

Otázky a okruhy problematiky pro přípravu na státní závěrečnou zkoušku v navazujícím magisterském studijním programu VSEE v ak. r. 2022/23

Státní závěrečná zkouška se skládá ze 3 státnicových předmětů.

Z jednoho společného:

KEV/SNVSE Výkonové systémy a elektroenergetika

a dalších dvou, které student volí dle studované specializace:

Specializace Elektroenergetika (EE):

KEE/SNEE Elektroenergetika

v této specializaci dále student volí třetí předmět dle příslušného zaměření studia:

KEE/SNEVT Elektroenergetické výrobní technologie

nebo

KEE/SNPRS Provoz a řízení elektrizační soustavy

Specializace Výkonové elektronické technologie a pohony (VT):

KEV/SNEP Elektrické pohony

KEV/SNVEL Výkonová elektronika

Specializace Elektrické stroje (ES):

KEV/SNTES Teorie elektrických strojů

KEV/SNSES Stavba elektrických strojů

KEV/SNVSE Výkonové systémy a elektroenergetika

Okruhy otázek		Upřesnění
1.	Nepřímé a přímé měniče frekvence	Napěťový a proudový střídač. Výkonový obvod, princip činnosti a řízení. Přímé a nepřímé frekvenční měniče (výkonový obvod, princip činnosti a řízení).
2.	Vícehladinové měniče	Výkonové obvody, princip činnosti a řízení – NPC, ANPC, T-měnič, NPP, FLC, CHB, M2C.
3.	Model obecného střídavého stroje	Fyzikální principy a typy střídavých strojů, dynamický model, model v ustáleném stavu, moment.
4.	Pohon s asynchronním motorem	Dynamický model, náhradní schéma pro ustálený stav, náhradní schéma pro přechodové děje, fyzikální vlastnosti a moment, možnosti řízení – zejména skalární řízení, vektorové řízení a přímé řízení momentu.
5.	Pohon se synchronním motorem	Pohon se synchronním motorem (elektricky buzený synchronní stroj, PMSM, IPMSM. SyRM, dynamické modely, náhradní schéma pro ustálený stav, fyzikální vlastnosti a moment, možnosti řízení – vektorové řízení a přímé řízení momentu, optimální pracovní bod a provozní omezení).
6.	Návrh a dimenzování napájecích sítí	Požadavky na zajištění dodávky podle stupně důležitosti, zálohování. Volba topologie a napětí sítě. Výpočtové zatížení a způsoby jeho stanovení. Volba počtu a výkonu transformátorů. Dimenzování průřezu vedení.
7.	Provoz přenosových a distribučních sítí	Topologie sítí používané na jednotlivých napěťových hladinách. Způsoby uzemnění uzlu sítě a kritéria pro volbu způsobu uzemnění uzlu sítě. Transformátorová koncepce a provoz transformátorů. Provozní vlastnosti venkovních a kabelových sítí.
8.	Poruchové stavy a chránění sítí	Napěťové a proudové poměry při zkratech a zemním spojení. Charakteristický průběh a parametry zkratového proudu. Omezení velikosti a účinků zkratových proudů. Základní funkční principy elektrických ochran, automatika opětovného zapínání.

9.	Kvalita elektrické energie	Kvalita napětí, příčiny narušení napěťové křivky a nápravná opatření. Přerušení a poklesy napětí. Odchylky napětí. Rychlé změny a kolísání napětí. Nesymetrie napětí a deformace napěťové vlny (harmonické).
10.	Kompenzace jalových výkonů	Princip a přínosy kompenzace jalových výkonů. Příčiny a důsledky toků jalových výkonů v sítích. Druhy kompenzace účinníku a jejich použití v průmyslových provozech. Stanovení potřebného kompenzačního výkonu podle druhu kompenzace. Kompenzační prostředky a zařízení, jejich provozní vlastnosti a použití.
11.	Transformátory a tlumivky	Natáčivý transformátor: jednoduchý a dvojitý, způsoby zapojení, vlastnosti, fázorový diagram. Autotransformátory: proudy ve vinutí, typový, průchozí a galvanicky přenesený výkon, míra úspory, použití v elektrizační soustavě. Trojvinutové transformátory: schéma zapojení, náhradní schéma zapojení a určení jeho parametrů, výkony, měření nakrátko, použití v elektrizační soustavě. K-rated transformátory: příčiny zvýšení ztrát, protipatření, K-faktor. Transformátor s regulací fáze (PST): jedno- a dvoj- jádrová konstrukce, zapojení, princip regulace, symetrická a nesymetrická regulace, použití v elektrizační soustavě. Tlumivky: druhy jader, konstrukční řešení, návrh, vzduchová mezera a její magnetická vodivost, použití v elektrizační soustavě.
12.	BLDC motory	Vznik motoru z DC stroje. Náhrada mechanického komutátoru. Spojení do hvězdy, proudy vinutím konstrukční uspořádání, snímání polohy rotoru, měnič. Spojení do trojúhelníka, proudy vinutím konstrukční uspořádání, snímání polohy rotoru.
13.	Asynchronní stroj	Přepínání Y-D, vlastnosti a způsoby spojení, přechodové děje, výhody a nevýhody, způsoby omezení proudových rázů. Přechodové děje při opětném zapnutí. Provozní charakteristiky asynchronního stroje (M, I, cos, P _{mech} , účinnost). Brzdění asynchronního stroje, zapojení, ztráty, vlastnosti.
14.	Synchronní stroje	Způsoby buzení strojů. Náhlý zkrat, toky ve stroji, průběh zkratového proudu a jeho vyhodnocení. Druhy zkratů, druhy tlumičů, funkce tlumiče. Nesymetrické zkraty, 1f a 2f zkrat.
15.	Rušení v průmyslových sítích	Účinník a výkony v sítích s neharmonickými průběhy. Negativní vlivy polovodičových měničů a dalších nelineárních zařízení na napájecí soustavu. Možnosti eliminace harmonických. Filtrace vyšších harmonických, dynamická kompenzace účinníku. Dynamická kompenzace účinníku. Normy pro EMC v nfr oblasti. Měření harmonických.
16.	Odrušovací prostředky pro vf rušení	Základní součástky pro odrušovací filtry (LC). Symetrické a nesymetrické složky rušení a způsoby jejich potlačení. Konfigurace filtrů vf rušení. Součástky pro přepětové ochrany. Stínící materiály.
17.	Postupy zjišťování elektromagnetické odolnosti a rušivého vyzařování	Typy rušivých signálů pro zjišťování odolnosti zařízení podle ČSN EN 61000-4-X. Vazební prostředky pro různá rozhraní při zkouškách odolnosti. Požadavky na měřiče rušení, vyhodnocování změřených signálů. Měření rušení šířeného po vedení, umělé sítě, napěťové a proudové sondy. Měření rušení vyzařovaného do prostoru, měřicí stanoviště.
18.	Vlivy měničů na napájená zařízení, možnosti odstraňování	Vlivy pulzního namáhání na napájená zařízení. Vliv délky kabelu na velikost a frekvenci napěťových pulzů. Způsoby minimalizace vlivů na motory. Filtry typu du/dt a sinus. Flicker.

19.	Vodivé a polovodivé materiály	Čisté kovy, slitiny (zpracování, vlastnosti a použití). Konstrukce vodičů pro elektrotechniku (točivé a netočivé stroje, přípojnice, trolejová vedení, elektrická vedení). Speciální elektricky vodivé materiály (materiály pro termočlánky, odporové materiály, kontakty, supravodiče/hypervodiče, elektrotechnický uhlík). Definice polovodičů a jejich základní rozdělení a vlastnosti. Jevy na polovodičích – generace a rekombinace nosičů, Hallův jev, PN přechod, vliv teploty a elektromagnetického záření na polovodiče.
20.	Polymerní materiály v elektrotechnice	Základní přehled (výroba, struktura, členění, vlastnosti a použití polymerů). Přísady a plniva do polymerů. Polymerní kompozitní materiály (role vyztužujících prvků a matric, přehled používaných materiálů, členění, zpracování). Polymerní materiály pro kabelovou techniku (vnitřní struktura kabelu, výroba, používané materiály, kabely s nízkým nebezpečím požáru). Recyklace polymerů.
21.	Elektroizolační a konstrukční materiály pro elektrotechniku	Dielektrika a izolanty (rozdíly). Rozhodující vlastnosti izolantů. Základní klasifikace izolantů dle jejich struktury a původu. Použití izolantů v elektrických zařízeních (plynné, kapalně a pevné izolanty). Materiály pro desky plošných spojů a jejich základní vlastnosti. Materiály pro magnetické obvody elektrických zařízení. Parametry dielektrických a vodivých materiálů ve vysokofrekvenčních aplikacích.
22.	Materiály pro magnetické obvody elektrických zařízení	Fyzikální podstata magnetismu. Rozdělení látek dle magnetických momentů atomu. Přehled vybraných vlastností magnetických materiálů a možnosti jejich ovlivňování. Magneticky měkké materiály (složení, obchodní názvy, charakteristické parametry). Magneticky tvrdé materiály (složení, obchodní názvy, charakteristické parametry).
23.	Numerické metody pro řešení fyzikálních polí	Metoda konečných diferencí. Metoda konečných prvků. Řešení typických rovnic (eliptická, parabolická a hyperbolická rovnice), stacionární řešení, řešení v časové oblasti. Konvergence řešení.
24.	Pokročilé metody analýzy	Základní deterministické a stochastické optimalizační algoritmy (gradientní metody, evoluční algoritmy, algoritmy inspirované přírodou). Lokální a globální extrém; Omezení prostoru parametrů. Návrh experimentů (náhodná, faktoriální a stochastická schémata); Klasifikace a regrese. Náhradní modely (lineární modely, Gaussové procesy, náhodné stromy, neuronové sítě); Validace modelů, adaptivní učení.
25.	Modelování elektromagnetického pole	Základní vztahy pro řešení elektromagnetického pole, formulace rovnice pro vektorový potenciál. Okrajové podmínky pro popis matematického modelu. Analýza rozložení elektromagnetického pole. Integroální a lokální veličiny.
26.	Modelování teplotního pole a termoelastického pnutí	Základní vztahy pro řešení teplotního pole, posunu a deformací, Hookův zákon. Formulace rovnice pro přenos tepla a termoelastickou deformaci. Okrajové podmínky pro popis matematického modelu. Analýza rozložení teplotního pole a deformací. Interakce magnetického a teplotního pole, indukční ohřev.

Povinně volitelné předměty*(Student si vybírá vždy dva předměty, dle studované specializace)***Specializace Elektroenergetika (EE)****KEE/SNEE Elektroenergetika**

Okruhy otázek		Upřesnění
1.	Napěťové, proudové a výkonové poměry na vedení v souměrném ustáleném stavu	Vlnové rovnice, řešení U a I na vedení s využitím zanedbání vhodných pasivních parametrů vedení. Řešení napěťových a proudových poměrů na vedení s využitím náhradních dvojbranů. Stanovení toku výkonů ve větvi sítě. Výpočet činných ztrát na vedení. Zvláštní provozní stavy.
2.	Řešení chodu elektrizační soustavy (ES) v souměrném ustáleném stavu	Tvorba náhradního schématu ES. Matematická formulace ustáleného chodu ES pomocí metody uzlových napětí. Uzlová admitanční a impedanční matice. Využití iteračních metod (Newton-Raphsonovy, Gauss-Seidlový).
3.	Poruchové stavy v ES	Dělení poruch a jejich charakteristika. Časový průběh zkratového proudu. Řešení zkratových poměrů v sítích metodou ekvivalentního napěťového zdroje v místě zkratu. Řešení zkratových poměrů v sítích metodou superpozice. Řešení nesymetrických poruch pomocí metody souměrných složek.
4.	Elektrické teplo a elektrotepelné procesy	Přeměny elektrické energie v užitečné teplo, principy, přednosti, význam. Teorie a aplikace indukčního ohřevu. Aplikace fyzikálních zákonů sdílení tepla. Tepelné veličiny a jejich měření. Zvyšování účinnosti elektrotepelných zařízení.
5.	Výpočet tepelného schématu elektrárny	T-S diagramy pro paroplynové, plynové, uhelné a jaderné elektrárny a srovnání s Carnotovým cyklem. Druhy tepelných oběhů a výpočet jejich účinnosti. Maximální dosažitelná tepelná účinnost. Optimalizace účinnosti, Carnotizace tepelného oběhu, přihřívání, regenerační ohřev, rekuperování tepla. Kombinovaná výroba elektřiny. Kombinovaná výroba elektřiny a tepla, protitlaký cyklus.
6.	Regulace a provoz tepelných elektráren	Způsoby regulace tepelných elektráren. Režim sledování tepelného zdroje. Režim sledování tepelného motoru. Regulace parních klasických elektráren. Regulace jaderných elektráren. Regulace kombinované výroby elektřiny a tepla. Využití tepelných elektráren pro regulace výkonové rovnováhy v elektrizační síti.
7.	Vyvedení elektrického výkonu do ES a zajištění vlastní spotřeby elektrárny	Topologie elektrických schémat klasických, jaderných a vodních elektráren včetně vlastní spotřeby. Zdroje vlastní spotřeby pracovní, záložní, doběhové, nouzové a zajištěné.
8.	Charakteristiky pohonů technologických zařízení ve vlastní spotřebě elektrárny	Napěťové a proudové poměry při spouštění, provozu a samonajíždění elektromotorů v napájecím systému vlastní spotřeby. Stanovení a kontrola velikosti výkonu napájecích zdrojů vlastní spotřeby. Momentové charakteristiky pohonů, doba rozběhu pohonů vlastní spotřeby a kontrola příslušného oteplení.
9.	Generátory velkých blokových jednotek	Turboalternátory a hydroalternátory elektrárenských výroben. Principy metod přifázování. Limitní provozní diagramy a stabilita dodávaného výkonu těchto alternátorů. Specifika budících soustav včetně systémů odbuzování alternátorů velkých blokových jednotek.
10.	Regulace činného výkonu a frekvence v AC síti	Regulace na straně spotřeby, metody a prostředky. HDO. Využití smart grids. Regulace na straně výroby. Metody a prostředky. Primární, sekundární terciární (minutová) regulace.

11.	Regulace napětí v elektrizační soustavě	Metody a prostředky pro regulaci napětí. Primární sekundární a terciární regulace napětí. Regulace v přenosové a distribuční soustavě.
12.	Dispečerské řízení elektrizační soustavy	Princip dispečerského řízení. Prostředky pro dispečerské řízení. Systémové a podpůrné služby. Provozní stavy elektrizační soustavy. Regulace a provoz v propojených ES.

Specializace EE - zaměření Elektroenergetické výrobní technologie:

KEE/SNEVT Elektroenergetické výrobní technologie

Okruhy otázek		Upřesnění
1.	Využití energie vody	Vodní elektrárny, provozní režim, technologické celky. Vodní motory, regulace. Provozní parametry a oblastní diagramy vodních motorů. Provozní stavy, kavitace, energetický potenciál. Hydrogenerátor.
2.	Využití energie větru	Větrné elektrárny, technologie, konstrukce. Větrné motory, regulace. Výkonová charakteristika, Betzova účinnost. Energie větru, distribuční charakteristika. Elektrická konfigurace větrných elektráren.
3.	Obnovitelné zdroje energie	Využití energie biomasy, spalování, bioplynové stanice, kogenerace, trigenerace. Využití geotermální energie, technologie geotermální elektrárny, systém HDR. Technologie tepelných čerpadel, možnosti získávání tepla. Energetické využití odpadu, ZEVO. Legislativní podmínky v oblasti OZE.
4.	Fotovoltaické systémy	Fotovoltaický článek, VA charakteristika, jednotlivé generace FV. Fotovoltaický jev, fyzikální principy, technologie FV. Fotovoltaické elektrárny, navrhování, projektování. Provozování FV, zvyšování účinnosti, sledovače, koncentrátoři. Grid on, grid off systémy, hybridní systémy.
5.	Solární termické systémy	Vysokoteplotní solární systémy, parková a věžová elektrárna. Nízkoteplotní solární systémy, solární kolektor. Pasivní solární systémy, Trombeho stěna, FV systémy pro ohřev TUV. Využitelnost solárního záření, podmínky v ČR. Spektrální složení solárního záření, technické aspekty energetického využití.
6.	Odlučování pevných částic a odpadové hospodářství	Pohybová rovnice částice, fyzikální principy odlučování. Suché a mokré mechanické odlučovače. Elektroodlučovače, VA charakteristika. Filtry, filtrace průmyslová a filtrace atmosférického vzduchu. Odpadové hospodářství, nakládání s odpady, zneškodňování odpadů.
7.	Technologie ochrany ovzduší a vod	Environmentální aspekty spalovacích procesů, spalovací rovnice. Emise, imise, emisní faktory, základní veličiny a výpočty. Odlučování plyných emisí, absorpce, adsorpce, kondenzace, oxidace, redukce, biologické metody. Snižování emisí ze spalování fosilních paliv, odsiřování spalin, denitrifikace spalin. Znečišťování vod, látky způsobující znečištění, znečištění povrchové a podzemní vody, odpadní vody.
8.	Jaderné elektrárny	Princip fungování JE, specifika. Okruhy a komponenty JE. Tepelné schéma JE s tlakovodním reaktorem, carnotizace cyklu v JE. Jaderná bezpečnost, radiační ochrana.
9.	Jaderné reaktory	Základní popis (palivo, moderátor, chladivo). Typy jaderných reaktorů a jejich provozní vlastnosti. Provoz a regulace jaderného reaktoru (najíždění, nominální výkon, odstavování).

10.	Fyzika jaderných reaktorů	Štěpná řetězová reakce. Jaderné reakce a účinné průřezy. Řízení reaktoru. Zpětná vazba. Moderátor.
11.	Paliva pro jaderné reaktory	Typy jaderného paliva. Jaderný palivový cyklus. Palivo v průběhu kampaně. Zadní část palivového cyklu – skladování, ukládání.
12.	Provoz jaderné elektrárny	Elektrická část JE - vyvedení výkonu, vlastní spotřeba, systémy zajištěného napájení. Systémy kontroly a řízení, měření na JE. Hodnocení rizik, PSA jaderné elektrárny.

Specializace EE - zaměření Provoz a řízení elektrizační soustavy:

KEE/SNPRS Provoz a řízení elektrizační soustavy

Okruhy otázek		Upřesnění
1.	Druhy, principy a vlastnosti OZE	Možnosti využití OZE v ČR a ve světě, možnosti akumulace energie z OZE. Využití energie vody (vodní elektrárny, vodní motory). Využití energie větru (větrné elektrárny, větrné motory). Využití solární energie (fotovoltaické systémy, termické systémy, pasivní systémy). Využití biomasy, využití geotermální energie.
2.	Provoz decentralizovaných zdrojů energie	Vliv decentralizovaných zdrojů na provoz ES. Statické charakteristiky decentralizovaných zdrojů, flexibilita a spolehlivost OZE. Princip regulace a řízení decentralizovaných zdrojů. SMART GRID a ostrovní mikrosítě.
3.	Elektrické stanice	Schémat stanic – přípojnicové systémy, vybavení polí a odboček, provozní vlastnosti, použití na různých napěťových hladinách. Provozní manipulace v elektrických stanicích, blokové podmínky. Konstrukční řešení stanic a jejich částí. Řízení provozu elektrických stanic.
4.	Dimenzování elektrických rozvodných zařízení, přístrojů a vodičů	Zásady a kritéria pro dimenzování rozvodných zařízení. Tepelné a mechanické namáhání elektrických zařízení. Vypínací schopnost spínacích přístrojů (dle průchozích výkonů a zkratových poměrů).
5.	Návrh elektrických vedení venkovních a vnitřních	Venkovní a kabelová vedení, provedení, používané vodiče pro venkovní vedení, typy kabelů. Dimenzování průřezu vodičů vedení, volba vhodného průřezu vedení z hlediska provozních ztrát. Síly a mechanické ohybové namáhání působící na vodiče a el. zařízení (kontrola na základní parametry montážní tabulky).
6.	Chránění elektrických zařízení elektrizační soustavy	Elektrické ochrany, základní požadavky na elektrické ochrany. Základní funkční principy elektrických ochrany. Přístrojové transformátory proudu a napětí - vlastnosti, zapojení, využití pro účely chránění a měření. Hlavní a záložní ochrany, principy zálohování ochrany.
7.	Ochrany elektrických vedení	Druhy poruch na elektrických vedeních. Ochrany vedení vn a vn proti zkratům a přetížení. Automatika opětovného zapínání. Ochrany vedení při zemním spojení - detekce vývodu, lokalizace. Jištění vedení nn proti zkratům a přetížení.
8.	Ochrany transformátorů a generátorů	Poruchy na transformátorech a generátorech. Ochrany transformátorů a generátorů. Ochrany výrobních bloků, systém chránění vyvedení výkonu. Vliv nesymetrických poruch na provoz generátoru.
9.	Přechodné jevy v elektrizačních soustavách	Přechodné elektromagnetické jevy na synchronním alternátoru. Vyšetření a specifika průběhu zkratového proudu alternátoru, rozbor vznikajících volných složek s rotorovými a statorovými časovými konstantami, metodika jejich odvození a přechod mezi abc a dq0 souřadným systémem. Přechodné přepětové děje při nesymetrických poruchách na venkovních vedení.

10.	Statická a dynamická stabilita dodávky výkonu alternátorem	Elektromechanické děje, zjednodušené předpoklady a metody řešení. Kritéria a faktory ovlivňující statickou a dynamickou stabilitu dodávky výkonu alternátorem. Prostředky a metody pro zvýšení stability v ES.
11.	Koordinace izolace jako nástroj pro stanovení požadavků na elektrickou pevnost zařízení vysokého napětí	Normalizované tvary napětí a přepětí pro zkoušky vysokým napětím. Postup pro koordinaci izolace podle IEC 60071-2, stanovení normalizovaných jmenovitých výdržných napětí. Normalizované postupy pro zkoušky vysokým napětím (AC, DC, LI) podle ČSN EN 60060-1. Statistické zpracování výsledků dielektrických zkoušek.
12.	Přechodné jevy na vedení a jejich interakce se zařízeními vysokého napětí	Design obvodů generujících impulzní napětí (LI, SI). Požadavky na parametry generátoru pro splnění požadavků na impulzní napěťové zkoušky. Atmosférické impulzní napětí, vlny na vedení, rázové jevy ve vinutí transformátoru. Svodiče přepětí.

Specializace Výkonové elektronické technologie a pohony (VT)

KEV/SNEP Elektrické pohony

Okruhy otázek		Upřesnění
1.	Bloky regulačních struktur, filtry, aplikace v reálném čase	PI/PS regulátory - Základní rovnice PI regulátoru, a jeho přenos. Složkový, rekurentní a anti-windup tvar algoritmu. Příklad implementace PS regulátoru v jazyce C v aritmetice pevné řádové čárky. Filtry typu klouzavý průměr a aperiodický člen - Základní rovnice a popis principu filtru typu klouzavý průměr. Základní rovnice pro aperiodický filtr - RC článek a jeho implementace v aritmetice pevné řádové čárky. Rampy a profily - K čemu rampy a profily slouží v regulačních systémech. Popis rampy založené na lineární funkci a její implementace v aritmetice pevné řádové čárky. Aplikace v reálném čase, problematika přerušení - Co je to přerušení, jejich rozdělení a příklady. Práce s přerušeními - latence, zanořování. Typická struktura obslužné rutiny. Plánování přerušení - perioda, bezpečnostní rezerva. Příklad aplikace/regulace v reálném čase.
2.	Periferie mikrokontroléru pro regulaci ve výkonové elektronice a pohonech	ePWM periferie - funkce v regulaci, princip generování PWM, mrtvé časy pro napěťový a proudový střídač, bloková struktura periferie, základní nastavení, volba spínací frekvence. eQEP periferie - funkce v regulaci, bloková struktura, základní nastavení, způsoby měření malých a velkých rychlostí a jejich výpočet, volba vzorkovací frekvence, měření polohy IRC čidlem. ARC čidlo - funkce v regulaci, způsob připojení dle rozhraní (GPIO, SPI), Grayův kód. ADC převodník - funkce v regulaci, rozlišení, rychlost převodu, návrh měřicí cesty, výpočet reálné hodnoty z hodnoty ADC. Komunikační periferie - SPI, SCI, CAN, GPIO - funkce v regulaci, využití.
3.	Algoritmy a kódování v pevné řádové čárce	Reprezentace reálného čísla v pevné řádové čárce - Q formáty, rozlišení Q formátu, rozsah Q formátu, problematika zaokrouhlování a ořezávání. Aritmetické operace s čísly ve fixed point formátu - násobení, dělení, sčítání a odčítání. Volba Q formátu bez použití referenčních hodnot a s referenčními hodnotami, výhody a nevýhody jednotlivých řešení. Příklad převodu výpočtu vybraného problému (RC, RL, výpočet úhlu beta) do pevné řádové čárky.

4.	Matematické modely a estimace veličin v elektrických pohonech	Matematické modely ASM v souřadném systému statoru, rotoru a v synchronní souřadné soustavě orientované na mg. tok rotoru, statoru. Odpovídající fázorové diagramy pro ustálený stav v režimu motor, gen. brzda a chod naprázdno. Matematické modely PMSM v souřadném systému statoru, rotoru. Odpovídající fázorové diagramy pro ustálený stav v režimu motor, gen. brzda a chod naprázdno a pro různé provozní rychlosti (včetně implementace "odbuzování"). Proudový a napěťový model ASM využitelný pro FOC a jejich reálné vlastnosti a praktická omezení. Estimace polohy založená na anizotropii rotoru. Aplikace feedforwardu v regulačních algoritmech FOC.
5.	Nadřazené řízení a optimalizace chodu el. pohonů	SM - MPTA, MPTV a optimalizace s ohledem na minimální ztráty ve stroji. ASM - MPTA, MPTV a optimalizace s ohledem na minimální ztráty ve stroji. Porovnání ztrátového výkonu v el. stroji pro různé provozní stavy a odbuzování při nízkých rychlostech a nízkých momentech (čerpadla, ventilátory). T-optimální cílová regulace polohy. Respektování vlastností mech. soustavy, pružný hřídel, aplikace S-křivek.
6.	Specifika elektronicky komutovaných motorů a pohonů velkých výkonů	BLDC - algoritmy řízení a regulace bez čidla polohy. PMSM - algoritmy řízení a regulace bez čidla polohy. SRM- algoritmy řízení a regulace bez čidla polohy. LCI - princip, taktování a základní algoritmy. DFIM - princip a základní algoritmy.
7.	Elektrická schémata vozidel pro stejnosměrnou, střídavou a nezávislou trakci	Schémat železničních vozidel pro stejnosměrnou trakci. Schémata železničních vozidel pro střídavou trakci. Schémata železničních vozidel pro nezávislou trakci. Možnosti napájení pomocných pohonů. Schémata vozidel MHD.
8.	Harmonické v trakčních pohonech	Negativní vlivy harmonických ve vozidlech elektrické trakce. Harmonické ve vozidlech se snižovacími pulsními měniči. Harmonické ve vozidlech s řízenými usměrňovači. Harmonické ve vozidlech se střídavými trakčními motory na stejnosměrné troleji. Harmonické ve vozidlech s pulsními usměrňovači.
9.	Modelování jízdy vozidla	Princip modelování jízdy vozidla po trati, pohybová rovnice. Vozidlové odpory. Traťové odpory. Adheze.
10.	Měření napětí a proudů	Měření malých napětí. Měření napětí na zdrojích s velkým vnitřním odporem. Snímače pro měření proudů. Měření velmi malých proudů.
11.	Měření teplot	Termočlánky. Kompenzace teploty studeného konce termočlánku. Odporové teploměry. Zapojení pro zpracování signálu ze snímačů teploty.
12.	Měření otáček, polohy a mechanického namáhání	Měření otáček - IRC a ARC snímače, tachodynamo. Měření otáček - optozávora. Měření polohy. Tenzometry.

KEV/SNVEL Výkonová elektronika

Okruhy otázek		Upřesnění
1.	Pokročilé řízení napěťových a proudových střídačů	Vektorová PWM. PWM s vylučováním harmonických NS. Synchronizovaná a synchronní PWM NS. Vstupní a výstupní filtry NS a PS. Vícehladinové varianty.
2.	Usměrňovače	Klasické – sériové řazení. Klasické - paralelní řízení. Pulzní usměrňovače napěťové. Pulzní usměrňovače proudové.
3.	Pulzní měniče	Paralelní spojení s mezifázovým transformátorem. Paralelní spojení bez mezifázového transformátoru, schéma, princip řízení, napěťové a proudové poměry. Sériové zapojení. Návrh vstupního filtru, vliv na zvlnění vstupního napětí a proudu.

4.	Trakční systémy se stejnosměrným napájením	Trakční měničky, jejich připojení na všeobecnou elektrizační soustavu a z toho vyplývající vlivy. Nabíjecí zařízení pro elektromobily a jejich interakce se všeobecnou elektrizační soustavou. Vozidla pro stejnosměrnou trolej (lokomotivy 1./2./3. generace) a jejich vlivy na pevná trakční zařízení. Specifika sítí MHD, rekuperace a akumulace energie.
5.	Trakční soustavy střídavé	Trakční napájecí stanice TNS, jejich připojení na všeobecnou elektrizační soustavu a z toho vyplývající vlivy. Vozidla pro trolej 25kV/50 Hz (lokomotivy 1./2./3. generace) a vícesystémová vozidla a jejich vlivy na napájení. Okamžitý výkon při jednofázovém napájení. Omezování a jalového a deformačního výkonu v TNS. Moderní koncepce TNS se symetrickým odběrem výkonu.
6.	Energetické poměry v trakčních a dalších výkonových systémech	Typické výkonové poměry trakčních vozidel a odpovídající napěťové a proudové poměry v troleji. Možnosti rekuperace a snížení ztrát na stejnosměrné troleji, vzájemná spolupráce trakčních měničů. Možnosti rekuperace na střídavé troleji a případná vzájemná spolupráce TNS. Analogie drážních spolupracujících TNS a třífázových sítí. Měniče pro řízení toku výkonů mezi různými soustavami.
7.	Nabíjení elektrických vozidel s trakční baterií – dobíjení rekuperací při dynamickém brzdění	Rovnice mechanického výkonu. Základní princip řízení ASM a PMSM v generátorickém režimu při vektorovém řízení (momentotvorná a tokotvorná složka proudu). Tok výkonu v pohonu (el. stroj – 3f napěťový střídač – trakční baterie), orientace proudu a napětí. Dobíjecí vs. vybíjecí výkon bateriového článku (technologie Li-ion).
8.	Nabíjení elektrických vozidel s trakční baterií z elektrické sítě	Nabíjení bateriového článku Li-ion, hladiny max. a min. napětí, fáze nabíjení (konst. U nebo I, časová náročnost). Nabíjení ze zásuvky 1x 230 V, 3x 400 V a rychlodobíjení u nabíjecí stanice (principy, výkony, rozdíly). Palubní nabíječka pro jednofázové dobíjení (principiální schéma výkonového měniče, galvanické oddělení).
9.	Trakční baterie s lithiovými články	Parametry současných lithiových článků (napětí, vybíjecí vs. nabíjecí proud, hustota energie), instalované kapacity baterií osobních vozidel, hmotnost trakční baterie. Způsoby řazení článků v trakční baterii, cílová hladina napětí, proud a výkon, princip balancování. Vybíjecí charakteristika článku, Théveninův model 2. řádu, závislost vnitřního odporu na teplotě a SoC.
10.	Budící obvody tranzistorů IGBT a MOSFET	Základní funkce budících obvodů tranzistorů. Rozšířené funkce budících obvodů tranzistorů. Ochrany proti nadproudu a zkratu. Ochrana proti větrovému zkratu. Millerův clamp, aktivní clamping.
11.	Druhy ztrát a totální ztrátový výkon VPS	Druhy ztrát v polovodičových součástkách. Propustné ztráty VPS u měničů s vnější komutací. Propustné ztráty VPS u měničů s vlastní komutací.
12.	Reálné spínací ztráty VPS	Spínací ztráty VPS při idealizovaných poměrech komutujícího obvodu s indukčností. Spínací ztráty diod a tyristorů. Spínací ztráty VPS při idealizovaných poměrech komutujícího obvodu bez indukčností. Zapínací a vypínací ztráty tyristorů reálné poměry. Zapínací a vypínací ztráty tranzistorů reálné poměry. Spínací ztráty tranzistorů při ŠPM napěťového střídače.

Specializace Elektrické stroje (ES)**KEV/SNTES Teorie elektrických strojů**

Okruhy otázek		Upřesnění
1.	Magnetické pole transformátoru a asynchronního stroje	Rozptylová indukčnost vinutí. Vliv činitelů vinutí na harmonické složky magnetického pole ve vzduchové mezeře asynchronního stroje. Synchronní a asynchronní parazitní momenty asynchronního stroje.
2.	Vybrané partie synchronních strojů	Budící pole synchronních strojů, pole kotvy. Kružnicový diagram synchronního stroje při uvažování odporu kotvy. Synchronní reluktanční stroje – provozní charakteristiky, optimální provoz.
3.	Vybrané partie strojů s permanentními magnety	Návrh buzení synchronních strojů s permanentními magnety, ztráty v permanentních magnetech. Charakteristiky synchronních strojů s permanentními magnety, optimální provoz. Bezkartáčové stejnosměrné stroje – provoz a specifika z hlediska návrhu.
4.	Zkoušení transformátorů a tlumivek	Metody zatěžování, mezioperační zkoušky, typové zkoušky, izolační zkoušky, měření hodinového čísla transformátoru.
5.	Zkoušení točivých strojů	Druhy zkoušek, metody zatěžování strojů, oteplovací zkoušky, mezioperační zkoušky.
6.	Měření veličin na elektrických strojích	Metody měření točivého momentu, rychlosti, a polohy rotoru, měření indukčností, měření teplot, magnetického pole a toku, měření elektrických veličin.
7.	Magnetické síly v elektrických strojích	Síla z Maxwellova tenzoru a Lorentzova síla; magnetostrikce. Radiální, tangenciální a axiální síly. Řád silové vlny, postupná vlna a pulsující síly. Spektrum magnetických sil při běžném chodu stroje - vliv vinutí, drážkování, syčení a PWM.
8.	Vibrace a hluk v elektrických strojích	Veličiny, základní vztahy a rovnice; vlastní tvary a frekvence. Zdroje vibrací a hluku v elektrických strojích. Normy; možnosti omezení chvění a hluku v elektrických strojích. Experimentální analýza vibrací a hluku, experimentální modální analýza a provozní modální analýza elektrických strojů.
9.	Poruchy v elektrických strojích a metody jejich detekce	Klasifikace poruch v elektrických strojích, jejich možné projevy, příčiny a důsledky. Vibrodiagnostika. Analýza proudových spekter.
10.	Druhy supravodičů, základní vlastnosti	Supravodiče I. a II. typu, vysokoteplotní supravodiče. Materiálové složení, vlastnosti – kritická teplota, kritické magnetické pole, kritická proudová hustota a vztah mezi nimi. Základy teorie supravodivosti – vznik Cooperových párů, fononová interakce.
11.	Aplikace supravodivosti v elektrických strojích	Aplikace supravodivosti v jednotlivých typech elektrických strojů (transformátory, stejnosměrné, asynchronní a synchronní stroje). Technická omezení aplikace supravodivosti v elektrických strojích a možná řešení.
12.	Aplikace supravodivosti v dalších vědních oborech	Supravodivé magnety, magnetická levitace za pomoci supravodivosti. Využití supravodivosti v elektroenergetice.

KEV/SNSES Stavba elektrických strojů

Okruhy otázek		Upřesnění
1.	Provedení elektrických strojů	Rozdělení a provedení elektrických strojů klasické. Konstrukční řešení automotive a trakční speciality. Režimy provozu S1 - S6. Kódy IP, IC a IM, významy těchto označení.
2.	Konstrukční řešení elektrických strojů	Statory; segmenty a překlady, materiály, uchycení pólů, axiální zajištění statorových svazků. Rotory; provedení, materiály, rotorové hvězdice, uchycení rotorových pólů, rotorové svazky, zajištění permanentních magnetů. Stroje s axiálním tokem, lineární motory, SRM, SYNRM, BLDC.
3.	Provozní vlivy působící na elektrické stroje	Elektrické, magnetické a mechanické silové působení na konstrukční prvky el. Strojů. Tangenciální, axiální, radiální, odstředivé síly, teplotní roztažnost atd. Uložení rotujících částí elektrických strojů.
4.	Postup při návrhu elektrického stroje	Postup při výpočtu elektrického stroje. Iterativnost návrhu. Možnosti volby výpočetních parametrů. Výkonová rovnice, vztah výkonu a momentu k rozměrům stroje. Podobnost elektrických strojů.
5.	Výpočet magnetického obvodu a uvažování parazitních magnetických jevů	Materiály pro magnetické obvody. Dimenzování magnetického obvodu, magnetické pole ve vzduchové mezeře, zubech kotvy, ve jhu a masivních částech stroje. Rozptylová magnetická pole.
6.	Specifika návrhu jednotlivých typů elektrických strojů	Specifika návrhu asynchronních strojů. Specifika návrhu synchronních strojů. Specifika návrhu stejnosměrných strojů. Speciální typy elektrických strojů.
7.	Způsoby odvodu ztrátového tepla	Způsoby chlazení elektrických strojů. Přímé chlazení, dvouokruhové chlazení, chlazení uzavřených strojů. Využití vodního a vodíkového chlazení.
8.	Ventilační obvody v elektrických strojích	Zdroje tlaku v elektrických strojích. Sestavení ventilačních obvodů. Atkinsonův zákon a způsob řešení ventilačních obvodů. Analogie s elektrickými obvody.
9.	Tepelné obvody v elektrických strojích	Zdroje tepla v elektrických strojích a jejich lokace. Analogie tepelných obvodů s elektrickými obvody. Způsoby řešení ustálených a přechodných stavů. Náhradní tepelné sítě příklady řešení.
10.	Klasifikace a provedení vinutí elektrických strojů točivých	Druhy vinutí elektrických strojů, provedení vinutí, konstrukční uspořádání. Činitel kroku, činitel rozlohy, činitel vinutí. Aplikovatelnost jednotlivých činitelů v závislosti na typu stroje.
11.	Postup návrhu vinutí elektrických strojů točivých a používané prostředky	Parametry vinutí, vztah mezi nimi a proveditelnost vinutí v závislosti na jednotlivých parametrech. Fázorová hvězdice, napěťový polygon, Tingleyho schéma, stupňovitá křivka magnetického napětí vinutí a Görgesův obrazec. Výpočet činitele diferenčního rozptylu.
12.	Provedení a vlastnosti zapojení vinutí transformátorů	Jednofázové transformátory, třífázové transformátory. Možnosti a vlastnosti zapojení. Hodinové číslo. Konstrukční provedení, 1f, 3f, síly působící na vinutí.

xxx
xxxxxxxxx
xxx