

# Základy elektrotechniky (ZELE)

Studijní program „Technologie pro obranu a bezpečnost“, 3 leté Bc. studium (civ).

Výuka v 1. a 2. semestru, dotace celkem 72h (24+48).

V obou semestrech zkouška, zápočet zrušen.

Rozpis výuky v 1. semestru, dotace: 12+12+0 (celkem 24h), zkouška (bez zápočtu)

Týden	Přednáška	Num. cvičení	Lab. cvičení
1	Elektrický obvod a obvodové veličiny. Rezistor a jeho odpor, napětí, proud, Ohmův zákon, výkon, energie, čítací šipky napětí a proudů, ideální zdroj ss napětí a proudů, měření ss veličin, reálný vliv měřidel, základní chyby a jejich výpočet.	Jednoduchý el. obvod, výpočet proudu, napětí, výkonu (včetně znaménka), energie, vliv ampérmetru a voltmetru a jejich přesnost, základní chyby měření.	
2	Lineární odporové obvody. I. a II. Kirchhoffův zákon, skládání rezistorů, děliče napětí a proudů, jejich analýza a návrh.	Kirchhoffovy zákony, skládání rezistorů (sériově, paralelně, transfigurace,) analýza a návrh děliče napětí nezatíženého i zatíženého, dělič proudu.	
3	Lineární odporové obvody. Reálný zdroj el. energie, zatěžovací přímka, vnitřní odpor, napětí naprázdno, proud nakrátko, Théveninův a Nortonův náhradní.	Reálný zdroj el. energie, zatěžovací přímka, stavy naprázdno a nakrátko, vnitřní odpor, Théveninův a Nortonův model.	
4	Lineární odporové obvody. Výkonové přizpůsobení, výkon a účinnost, obvody s nelineárními rezistory, statický a dynamický odpor, zatěžovací přímka, skládání charakteristik, pracovní bod, metoda tří rovin.	Výkonové přizpůsobení lin. obvodů, výkon a účinnost, Théveninův Nortonův model, obvod s nelineárním rezistorem, zatěžovací přímka, výpočet souřadnic pracovního bodu, linearizace	
5	Obecné metody řešení lineárních odporových obvodů. Metoda smyčkových proudů a uzlových napětí, algoritmus sestavení rovnic.	Metoda smyčkových proudů a metoda uzlových napětí, algoritmické sestavení soustavy rovnic, řešení ruční vs. počítačové (MATLAB).	
6	Elektrické a magnetické pole.	Základní výpočty v elektrickém poli, kapacitor, skládání kapacitorů. Magnetické pole a induktor, skládání induktorů.	

Domácí práce v rozsahu cca 12 h podle pokynů učitele (měření ve ss obvodu, elektromagnetické pole, aj.).

Rozpis výuky ve 2. semestru, dotace 24+12+12 (celkem 48h), zkouška (bez zápočtu)

Týden	Přednáška	Numerická cvičení	Laboratorní cvičení
1	Lineární obvody v harmonickém ustáleném stavu (HUS). Pojem HUS, fázory a komplexory, komplexní čísla práce s nimi.  Základní dvojpóly R, L a C, cívky s magnetickou vazbou, ideální transformátor.		
2	Lineární obvody v harmonickém ustáleném stavu (HUS). Základní dvojpóly R, L a C, impedance a admitance, kmitočtové závislosti.	Lineární obvody v harmonickém ustáleném stavu. Fázory a komplexory, souvislost s časovým průběhem.	Úvodní lab. cvičení, seznámení se s laboratoří, poučení o bezpečnosti práce a první pomoci (podpis), požadavky na práci a její výstupy
3	Lineární obvody v harmonickém ustáleném stavu. Měření střídavých veličin.		
4	Lineární obvody v harmonickém ustáleném stavu. Rezonance v sériovém a paralelním obvodu, rezonanční kmitočet, činitel jakosti, šířka pásma.	Lineární obvody v harmonickém ustáleném stavu. Impedance a admitance, kmitočtové závislosti.	Základní měření s výchylkovými multimetry
5	Lineární obvody v harmonickém ustáleném stavu. Výkony a výkonové přizpůsobení, kompenzace účinníku.		
6	Lineární obvody v harmonickém ustáleném stavu. Cívky s magnetickou vazbou, ideální transformátor, vzájemná indukčnost, činitel vazby.	Lineární obvody v harmonickém ustáleném stavu. Rezonance a výkony.	Základní odporové obvody I
7	Přechodné jevy v lineárních obvodech 1. řádu.		
8	Přechodné jevy v lineárních obvodech 2. řádu.	Kmitočtové charakteristiky lineárních obvodů.	Základní odporové obvody II
9	Kmitočtové charakteristiky lineárních obvodů. Komplexní přenos napětí, modulová a fázová charakteristika, mezní (rezonanční) kmitočet, vliv činitele jakosti.		
10	Lineární obvody v harmonickém ustáleném stavu. Třífázové obvody, zapojení do trojúhelníka a hvězdy, sdružená a fázová napětí a proudy, výkony.	Přechodné jevy v lineárních obvodech 1. a 2. řádu.	Harmonický ustálený stav
11	Úvod do spektrální analýzy signálů. Pojem spektrum, harmonická analýza, spektrum periodických signálů, Parsevalův teorém, souvislosti s časovým průběhem.		
12	Software pro modelování a simulaci elektrických obvodů a systémů.	Spektrum periodických signálů, Parsevalův teorém.	Měření impedance a výkonů v obvodu s cívkou se železným jádrem

Domácí práce v rozsahu cca 24 h podle pokynů učitele.

# Přehled látky

## 1. semestr

1. Definice a jednotky základních elektrických veličin: náboj, proud, napětí, práce, výkon, energie, odpor, vodivost. Zdroje a spotřebiče, orientace čítec šipek napětí a proudu.
2. Ideální neřízené zdroje napětí a proudů a jejich základní vlastnosti, měření napětí a proudu.
3. Lineární rezistor a jeho ampérvoltová charakteristika, Ohmův zákon, výkon a energie na rezistoru, proměnný rezistor. Nelineární rezistor, statický a dynamický odpor.
4. I. a II. Kirchhoffův zákon a jejich použití, pojmy *uzel* a *uzavřená smyčka*.
5. Princip ekvivalence a jeho aplikace při řešení obvodů. Sériově a paralelně řazené rezistory. Transfigurace. Ekvivalence napěťových a proudových zdrojů.
6. Základní lineární odporové obvody, nezatížení a zatížené napěťové děliče, děliče proudu. Théveninova a Nortonova věta a jejich použití.
7. Reálný zdroj elektrické energie a jeho modelování, napětí naprázdno a proud nakrátko, vnitřní odpor, zatěžovací charakteristika.
8. Princip superpozice, jeho platnost a jeho využití při řešení obvodů s více zdroji.
9. Přenos výkonu ze zdroje do spotřebiče. Podmínka výkonového přizpůsobení, velikost maximálního přeneseného výkonu, účinnost při výkonovém přizpůsobení, podmínka maximální účinnosti.
9. Základní pojmy topologické analýzy obvodu: *uzel*, *stupeň uzlu*, *nezávislé uzly*, *větev*, *smyčka*, *nezávislé smyčky*.
10. Algoritmické metody analýzy lineárních obvodů: metoda smyčkových proudů a metoda uzlových napětí. Algoritmické sestavení maticové formy soustavy lineárních rovnic, popisujících obvod. Využití počítače při řešení soustavy rovnic.
11. Nelineární odporové obvody. Zjednodušování sérioparalelních kombinací. Metoda zatěžovací přímky. Platnost principu superpozice a Kirchhoffových zákonů.
12. Měření základních veličin ve stejnosměrných obvodech. Princip měření napětí a proudu, voltmetr a ampérmetr. Měření odporu. Analogové (výhylkové) a digitální měřicí přístroje. Vícerozsahové měřicí přístroje. Vliv měřidel na měřené veličiny, základní chyby měření.
13. Elektrické pole. Silové působení mezi elektrickými náboji, Coulombův zákon. Elektrické pole kolem bodového náboje. Definice intenzity elektrického pole ze silových účinků. Elektrická indukce a elektrický indukční tok. Siločáry elektrického pole.
14. Elektrické napětí a elektrický potenciál – definice a jednotky, fyzikální význam čítec šipky napětí.
15. Elektrické pole v dielektriku. Polarizace dielektrika. Vztah mezi intenzitou a indukcí. Průraz dielektrika, elektrická pevnost vzduchu. Relativní permitivita.
16. Kapacitor a kondenzátor. Definice kapacity pomocí napětí a náboje. Výpočet kapacity rovinného kondenzátoru. Prvkové rovnice kapacitoru (vztah mezi napětím a proudem). Výpočet energie akumulované v kapacitoru. Sériové a paralelní spojení řazení kapacitorů.
17. Magnetické pole. Příčiny magnetických jevů. Siločáry v okolí permanentního magnetu a vodiče, protékaného elektrickým proudem. Ampérův zákon celkového proudu. Intenzita magnetického pole a magnetická indukce. Lorenzova síla působící na pohybující se elektrický náboj v magnetickém poli.
18. Magnetické pole cívky. Magnetický indukční tok. Magnetické napětí a magnetomotorické napětí. Magnetický odpor a magnetická vodivost prostředí. Hopkinsonův zákon.
19. Magnetické pole v materiálu. Para-, dia- a feromagnetismus. Vztahy mezi intenzitou a indukcí. Relativní permeabilita. Nelineární a hysterezní jevy. Magneticky měkké a tvrdé materiály a jejich typické aplikace.
20. Induktor a cívka. Faradayův indukční zákon, elektromotorické napětí indukované v smyčce v magnetickém poli. Definice vlastní indukčnosti. Prvkové rovnice induktoru (vztah mezi napětím a proudem). Výpočet energie akumulované v induktoru. Sériové a paralelní spojení induktorů.
21. Analogie mezi zákonitostmi a veličinami elektrického a magnetického pole.
22. Maxwellovy rovnice, jejich význam a souvislost se základními zákony v elektrických obvodech.
23. Klasifikace elektrických signálů. Základní charakteristiky periodických a neperiodických signálů.
24. Harmonický signál. Amplituda, kmitočet (perioda) a počáteční fáze. Vztah časového a fázového posunutí. Střední hodnota, střední hodnota kladné půlvlny a efektivní hodnota harmonického signálu.
25. Definice harmonického ustáleného stavu (HUS). Podmínky vzniku HUS. Fázor a komplexor. Pravidla pro počítání s fázory. Vzájemný přepočítání fázoru a okamžité hodnoty. Kirchhoffovy zákony v komplexním tvaru. Reaktance, impedance a admittance. Fázorové diagramy.

## 2. semestr

26. Výkony v obvodech v HUS. Okamžitý, činný, jalový, zdánlivý a komplexní výkon. Účinník a kompenzace účinníku.
27. Výkonové přizpůsobení v obvodech v HUS. Velikost maximálního činného výkonu.
28. Rezonance paralelní a sériová. Rezonanční křivka, rezonanční kmitočet, činitel jakosti, šířka pásma, charakteristická impedance.
29. Kmitočtové charakteristiky lineárních obvodů.
30. Zásady měření střídavých napětí a proudů. Měření výkonů v obvodech a HUS. Generátory signálů a osciloskopy – základní vlastnosti a použití. Měření kapacity a vlastní indukčnosti.
31. Popis trojpólu a dvojbranu. Základní druhy řízených zdrojů a jejich popis.
32. Induktory s magnetickou vazbou, vzájemná indukčnost a její znaménko. Sériového a paralelního spojení induktorů s magnetickou vazbou. Činitel vazby. Použití metody smyčkových proudů při analýze.
33. Lineární ideální transformátor. Prvkové rovnice a transformace impedance ideálním transformátorem. Zjednodušený návrh síťového transformátoru.
34. Přechodný a ustálený stav v lineárních obvodech. Druhy stavů: *přechodný a ustálený, stejnosměrný a periodický*.
35. Přechodné jevy v elektrických obvodech - příčiny vzniku a projevy. Přechodné jevy v lineárních obvodech 1. řádu (obvody RC a RL), definice časové konstanty, řešení přechodu do stejnosměrného a harmonického ustáleného stavu, typ přechodného děje.
36. Přechodné jevy v lineárních obvodech RLC 2. řádu. Definice rezonančního kmitočtu, činitele jakosti, kritického tlumení, kritický odpor. Mez aperiodicity.
37. Úvod do spektrální analýzy signálů. Spektrum periodických signálů, Parsevalův teorém, časové průběhy a spektrum.
37. Základní přehled o počítačovém software pro podporu analýzy a simulace elektrických obvodů a systémů.

## Základní studijní literatura, podmínky absolvování předmětu a bodové hodnocení

### Základní a doplňková literatura z části ZE

BIOLEK, D. a kol. *Úvod do elektrotechniky* [skripta S13]. 1. vyd. Brno: Vojenská akademie, 1997. 168 s. ✓

Témata, přehled látky, podmínky, bodové hodnocení a laboratorní návody jsou ke stažení na webu UO:

<http://www.unob.cz/fvt/struktura/k217/Stranky/vyuka.aspx> ✓

Doplňkový materiál ke studiu je ke stažení na adrese: <http://user.unob.cz/zaplatilek/zeli.htm> ✓

### Podmínky absolvování předmětu

- Všechna odměřena a laboratorní cvičení.
- Odevzdání úplných pracovních laboratorních sešitů (všechny termíny stanoví včas vyučující).

### Bodové hodnocení

Body v semestru	Testy na num. cvičení 0-10 Testy na před. 0-20	Práce v LAB 0-10	Celkem 0-40
Body v rámci zkoušky	Písemka 0-40	Ústní část 0-20	Celkem 0-60
<b>Celkem</b>			<b>0-100 bodů</b>

### Zkouška

Studenti se ke zkoušce přihlašují elektronicky a řídí se *Studijním a zkušebním řádem UO*

Celkové hodnocení zkoušky:

Kód ECTS*	Číselné stupeň	Klasifikační stupeň	Bodové hodnocení [%]
A	1,0	Výborně	100-90
B	1,5	Výborně minus	89-80
C	2,0	Velmi dobře	79-70
D	2,5	Velmi dobře minus	69-60
E	3,0	Dobře	59-50
F	4,0	Nevyhověl	49-0

\* European Credit Transfer System

### Poznámky k hodnocení:

Testy se píšou na numerických cvičeních a na přednáškách a to v řádných a náhradních termínech, které vyhlásí včas vyučující. Náhradní termín mohou absolvovat pouze studenti z vážných a doložených důvodů.

V laboratorních cvičeních se hodnotí příprava studentů v pracovních sešitech vždy před začátkem každého měření, průběh a výsledky měření a finální pracovní sešit, případně výsledek ze závěrečného praktického přezkoušení, je-li součástí výuky (stanoví vyučující).