

Otázky a okruhy problematiky pro přípravu na státní závěrečnou zkoušku z oboru JE v navazujícím magisterském programu strukturovaného studia na FEL ZČU v ak. r. 2019/20

Soubor obsahuje tematické okruhy a otázky z problematiky tří předmětů státní závěrečné zkoušky v oboru JE:

KEE/SNVEE	Výroba elektrické energie
KEE/SNREE	Rozvod elektrické energie
KEE/SNJEE	Jaderná elektroenergetika

KEE/SNVEE Výroba elektrické energie

1. Principy transformace primárních zdrojů na elektřinu, jednotlivé typy elektráren, transformační řetězce, hodnocení energetických řetězců (účinnosti).
2. Tepelné elektrárny - bloková schémata, principy přeměny energie realizované v tepelných elektrárnách, vlastnosti pracovních látek tepelných oběhů, tepelné zdroje (kotle, reaktory). Popis základních okruhů.
3. Tepelné oběhy - Carnotův, Rankine-Clausiusův, Braytonův (plynový). T-s, i-s, p-v diagramy pracovní látky. Porovnání účinnosti jednotlivých částí výroby páry v tepelné elektrárně.
4. Maximalizace účinnosti – rekuperace ztrát, Carnotizace cyklu. Výpočet účinnosti tepelné elektrárny a možnosti jejího zvyšování.
5. Výpočet tepelného schématu klasické tepelné elektrárny. Stanovení množství tepla potřebného pro transformaci na elektřinu a množství provozních látek potřebných pro výrobu, požadavky na kvalitu a způsoby úpravy provozních látek.
6. Spotřební charakteristiky elektrárenských bloků a jejich využití při paralelní spolupráci z hlediska hospodárního rozdělování výkonu.
7. Členění nákladů na výrobu elektřiny, cena vyrobené kWh. Hospodárné rozdělení výroby a výkonu mezi více elektrárenských zdrojů na základě minimalizace celkových nákladů. Nasazování elektráren do diagramu zatížení elektrizační soustavy.
8. Kombinovaná výroba elektřiny (paroplynový oběh), kombinovaná výroba elektřiny a tepla (KVET), stanovení účinnosti.
9. Jaderné elektrárny, tepelné blokové schéma 1, 2 a 3 okruhové JE. Způsob uvolnění tepla v jaderném reaktoru. Základní typy a uspořádání jaderných reaktorů. Konstrukční prvky jaderného reaktoru, palivo, moderátor, chladivo.
10. Obnovitelné zdroje energie – přehled, základní principy využití. Nasazení těchto zdrojů při pokrývání denního diagramu zatížení, vliv na řízení ES.
11. Vodní elektrárny, soustrojí pro vodní elektrárny, typy turbin. Teoretický výkon vodního díla.
12. Vyvedení elektrického výkonu do ES a zajištění vlastní spotřeby elektrárny. Základní požadavky na spínací prvky, zapojení transformátorů, spolehlivost a operativnost při všech provozních i mimořádných režimech pro jednotlivé typy elektráren.
13. Tvorba schématu vlastní spotřeby, základní topologie a potřebný výkon pro různé typy elektráren. Způsob zapínání rezervních zdrojů, systémy zajištěného napájení vlastní spotřeby v jaderných elektrárnách.
14. 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.

15. Synchronní alternátory, jejich chlazení, diagramy proudového a výkonového zatížení, mezní stavy dovoleného zatěžování, budící a odbuzovací systémy, najíždění a fázování, provoz v asynchronním chodu.
16. Poruchové stavy (zemní spojení a zkrat) ve strojích a zařízeních elektráren. Vliv nesymetrických poruch. Systémy chránění a zabezpečení strojů a zařízení elektráren.

KEE/SNREE Rozvod elektrické energie

1. Charakteristika jednotlivých sítí ES ČR. Napěťové hladiny, transformátorová koncepce, topologie sítí (použití, provoz, vlastnosti), způsob zapojení nulového bodu transformátoru (výhody, nevýhody, použití, mezní kritéria pro volbu způsobu provozu distribuční soustavy).
2. Tvorba náhradního schématu ES – předpoklady, postup. Náhradní schémata síťových prvků. Pasivní parametry jednotlivých prvků ES (vedení, transformátor, tlumivka, kondenzátor, alternátor, spotřebič) a jejich respektování při výpočtech.
3. Napěťové, proudové a výkonové poměry na vedení v souměrném ustáleném stavu. Metody řešení. Využití náhradních dvojbranů, fázorové diagramy. Zvláštní provozní stavy (přenos přirozeného výkonu, stav nakrátko, naprázdno – Ferantiho jev). Přenosová kapacita vedení.
4. Matematická formulace ustáleného chodu ES pomocí metody uzlových napětí. Uzlová admitanční a impedanční matice – způsob sestavení, výhody a nevýhody využití ve výpočtech. Řešení chodu soustavy s využitím iteračních metod (Newton-Raphsonovy, Gauss-Seidlovy).
5. Řešení nesymetrických poruch pomocí metody souměrných složek. Rozklad nesouměrné soustavy trojfázových veličin na souměrné složky. Příčná a podélná nesouměrnost.
6. Obecný průběh zkratového proudu, detailní rozbor složek zkratového proudu v soustavě a v blízkosti alternátoru, účinky zkratových proudů a možnosti jejich omezení.
7. Řešení zkratových poměrů. Všeobecné zásady pro výpočet zkratového proudu, zjednodušený výpočet pomocí metody ekvivalentního zdroje napětí, charakteristické hodnoty zkratového proudu v obecné síti.
8. Elektrické stanice, jejich funkce v ES. Schémata, konstrukční řešení, přístroje, druhy a vybavení odboček.
9. Druhy vypínačů (provedení, provozní vlastnosti), a jejich vliv na přepětí, způsoby omezování přepětí. Vypínání malých induktivních proudů. Vypínání kapacitních proudů. Kritérium bezprůrazového vypínání.
10. Dimenzování elektrických rozvodných zařízení a přístrojů z hlediska průchozích výkonů a zkratových poměrů. Zásady dimenzování, tepelné a mechanické namáhání elektrických zařízení. Základní kritéria pro dimenzování průřezu vodičů (návrh, kontroly).
11. Řízení a regulace ES. Dispečerské řízení. Udržení kvalitativních parametrů dodávky, regulace frekvence a předávaných výkonů, regulace napětí a jalových výkonů (metody, prostředky). HDO.
12. Kompenzace účinníku, princip kompenzace, přínosy, druhy kompenzace (individuální, skupinová, centrální), stanovení potřebného kompenzačního výkonu, kompenzační prostředky a jejich použití, možnosti omezení odběru jalové energie bez instalace kompenzačních prostředků.

13. Elektrické ochrany – princip, použití, nastavení. Hlavní a záložní ochrany. Ochrany síťových prvků. Automatika OZ. Přístrojové transformátory proudu a napětí.
14. Detekce a lokalizace zemních poruch. Napěťové a proudové poměry v síti se zemním spojením. Princip detekce 1f zemní poruchy v sítích s přímým, izolovaným a nepřímo uzemněným uzlem. Určení vývodu se ZS, vymezení místa poruchy.
15. Výboje na zařízení vysokého napětí. Výboje v plynech. Výboje podél pevného izolantu. Mechanismy průrazu tuhých dielektrik, elektrický průraz, částečné výboje, tepelný průraz.
16. Napěťové zkoušky vysokonapěťových zařízení. Principy zkoušení střídavým a rázovým napětím. Základní principy koordinace izolace. Atmosférické přepětí a ochrana proti němu, svodiče přepětí.
17. Testování elektromagnetické odolnosti elektrických zařízení - principy, způsob vyhodnocování.
18. Měření elektromagnetického rušení – principy, měřicí zařízení, vyhodnocení, jednotky. Omezování rušivých vlivů v elektrických obvodech, eliminace přepětí v sítích nízkého napětí.

KEE/SNJEE Jaderná elektroenergetika

1. Fyzika jaderných reaktorů, základy jaderné fyziky – struktura atomového jádra, základní síly, hmotnostní úbytek, vazebná energie, radioaktivita, ionizující záření, neutronové interakce, řetězová štěpná reakce, neutronová bilance v reaktoru, rovnice čtyř koeficientů, zpomalování neutronů, xenonová otrava reaktoru)
2. Vývoj jaderných reaktorů – reaktorové koncepce, materiály pro moderaci a odvod tepla, nezbytné podmínky pro jejich regulaci.
3. Kinetika reaktoru – rovnice kinetiky reaktoru s rychlými a zpožděnými neutrony, jednotlivé stavy reaktoru (kritický, nadkritický, podkritický). Řešení kinetických rovnic při sinusové a skokové změně reaktivity.
4. Odvod tepla z jaderných reaktorů – termodynamika odvodu tepla z jednotlivých částí palivového článku a kanálů aktivní zóny.
5. Palivové cykly – typy, produkce štěpných a plodivých materiálů, druhy používaných paliv, transport paliva.
6. Regulační systémy reaktoru, jejich úloha; popis, prostorové uspořádání jednotlivých prvků regulace, fyzikální principy působení, konstrukční provedení.
7. Měření výkonu reaktoru – principy měření, detektory neutronového toku, rozsahy měření, zpracování a vyhodnocení měření, chyby měření. Regulace výkonu reaktoru – princip, prvky regulace a jejich charakteristika, působení regulace při jednotlivých stavech reaktoru.
8. Provozní stavy jaderného reaktoru – spouštění fyzikální a energetické, provoz při zatížení, odstavení jaderného reaktoru a havarijní odstavení jaderného reaktoru; posouzení základních dynamických charakteristik jaderného reaktoru.
9. Členění jaderných elektráren – podle způsobu odvodu tepla z reaktoru a jeho dodávky do tepelného motoru a jaderné bezpečnosti.
10. Materiály jaderných reaktorů a speciální technologie – vliv reaktorového záření na vlastnosti materiálů, štěpné a množivé materiály, materiály pro pokrytí paliva, moderátory, reflektory, chladiva, absorpční materiály, materiály pro tlakové nádoby.
11. Technologie JE při použití tlakovodních reaktorů (I.O. a II. O.) – bezpečnostní systémy, podpůrné systémy, provozní režimy, kritéria jaderné bezpečnosti, ochrana do hloubky, bariéry, redundance, diverzita, nezávislost).

12. Elektrická část JE – vyvedení výkonu, vlastní spotřeba, systémy zajištěného napájení.
13. Pravděpodobnostní hodnocení bezpečnosti jaderných elektráren – nástroje a metody pro určení spolehlivosti systému. Analýza módů selhání a efektů, stromy poruch a událostí.
14. Jaderná bezpečnost – klasifikace jaderné bezpečnosti, systém ochrany do hloubky, analýza havarijních situací, projektové prostředky, zvyšování bezpečnosti jaderných elektráren, kontrola – STRESS testy.
15. Metrologie měření v jaderných elektrárnách – terminologie, typy nejistot, stanovení nejistoty měření, intervaly pokrytí. Základní části měřicího řetězce, reprodukovatelnost, opakovatelnost, kalibrace, speciální zkoušky, testy.
16. Fyzikální principy měření teplot a hmotnostních průtoků, typy, vlastnosti, rozsahy použití. Vnitroreaktorová měření.

xxx
xxxxxxxxx
xxx