosti, senzor SQUID a jeho aplikácia v biomedicíne. Magnetopneumografia: základný princíp a využitie.
<b>Okruh XXII</b>	
Fourierove rady a harmonická analýza. Spektrum a jeho význam pri opise elektrických obvodov. Jav elektromagnetickej indukcie, Faradayov indukčný zákon, Lenzov zákon, transformátorová a generátorová indukcia, spojený indukčný zákon.	Elektrické signály ako prejavy aktivity mozgu, mozgové vlny. Registrácia elektrickej aktivity mozgu prostredníctvom EEG: snímanie elektrických potenciálov mozgu, princíp činnosti a možné spôsoby snímania biopotenciálov z povrchu kože.