1. Otázka (Nejistoty, měřící přístroje, měřící převodníky)

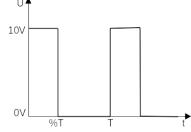
- Napětí termočlánku bylo měřeno AČ převodníkem s rozsahem X V doplněným zesilovačem se zesílením xx. Navrhněte tento zesilovač tak, aby jeho vstupní odpor byl > XXX $k\Omega$.
- Určete rozšířenou nejistotu měření, je-li chyba AČP 0.xx % z rozsahu a použité tezistory mají toleranci 0.x %, předpokládejte ideální OZ. Dále vypočtěte složku nejistoty měření způsobenou vstupní napěťovou nesymetrií reálného OZ $|U_{D0}| < xxx \mu V$. Vypočtěte, pro jaká vstupní napětí je tato složka nejistoty menší než 0.x %.
- Navrhněte zapojení střídavého číslicového ampérmetru **s bočníkem** $0.X \Omega$ (úbypek napětí na bočníku je měřen milivoltmetrem s operačním usměrňovačem, AČ převodník měří úbytek napětí na rezistoru R_2 , který je zapojen na výstupu usměrňovače). Vypočtěte odpor rezistoru R_1 použitého v operačním usměrňovači tak, aby vstupnímu sinusovému proudu s efektivní hodnotou 0.X A odpovídala stejnosměrná složka napětí měřená na rezistoru R_2 XX mV.
- Určete rozšířenou nejistotu měření proudu I_X = 0.X A, je-li tolerance použitých rezistorů 0.X % a udaná chyba AČ převodníku 0.X % z rozsahu.
- -Převodník s OZ pro měření součtu a rozdílu elektrických veličin (U i I, zapojení, odvození vztahu pro výstupní napětí).
- Realizace součtu a rozdílu s využitím měřících transformátorů (zapojení, vztah pro výstupní veličinu).
- Které z metod jsou použitelné pro stejnosměrné a které pro střídavé signály?
- Princip dvoukanálového osciloskopu (blokové schéma).
- Vysvětlete oba režimy činnosti umožňující současné zobrazení dvou průběhů (stačí nákres).
- Čím se řídí používání těchto režimů?
- Co je režim "hold off"?
- Které analogové přístroje umožňijící měření efektivní hodnoty střídavého proudu a napětí **neharmonických** průběhů, vysvětlete proč (popište princip stačí náčrt s komentářem).
- Převodník pro měření efektivní hodnoty střídavého napětí neharmonických průběhů pracující:
- a) na tepelném principu (princip, vlastnosti či omezení, dosažitelná přesnost).
- b) na záknadě matematické definice (princip, vlastnosti či omezení, dosažitelná přesnost).
- Co je to standardní nejistota typu A a typu B?
- Jak se určuje a jak závisí na počtu měření nejistota typu A v případě přímých měření?
- Jak se v případě přímých měření většinou určuje nejistota typu B, je-li zadáno zadáno toleranční pásmo $\pm \Delta x$?
- Co ie to rozšířená nejistota?
- Jak určíte rozšířenou nejistotu nepřímého měření (obecně)?
- Nakreslete schéma magnetoelektrického **třírozsahového** miliampérmetru.
- Stanovte hodnoty odporů bočníku **dvourozsahového** miliampérmetru pro proudy I_1 = xx mA a I_2 = x mA a magnetoelektrický systém xx mV/10 Ω .
- Vysvětlete princip magnetoelektrického ústrojí (stačí nákres s popisem) a odvoďte jeho pohybový moment.
- Pro jaký rozsah měření proudu je možné použít magnetoelektrické ústrojí doplněné bočníkem a jaký je řádově úbytek napětí na těchto ampérmetrech?
- Napětí $U_x = xxx V$ je napěřeno:
- a) číslicovým voltmetrem s rozsahem XX V a udanou chybou 0.XX % z měřené hodnoty + 0.X % z rozsahu,
- b) číslicovým voltmetrem s rozsahem XX V, X-místným zobrazovačem a udanou chybou 0.X% z meř. h. + Y dig. Určete rozšířenou nejistotu měření pro k_r = 2 pro oba případy.
- Co je a jak vzniká "sériové rušení" a "souhlasné rušení" u číslicových voltmetrů?

Průběh dle obr. Je měřen:

- magnetoelektrickým voltmetrem s usměrňovačemů
- číslicovým voltmetrem s operačním usměrňovačem a s oddělovací kapacitou na vstupu.
- číslicovým voltmetrem s převodníkem pro měření skutečné efektivní hodnoty (true RMS)

Jaké budou údaje těchto přístrojů?

Jak jednoduše určit stejnosměrnou složku při zobrazení tohoto průběhu na osciloskopu?



2. Otázka (Měření aktivních elektrických veličin)

- Jaké znáte principy zdrojů etalonového kmitočtu a jaké přesnosti řádově dosahují?
- Nakreslete blokové schéma čítače v zapojení pro přímé měření frekvence a stručně vysvětlete princip činosti.
- Jak určíte nejistotu měření při měření frekvence čítačem a jak se lze této chyby při měření neznámého kmitočtu vyvarovat?
- Jaké jsou možnosti a metody měření velkých ss. A stř. Proudů (> desítky ampérů) schéma, princip, náčtr?
- Jaký je přibližný frekvenční rouzsah jednotlivých metod?
- Proč nelze bočník určený pro měření stejnosměrných proudů použít pro měření střídavých proudů?
- Nakreslete blokové schéma vektorvoltmetru s řízeným usměrňovačem.
- Na základě časových průběhů v klíčových bodech stručně vysvětlete princip funkce.
- Naznačte odvození vztahu pro stejnosměrnou složku výstupního napětí.
- Nakreslete zapojení pro měření fázového rozdílu dvou napětí a pro měření impedance vektorvoltmetrem.
- Nakreslete blokové schéma číslicového wattmetru s analohovou násobičkou.
- Číslicovým wattmwtrem byl na rozsahu XXX V, XX A změřen výkon X W, chyby číslicového wattmetru jsou 0,X% z měř. h. + 0.X% z rozsahu. Určete rozšířenou nejistotu měření výkonu pro k_r = 2.

3. otázka (Měření pasivních elektrických veličin)

- Kdy je nutné považovat měřený odpor za velký?
- Nakreslete schéma zapojení pro měření velkých odporů Ohmovou metodou včetně stínění a zemění.
- Nakreslete náhradní schéma tohoto obnodu.
- Jak se projeví svodový odpor přívodních kabelů a za jakých podmínek se neuplatní?
- Jak lze eliminovat svodový odpor fixační podložky (zdůvodněte)?
- Nakreslete schéma Wheatstonova můstku a odvoď te vztah pro napětí na jeho měřící diagonále.
- Odvoď te závislost tohoto napětí na změně odporu ΔR pro nevyvážený wheatstonův můsteknapájený ze zdroje napětí pro $R_1 = R_0 + \Delta R$, $R_2 = R_3 = R_4 = R_0$. V jakém případě lze nelinearitu převodníku $\Delta R \rightarrow U$ zanedbat?
- Jak lze zvýšit citlivost můstku použitím většího počtu senzorů (schéma)?
- Nakreslete zapojení převodníku odpor → napětí pro měření **středních** odporů.
- Odvoď te vztah definující převod za předpokladu použití **ideální** OZ.
- Vypočtěte hodnotu měřeného odporu a rozšířenou nejistotu měření $k_r = 2$, je-li dáno:

 $R_0 = X \ k\Omega \pm X \ \Omega$; $U_r = X \ V \pm X \ mV$; $U_2 = -X$,xxx V; výstupní napětí U_2 je měřeno číslicovým voltmetrem s rozsahem XX V a danou chybou $0.X \% \ z$ údaje $+ 0.XX \% \ z$ rozsahu.

- Jaké vlastnosti **reálného** OZ se mohou v tomto případě negativně projevit?
- Kdy považujeme z hlediska měření odpor za **malý** a jaké rušivé vlivy je třeba respektovat?
- Nakreslete zapojení převodníku odpor → napětí pro měření malých odporů.
- Odvoďte vztah definující převod.
- Vypočtěte hodnotu měřeného odporu a rozšířenou nejistotu měření pro k_r = 2, je-li dáno: (obdobně jako výše)
- -Vysvětlete princip měření indukčnosti a ztrátového odporu cívek 9schéma, odvození vztahů pro výpočet L_x a R_x) následujícími metodami:
- a) převodník $\mathbf{Z} \rightarrow \mathbf{U}$;
- b) sériová srovnávací metoda (alespoň výchozí vztah pro odvození).

4. Otázka (Vzorkování, Č/A a A/Č převod, vzorkovací metody měření, měřící systémy)

- Nakreslete blokové schéma obvodu pro převod U → f a typické časové průběhy napětí v klíčových bodech.
- Stručně vysvětlete princip jeho činnosti.
- Odvoď te vztah, z něhož vyplývá, že výstupní frekvence je úměrná měřenému napětí.
- Nakreslete celkové blokové schéma AČ převodníku s mezipřevodem napětí frekvence.
- Za jakých podmínek dochází u tohoto převodníku k potlačení sériového rušení síťové frekvence?

- Porovnejte jednotlivé typy AČ převodníků, tj. Integrační (dvojí integrace, Σ-Δ), kompenzační s postupnou aproximací, komparační z hlediska:
- a) doby převodu (udejte řádově hodnoty); b) přesnosti příp. Rozlišovací schopnosti (udejte řádově hodnoty);
- c) odolnosti proti sériovému rušení střídavým signálem; d) použití.
- Jaké druhy měřících systémů řízených počítači znáte?
- Jaké jsou základní uživatelské vlastnosti jednotlivých druhů systémů?
- Uveďte typické příklady použití jednotlivých druhů systémů.
- Nakreslete blokové schéma zásuvné multifunkční měřící desky do Pc.
- Co omezuje její maximální vzorkovací rychlost a jak lze tento problém řešit?
- Jak souvisí maximální vzorkovací rychlost s použitým počtem kanálů?
- Jaká je základní nevýhoda zásuvných měřících desek (např. I při měření stejnosměrných napětí) oproti číslicovému voltmetru?

Zásuvnou měřící kartou byly ovzorkovány dva periodické signály s dvěma průchody nulou za periodu (jeden odpovídající napětí a druhý proudu) a uloženy do paměti počítače. Délka záznamu je delší než 1,5 periody, Jak určíte z ovzorkovaných průběhů: dobu periody, efektivní hodnoty, odpovídající činný výkon, v případě harmonických průběhů fázový rozdíl?

- Na základě náhradního schématu vstupního obvodu číslicového voltmetru vysvětlete, jak vzniká souhlasné rušení u číslicových voltmetrů se dvěma vstupními svorkami (H a L) galvanicky odděleny od země (s plovoucím vstupem).
- Jak je definován činitel potlačení souhlasného rušení?
- Jak se mají správně zapojit vstupní svorky H, L, a G číslicového voltmetru s plovoucím stíněním, není-li odpor přívodních vodičů a souhlasné napětí zanedbatelné?
- Na základě náhradního schématu vstupního obvodu číslicového voltmetru s plovoucím stíněním vysvětlete, proč je u číslicových voltmetrů s plovoucím stíněním potlačení souhlasného rušení vyšší.
- Nakreslete blokové schéma osciloskopu s číslicovou pamětí, heslovitě popište princip činnosti.
- Jakým způsobem je řízen zápis naměřených dat do paměti? Vysvětlete režim činnosti "pretriggering" a "delay".
- Jaký typ AČ převodníku je většinou použit v osciloskopech s číslicovou pamětí a proč?

5. Otázka (Měření magnetických veličin, měření neelektrických veličin)

- Vysvětlete princip **indukčního** senzoru pro měření otáček (náčrt, průběh výstupního signálu, použití).
- Nakreslete blokové schéma převodníku pro zpracování signálu z indukčního senzoru pro měření otáček a) s analogovým výstupem; b) s číslicovým výstupem.
- Jaká je hlavní nevýhoda indukčních senzorů pro měření otáček?
- Uveďte druhy odporových senzorů pro měření neelektrických veličin.
- Tenzometry princip a použití.
- Zapojení tenzometrů do Wheatstonova můstku, kompenzace vlivu teploty, možnost zvýšení citlivosti.
- Vysvětlete princip absolutního kódového senzoru polohy. Jaké jsou požadavky na použitý kód a proč?
- Vysvětlete princip inkrementálního senzoru polohy. Jak se zjistí směr pohybu?
- Porovnejte výhody a nevýhody těchto senzorů.
- Které sondy se používají pro měření indukce a intenzity **stejnosměrného** magnetického pole ve vzduchu a uveďte, pro jak silná pole se jednotlivé druhy sond používají (řádově).
- Která sonda se většinou používá pro měření indukce a intenzity střídavého magnetického pole ve vzduchu vysvětlete princip funkce a odvoďte potřebný vztah.
- U feromagnetické sondy vysvětlete princip funkce a odvoď te průběh výstupního napětí (graficky).
- U Hallovy sondy vysvětlete princip funkce a uveťe vztah pro výstupní napětí.

Pro měření maximální hodnoty indukce střídavého magnetického pole neharmonického průběhu ve vzduchu byla použita měřící cívka.

- Odvoď te vzteh pro výpočet maximální hodnoty indukce z indukovaného napětí.
- Jaký typ voltmetru použijete pro měření indukovaného napětí a proč?
- Jaká je v prostoru cívky o průměru XX cm se XXX závity hodnoto B_{max} střídavého magnetického pole, je-li při kmitočtu základní harmonické 50 Hz údaj použitého voltmetru X mV?
- Vypočítejte hodnotu H_{max}.
- Jaké podmínky musí být splněny, aby nedošlo k metodické chybě?
- Nakreslete zapojení vhodné pro měření statistické hysterezní smyčky na uzavřeném vzorku (se zápisem na souřadnicovém zapisovači).
- Odvoď te potřebné vztahy pro výpočet B_{max} a H_{max} (případně měřítka na osách).
- Nakreslete schéma zapojení elektronického integrátoru a odvoďte vztah pro jeho výstupní napětí u₂(t).
- Proč nynikají ztráty ve feromagnetiku a z jakých dvou složek se skládají?
- Na jakých parametrech magnetování závisí ztráty ve feromagnetiku?
- Nakreslete schéma zapojení umožňující měření ztrát v uzavřeném feromagnetickém vzorku při síťovém kmitočtu a uveďte vztah pro jejich výpočet z údajů použitých přístrojů.
- Co je to Epsteinův přístroj a jak lze dosáhnout toho, že při měření ztrát ve feromagnetiku tímto přístrojem nejsou měřeny též ztráty v ohmickém odporu primárního vinutí?