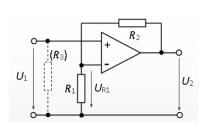
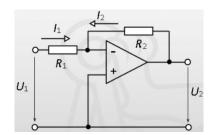
1. Otázka (Nejistoty, měřící přístroje, měřící převodníky)

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 kΩ.

Pokud se jedná o neinvertující zesilovač (s OZ), vstupní odpor $R_{vst}=R_3$, nic víc se nemusí řešit. Pokud se jedná o invertující zesilovač, platí $R_{vst}=R_1$.



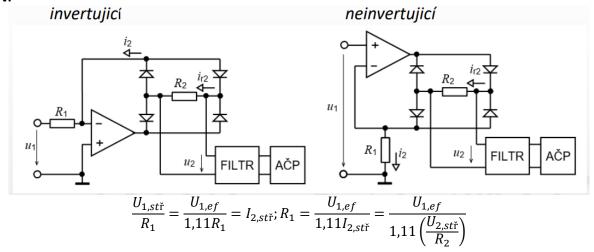


Určete rozšířenou nejistotu měření, je-li chyba AČP 0.xx % z rozsahu a použité rezistory mají toleranci 0.x %, předpokládejte ideální OZ. Dále vypočtěte složku nejistoty měření způsobenou vstupní napěťovou nesymetrií reálného OZ $|UD_0| < xxx \mu V$. Vypočtěte, pro jaká vstupní napětí je tato složka nejistoty menší než 0.x %. Řešení v případě invertujícího zesilovače

$$\begin{split} u_{U_2} &= \frac{\delta_{A \check{C}P}}{100} \cdot M_{A \check{C}P} \\ U_{1 \, (\mathrm{id})} &= -\frac{R_1}{R_2} \, U_2 \\ U_{1 \, (\mathrm{neid})} &= -\frac{R_1}{R_2} \, U_2 \pm \left(I_{1N} R_1 \pm U_{D0} \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) \right) \\ u_{U_1 \, (\mathrm{id})} &= \sqrt{\left(-\frac{R_1}{R_2} u_{U_2} \right)^2 + \left(-\frac{U_2}{R_2} u_{R_1} \right)^2 + \left(\frac{R_1 U_2}{R_2^2} u_{R_2} \right)^2} \\ u_{U_1 \, (\mathrm{neid})} &= \sqrt{\left(u_{U_1 \, (\mathrm{id})} \right)^2 + \left(\frac{U_{D0} \, \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)}{\sqrt{3}} \right)^2} \end{split}$$

Nakonec vynásobit k_r

Navrhněte zapojení střídavého číslicového ampérmetru s bočníkem 0.X Ω (úbytek napětí na bočníku je měřen milivoltmetrem s operačním usměrňovačem, AČ převodník měří úbytek napětí na rezistoru R2, který je zapojen na výstupu usměrňovače). Vypočtěte odpor rezistoru R1 použitého v operačním usměrňovači tak, aby vstupnímu sinusovému proudu s efektivní hodnotou 0.X A odpovídala stejnosměrná složka napětí měřená na rezistoru R2 XX mV.



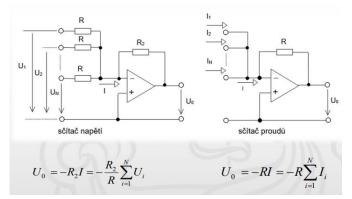
Určete rozšířenou nejistotu měření proudu IX = 0.X A, je-li tolerance použitých rezistorů 0.X % a udaná chyba AČ převodníku 0.X % z rozsahu.

$$I_{X,ef} = \frac{R_1 \cdot 1,11 \cdot \frac{U_{2,st\check{\Gamma}}}{R_2}}{R_b}$$

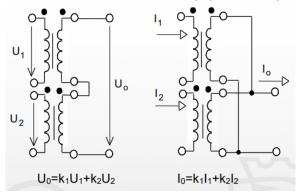
Nejistota parciální derivace

$$u_{U_2} = \frac{\delta_{A\check{C}P}}{100} \cdot M_{A\check{C}P}$$

Převodník s OZ pro měření součtu a rozdílu elektrických veličin (U i I, zapojení, odvození vztahu pro výstupní napětí).



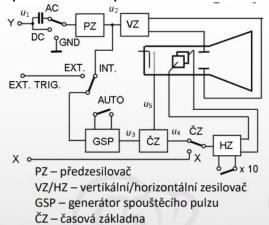
Realizace součtu a rozdílu s využitím měřících transformátorů (zapojení, vztah pro výstupní veličinu).



Které z metod jsou použitelné pro stejnosměrné a které pro střídavé signály?

Převodníky s OZ jsou použitelné pro AC i DC součty, transformátorové sčítaní je pouze pro AC signály

Princip dvoukanálového osciloskopu (blokové schéma).



Vysvětlete oba režimy činnosti umožňující současné zobrazení dvou průběhů (stačí nákres).

DUAL režim – oba průběhy mají na vertikální ose napětí a na horizontální ose čas XY režim – velikost napětí jednoho signálu udává X souřadnici průběhu, druhý signál udává Y souřadnici

Čím se řídí používání těchto režimů?

Nejsem si jist na co se otázka ptá, pokud jde o využití tak DUAL je klasika a XY se používá např. na hysterezní smyčky

Co je režim "hold off"?

Holdoff delay určuje za jak dlouho po posledním triggeru se může spustit další

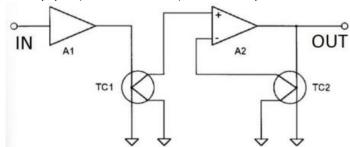
Které analogové přístroje umožňují měření efektivní hodnoty střídavého proudu a napětí neharmonických průběhů, vysvětlete proč (popište princip – stačí náčrt s komentářem).

Pouze elektromagnetické přístroje, princip – magnetické pole cívky vychýlí osu s ručkou

Převodník pro měření efektivní hodnoty střídavého napětí neharmonických průběhů pracující:

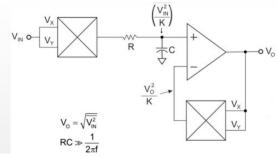
a) na tepelném principu (princip, vlastnosti či omezení, dosažitelná přesnost).

TC1 je ohříván vstupním střídavým signálem, A2 nastavuje DC OUT tak aby byl TC2 ohříván stejně jak TC1 Výhody – vyšší činitel výkyvu (CF – crest factor), velká šířka pásma



b) na základě matematické definice (princip, vlastnosti či omezení, dosažitelná přesnost).

prostě to spočítá Výhody – vysoká šířka pásma Nevýhody – CF ~ 4.5



Co je to standardní nejistota typu A a typu B?

Nejistota typu A – je způsobena kolísáním naměřených údajů, odhad hodnotou průměru Nejistota typu B – odhad na základě údajů výrobce, kalibrace, nejistoty referencí...

Jak se určuje a jak závisí na počtu měření nejistota typu A v případě přímých měření?

Určuje se jako směrodatná odchylka výběrového průměru, s počtem měření klesá

Jak se v případě přímých měření většinou určuje nejistota typu B, je-li zadáno zadáno toleranční pásmo ±Δx?

$$u_B = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}}$$

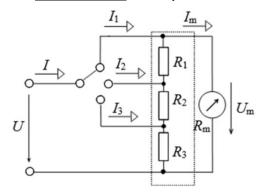
Co je to rozšířená nejistota?

Násobek kombinované standardní nejistoty, zvyšuje pravděpodobnost že skutečná hodnota leží v udaném intervalu $U(x) = k_r u_c(x)$

Jak určíte rozšířenou nejistotu nepřímého měření (obecně)?

$$U(x) = k_r u_x = k_r \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{N} \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} u_{xi}\right)^2}$$

Nakreslete schéma magnetoelektrického <u>třírozsahového</u> miliampérmetru.



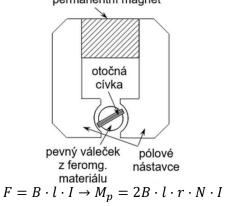
Stanovte hodnoty odporů bočníku <u>dvourozsahového</u> miliampérmetru pro proudy I1 = xx mA a I2 = xx mA a magnetoelektrický systém xx mV/10 Ω .

$$U_m = (R_1 + R_2)(I_1 - I_m)$$

$$U_m + R_1 I_m = R_2(I_2 - I_m)$$

Vysvětlete princip magnetoelektrického ústrojí (stačí nákres s popisem) a odvoďte jeho pohybový moment.

permanentní magnet



Pro jaký rozsah měření proudu je možné použít magnetoelektrické ústrojí doplněné bočníkem a jaký je řádově úbytek napětí na těchto ampérmetrech?

Záleží na bočníku, říká se od mA do 1000 A, úbytek 50–200 mV

Napětí Ux = xxx V je naměřeno:

- 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 kr = 2 pro oba případy.

a)
$$\Delta_x = \frac{\delta_{hodnota}}{100} X + \frac{\delta_{rozsah}}{100} M$$

b) $\Delta_x = \frac{\delta_1}{100} X + NR$

b)
$$\Delta_x = \frac{\delta_1}{100}X + NR$$

$$u_B = \frac{\Delta_x}{\sqrt{3}}; U(x) = k_r u_B(x)$$

Co je a jak vzniká "sériové rušení" a "souhlasné rušení" u číslicových voltmetrů?

Sériové rušení – působí v sérii s měřeným napětím

Souhlasné rušení – působí stejně na obě svorky měřícího přístroje; vzniká vlivem rozdílné impedance svorek HI a LO vůči zemi

Průběh dle obr. je měřen:

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

Jaké budou údaje těchto přístrojů?

a) měří střední hodnotu, násobí 1,11 pro zobrazení hodnoty efektivní u harmonických průběhů

$$U = U_{st\check{r}} \cdot 1,11$$

- b) blokovací kapacita -> odečte se z celého průběhu $U_{st\check{r}}$, usměrňovač -> záporné hodnoty (vzniknou odečtením $U_{st\check{r}}$) převést na kladné, spočítat střední hodnotu jako $U_{st\check{r}}=\frac{1}{T}\int_0^T u(t)\ dt$, nakonec $U=U_{st\check{r}}\cdot 1,11$
- c) měří efektivní hodnotu

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u(t)^2 dt}$$

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

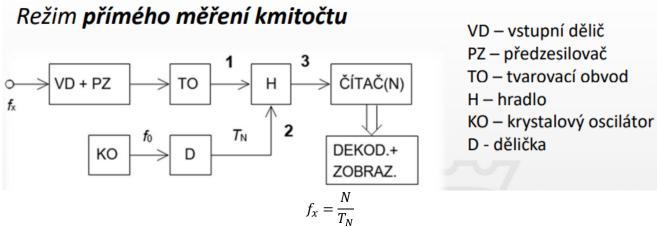
Pomocí měřících funkcí osciloskopu nebo si přepnu z DC coupling na AC a o kolik se mi to vertikálně posune tolik je ss složka

2. Otázka (Měření aktivních elektrických veličin)

Jaké znáte principy zdrojů etalonového kmitočtu a jaké přesnosti řádově dosahují?

Primární etalon – cesiový rezonátor – stabilita $10^{-14}/{\rm rok}$ Sekundární etalony – termostatované krystalem řízené oscilátory (stabilita až $10^{-9}/{\rm rok}$)

Nakreslete blokové schéma čítače v zapojení pro přímé měření frekvence a stručně vysvětlete princip činnosti.



Princip – čítač počítá počet pulzů vstupního signálu po dobu otevření hradla

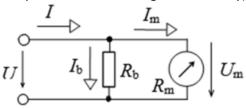
Jak určíte nejistotu měření při měření frekvence čítačem a jak se lze této chybě při měření neznámého kmitočtu vyvarovat?

$$u_{fx} = \sqrt{\left(\frac{1}{T_N\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{fo}}{100\sqrt{3}}f_x\right)^2}$$

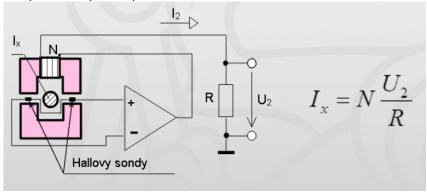
Vyvarování se chybě – Nevhodně nastavená úroveň spouštění může u signálů se zákmity vést k hrubým chybám měření. V tomto případě určujeme orientačně frekvenci osciloskopem a čítačem měření zpřesníme.

Jaké jsou možnosti a metody měření velkých ss. A stř. Proudů (> desítky ampérů) – schéma, princip, náčrt?

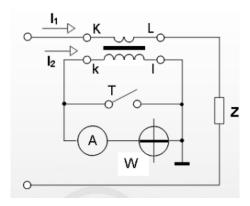
AC i DC: Externí bočník + voltmetr (číslicový multimetr nebo magnetoelektrický)



AC i DC: Magnetické senzory – bez úbytku napětí



Pouze AC: Měřící transformátory

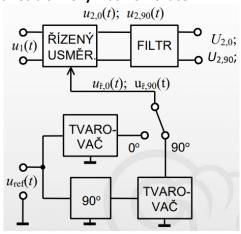


Jaký je přibližný frekvenční rozsah jednotlivých metod?

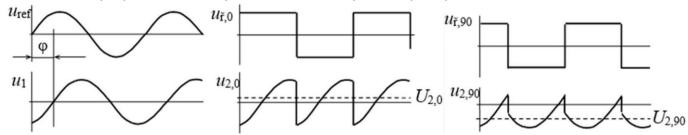
Bočník – do jednotek kHz, pro měření do stovek kHz se používá bezindukční (koaxiální) bočník Magneticky – podle googlu až 1 MHz, ale tipoval bych to taky na stovky kHz Měřící transformátory – záleží na transformátoru, ale většinou jsou dělaný na 50Hz

Proč nelze bočník určený pro měření stejnosměrných proudů použít pro měření střídavých proudů? Parazitní kapacita/indukčnost rezistoru

Nakreslete blokové schéma vektorvoltmetru s řízeným usměrňovačem.



Na základě časových průběhů v klíčových bodech stručně vysvětlete princip funkce.



Princip – z referenční sinusovky ($\varphi=0^\circ$) se generují obdélníky s $\varphi=0^\circ$ a $\varphi=90^\circ$. Podle přepnutí přepínače se usměrňovač řídí daným obdélníkem.

Naznačte odvození vztahu pro stejnosměrnou složku výstupního napětí.

$$u_{\check{\mathbf{r}}}(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \sin(k\omega t); \text{ pro lichá } k$$

$$u_1(t) = U_m \sin(\omega t - \varphi)$$

$$u_2(t) = u_1(t) \cdot u_{\check{\mathbf{r}}}(t)$$

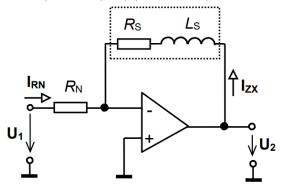
Vyjde z toho

$$u_2(t) = \frac{2}{\pi} U_m \cos \varphi + \text{stříd. složky}$$

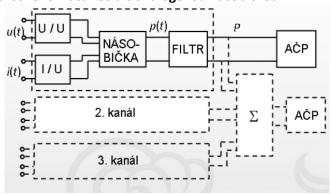
Nakreslete zapojení pro měření fázového rozdílu dvou napětí a pro měření impedance vektorvoltmetrem.

Fázový rozdíl – jeden signál se připojí na u_1 a druhý na u_{ref}

Impedance – na vstup vektorvoltmetru se přivede výstup převodníku pro měření Z



Nakreslete blokové schéma číslicového wattmetru s analogovou násobičkou.



Číslicovým wattmetrem 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 kr = 2.

$$\Delta_P = \frac{\delta_{hodn}}{100} X + \frac{\delta_{rozs}}{100} M$$

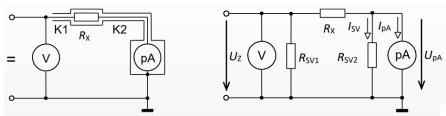
$$u_r = \frac{\Delta_P}{\sqrt{3}} \cdot 2$$

3. otázka (Měření pasivních elektrických veličin)

Kdy je nutné považovat měřený odpor za velký?

Když poměr velikosti měřeného odporu k svodovým odporům je srovnatelný s nejistotou měření

Nakreslete schéma zapojení pro měření velkých odporů Ohmovou metodou včetně stínění a zemnění. Nakreslete náhradní schéma tohoto obvodu.



Jak se projeví svodový odpor přívodních kabelů a za jakých podmínek se neuplatní?

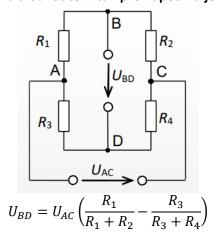
R_{SV1} – paralelně ke zdroji napětí – neuplatní se

 $R_{\rm SV2}$ – paralelně k pA-metru – pokud $U_{\rm pA}
ightarrow 0$, neuplatní se,

Jak lze eliminovat svodový odpor fixační podložky (zdůvodněte)?

Dají se tam izolační průchodky, které mají velký izolační odpor, aby nedocházelo k rozptylu proudu

Nakreslete schéma Wheatstonova můstku a odvoďte vztah pro napětí na jeho měřící diagonále.

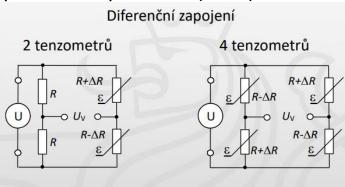


Odvoďte závislost tohoto napětí na změně odporu DR pro nevyvážený Wheatstoneův můstek napájený ze zdroje napětí pro $R_1=R_0+\Delta R$; $R_2=R_3=R_4=R_0$. V jakém případě lze nelinearitu převodníku ΔR \to U zanedbat? $U_{BD}=U_{AC}\left(\frac{R_0+\Delta R}{2R_0+\Delta R}-\frac{R_0}{2R_0}\right)$

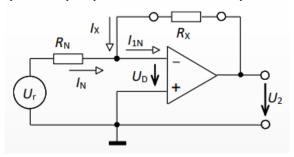
$$U_{BD} = U_{AC} \left(\frac{R_0 + \Delta R}{2R_0 + \Delta R} - \frac{R_0}{2R_0} \right)$$

Zanedbat lze když $\Delta R \ll 2R_0$

Jak lze zvýšit citlivost můstku použitím většího počtu senzorů (schéma)?



Nakreslete zapojení převodníku odpor → napětí pro měření středních odporů.



Odvoďte vztah definující převod za předpokladu použití ideálního OZ.

$$I_N = -I_X$$

$$\frac{U_r}{R_N} = -\frac{U_2}{R_X}$$

$$R_X = -\frac{U_2}{U_r} R_N$$

Vypočtěte hodnotu měřeného odporu a rozšířenou nejistotu měření kr = 2, je-li dáno: $R0 = X \ k\Omega \pm X \ \Omega$; Ur = X V $\pm X \ mV$; U2 = -X,xxx V; výstupní napětí U2 je měřeno číslicovým voltmetrem s rozsahem XX V a danou chybou 0.X % z údaje + 0.XX % z rozsahu.

$$u_{R_{\rm X}(\rm id)} = \sqrt{\left(-\frac{U_2}{U_{\rm r}}u_{R_{\rm N}}\right)^2 + \left(-\frac{R_{\rm N}}{U_{\rm r}}u_{U_2}\right)^2 + \left(\frac{U_2R_{\rm N}}{U_{\rm r}^2}u_{U{\rm r}}\right)^2}$$

$$u_{U_2} = \frac{\frac{\delta_{hodn}}{100}X + \frac{\delta_{rozs}}{100}M}{\sqrt{3}}$$

Nakonec vynásobit k_r

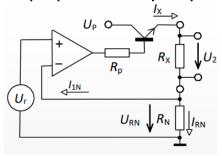
Jaké vlastnosti reálného OZ se mohou v tomto případě negativně projevit?

Projevit se může pouze nenulový proud I_{1N} , U_D je zanedbatelné

Kdy považujeme z hlediska měření odpor za malý a jaké rušivé vlivy je třeba respektovat?

Když velikost odporů přívodů a přechodových odporů je srovnatelná s nejistotou měření

Nakreslete zapojení převodníku odpor → napětí pro měření malých odporů.



Odvoďte vztah definující převod.

$$U_r = U_{RN}$$

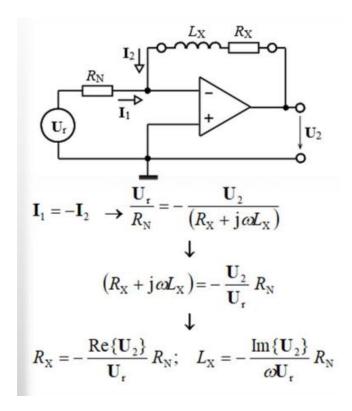
$$\frac{U_2}{R_X} = \frac{U_{RN}}{R_N}$$

$$R_X = \frac{U_2}{U_r} R_N$$

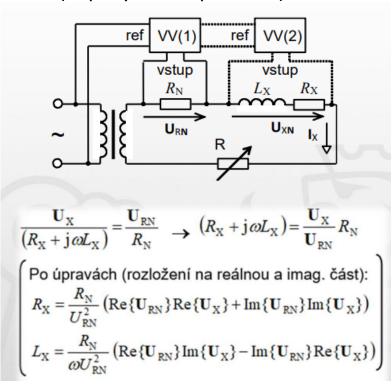
Vypočtěte hodnotu měřeného odporu a rozšířenou nejistotu měření pro kr = 2, je-li dáno: (obdobně jako výše) Je to úplně stejný

Vysvětlete princip měření indukčnosti a ztrátového odporu cívek (schéma, odvození vztahů pro výpočet LX a RX) následujícími metodami:

a) převodník Z→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. je to stejný jako převodník dole akorát se blok s prvním OZ nazve jako integrátor a s druhým jako komparátor

Stručně vysvětlete princip jeho činnosti.

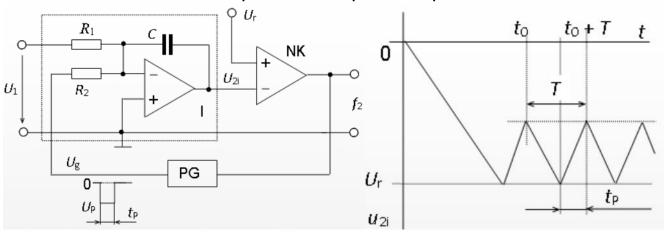
Napětí U1 je kontinuálně integrováno, když dosáhne úrovně Ur, Pulzní Generátor vygeneruje pulz záporné polarity který integraci dočasně "otočí"

Odvoďte vztah, z něhož vyplývá, že výstupní frekvence je úměrná měřenému napětí.

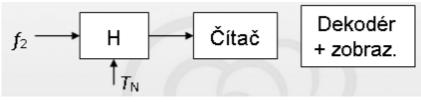
$$-\frac{1}{R_{1}C} \int_{T}^{T} U_{1} dt - \frac{1}{R_{2}C} \int_{t_{P}}^{T} -U_{P} dt = 0$$

$$\frac{U_{1}T}{R_{1}} = \frac{U_{P}t_{P}}{R_{2}} \rightarrow \frac{1}{T} = f_{2} = \frac{R_{2}}{R_{1}} \frac{U_{1}}{U_{P}t_{P}}$$

Nakreslete celkové blokové schéma AČ převodníku s mezipřevodem napětí – frekvence.



na výstup ještě vyhodnocení:



Za jakých podmínek dochází u tohoto převodníku k potlačení sériového rušení síťové frekvence? Když bude T_N celistvým násobkem periody 50 Hz signálu tzn. 20 ms

Porovnejte jednotlivé typy AČ převodníků, tj. Integrační (dvojí integrace, Σ-Δ), kompenzační s postupnou aproximací, komparační z hlediska:

a) doby převodu (udejte řádově hodnoty)

Integrační (dvojí integrace) – desítky ms Integrační (sigma – delta) – stovky ns až desítky ms Kompenzační – desítky µs Komparační – 0,1 až 10 ns

b) přesnosti příp. Rozlišovací schopnosti (udejte řádově hodnoty)

Integrační (dvojí integrace) – typicky 11–24 bit Integrační (sigma – delta) – typicky 12–32 bit Kompenzační – typicky 8–32 bit Komparační – typicky 8 bit

c) odolnosti proti sériovému rušení střídavým signálem

Integrační (dvojí integrace) -Integrační (sigma – delta) -Kompenzační -Komparační –

d) použití

Integrační (dvojí integrace) - Číslicové multimetry
Integrační (sigma – delta) - akustické aplikace, AČ moduly řídicích počítačů, digitalizace signálu ze senzorů
Kompenzační – AČ moduly řídicích počítačů, digitalizace signálu ze senzorů, typická architektura v mikrořadičích
Komparační – Osciloskopy s číslicovou pamětí, softwarové rádio a televize, radar

Jaké druhy měřících systémů řízených počítači znáte?

Centralizované a distribuované systémy

Jaké jsou základní uživatelské vlastnosti jednotlivých druhů systémů?

Centralizovaný systém

(přenos analogových signálů)

- složitá kabeláž
- nízká flexibilita
- vyšší citlivost na rušení
- veškeré zpracování dat na jednom místě
- "hloupé" (levné) senzory
- data ze senzorů jsou vždy dostupná

Distribuovaný systém

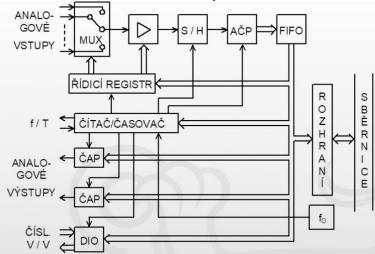
(přenos dat po digitalizaci analog. signálů)

- jednoduchá kabeláž
- vysoká flexibilita
- vyšší odolnost k vnějšímu rušení
- inteligentní senzory a akční členy (dražší)
- dostupnost dat je omezena komunikačními parametry

Uveďte typické příklady použití jednotlivých druhů systémů

Centralizované – v rámci jednoho pracoviště v laboratoři a podobně Distribuované – třeba v celý fabrice, na výrobní lince apod.

Nakreslete blokové schéma zásuvné multifunkční měřící desky do PC.



Co omezuje její maximální vzorkovací rychlost a jak lze tento problém řešit?

Buďto je omezení způsobeno samotným AČ převodníkem nebo rychlostí sběrnice, takže buď použiji externí lepší převodník nebo jiný způsob přenosu dat

Jak souvisí maximální vzorkovací rychlost s použitým počtem kanálů?

max vzorkovací rychlost s počtem kanálů klesá, vzorky se berou totiž postupně

Jaká je základní nevýhoda zásuvných měřících desek (např. I při měření stejnosměrných napětí) oproti číslicovému voltmetru?

V prostorách uvnitř PC skříní nejsou dány požadavky na EMC, takže se tam může vyskytovat rušení které měření zásuvnou deskou ovlivňuje

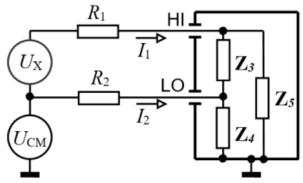
Zásuvnou měřící kartou byly ovzorkovány dva periodické signály s dvěma průchody nulou za periodu (jeden odpovídající napětí a druhý proudu) a uloženy do paměti počítače. Délka záznamu je delší než 1,5 periody. Jak určíte z ovzorkovaných průběhů:

- dobu periody,
- efektivní hodnoty,
- odpovídající činný výkon,
- v případě harmonických průběhů fázový rozdíl

Když znám vzorkovací frekvenci znám i dobu mezi dvěma vzorky Doba periody – změřím dobu trvání mezi dvěma průchody nulou se stejnou derivací Efektivní hodnoty – provedu výpočet v intervalu periody podle definice (místo integrálu to bude diskrétní suma) Činný výkon - $\frac{1}{N}\sum_{j=1}^N u_j i_j$

Fázový rozdíl – dobu mezi průchody nulou se stejnou derivací v jednom a druhém signále

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). vzniká vlivem rozdílné impedance svorek HI a LO vůči zemi



Jak je definován činitel potlačení souhlasného rušení?

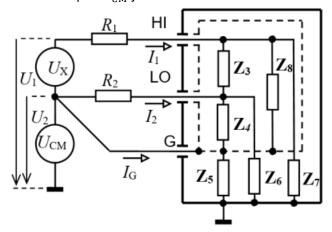
$$\begin{aligned} U_{EKV,S} &= U_{R1} - U_{R2} \\ k_{PCM} &= 20 \log \left(U_{CM} / U_{EKV,S} \right) \doteq 20 \log \left(|\mathbf{Z}_4| / R_2 \right) \end{aligned}$$

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?

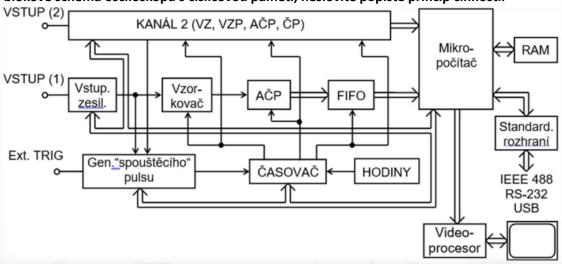
Svorka G se spojí s LO

Na základě náhradního schématu vstupního obvodu číslicového voltmetru s plovoucím stíněním vysvětlete, proč je u číslicových voltmetrů s plovoucím stíněním potlačení souhlasného rušení vyšší

Úbytek, který vznikne na vodiči G vlivem napětí U_{CM} je mimo měřící obvod



Nakreslete blokové schéma osciloskopu s číslicovou pamětí, heslovitě popište princip činnosti.



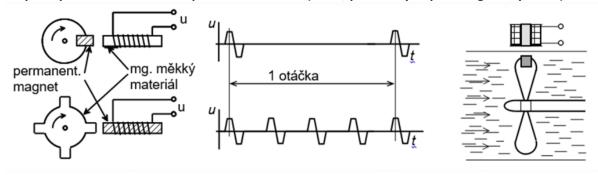
Jakým způsobem je řízen zápis naměřených dat do paměti? Vysvětlete režim činnosti "pretriggering" a "delay". Zápis – FIFO

SB – spouštěcí bod – místo kde protne průběh spouštěcí úroveň Pretriggering – zobrazí se a vzorků před SB a b vzorků po SB přičemž a+b je rovno kapacitě paměti ve vzorcích Delay – počká se x vzorků a až poté se začne plnit paměť která se následně zobrazí

Jaký typ AČ převodníku je většinou použit v osciloskopech s číslicovou pamětí a proč? Komparační AČP, (FLASH), protože je rychlej

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

Vysvětlete princip indukčního senzoru pro měření otáček (náčrt, průběh výstupního signálu, použití).

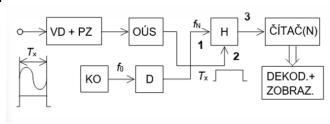


Nakreslete blokové schéma převodníku pro zpracování signálu z indukčního senzoru pro měření otáček

a) s analogovým výstupem



b) s číslicovým výstupem



Jaká je hlavní nevýhoda indukčních senzorů pro měření otáček? selhávají při nízkých otáčkách

Uveďte druhy odporových senzorů pro měření neelektrických veličin.

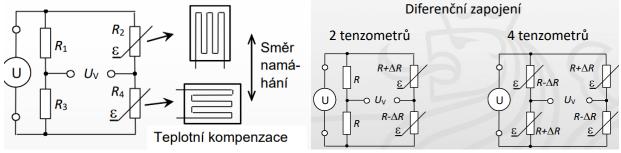
- potenciometrické snímače polohy
- odporové teploměry (polovodičové NTC/PTC, kovové Ni/Pt 100(0))
- tenzometry (polovodičové, kovové)

Tenzometry – princip a použití.

- změna odporu je závislá na změně prodloužení
- můžeme měřit sílu (tah/tlak)

$$R = \rho_0 \frac{l}{S}$$

Zapojení tenzometrů do Wheatstonova můstku, kompenzace vlivu teploty, možnost zvýšení citlivosti.



Zvýšíme citlivost zapojením více tenzometrů (2x nebo 4x)

DISCLAIMER - TOHLE SE NEDĚLALO (ALESPOŇ NE NA EMB)

Vysvětlete princip absolutního kódového senzoru polohy. Jaké jsou požadavky na použitý kód a proč? Absolutní senzory ví kde přesně se nachází, i po výpadku napětí, kód musí být v každém místě unikátní, nesmí se v rámci rozsahu opakovat

Vysvětlete princip inkrementálního senzoru polohy. Jak se zjistí směr pohybu? Inkrementální senzory zjišťují pouze změnu polohy, např. Grayův kód

Porovnejte výhody a nevýhody těchto senzorů.

Plyne z popisu

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).

- Hallova sonda 1 mT 2 T
- Anizotropní magnetorezistor (AMR) 10 nT 100uT
- Fluxgate (feromagnetická sonda) 100 pT 200 uT
- Vzduchová měřící cívka

Která sonda se většinou používá pro měření indukce a intenzity střídavého magnetického pole ve vzduchu – vysvětlete princip funkce a odvoďte potřebný vztah.

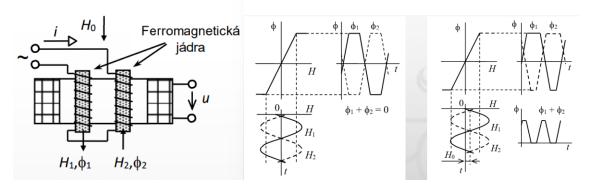
Vzduchová měřící cívka

PICH CIVAL
$$u_{i}(t) = \frac{\mathrm{d}\phi_{C}(t)}{\mathrm{d}t}$$

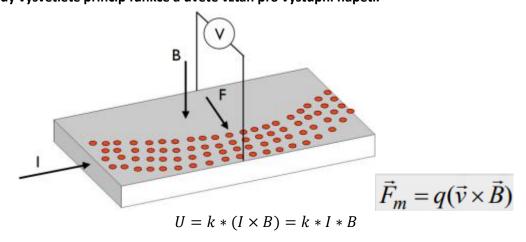
$$U_{\mathrm{SAR}} = \frac{2}{T} \int_{t_{1}}^{t_{1}+T/2} u_{i} \mathrm{d}t = \frac{2}{T} \int_{-\phi_{\mathrm{Cm}}}^{+\phi_{\mathrm{Cm}}} \mathrm{d}\phi_{\mathrm{C}} = \frac{4\phi_{\mathrm{Cm}}}{T}$$

$$B_{\mathrm{m}} = \frac{U_{\mathrm{SAR}}}{4f\mathrm{SN}} = \frac{U'_{\mathrm{1,11}}}{4f\mathrm{SN}}$$

U feromagnetické sondy vysvětlete princip funkce a odvoďte 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.

Odvoďte vztah pro výpočet maximální hodnoty indukce z indukovaného napětí.

$$u_{i}(t) = \frac{\mathrm{d}\phi_{C}(t)}{\mathrm{d}t}$$

$$U_{\mathrm{SAR}} = \frac{2}{T} \int_{t_{1}}^{t_{1}+T/2} u_{i} \mathrm{d}t = \frac{2}{T} \int_{-\phi_{\mathrm{Cm}}}^{+\phi_{\mathrm{Cm}}} \mathrm{d}\phi_{\mathrm{C}} = \frac{4\phi_{\mathrm{Cm}}}{T}$$

$$B_{\mathrm{m}} = \frac{U_{\mathrm{SAR}}}{4f\mathrm{SN}} = \frac{U'_{1,11}}{4f\mathrm{SN}}$$

Jaký typ voltmetru použijete pro měření indukovaného napětí a proč?

Nějaký not True RMS, abych z něj dokázal vypočíst U_SAR

Jaká je v prostoru cívky o průměru XX cm se XXX závity hodnota Bmax střídavého magnetického pole, je-li při kmitočtu základní harmonické 50 Hz údaj použitého voltmetru X mV?

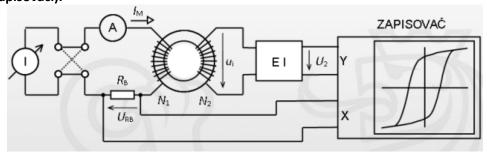
Dosazení do vzorce, S=pi*r^2

Vypočítejte hodnotu Hmax.

H_max=B_max/permeabilita

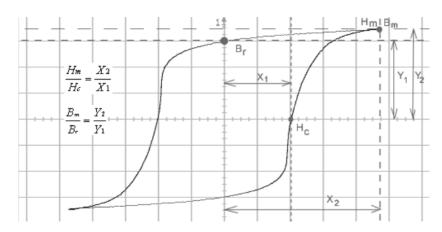
Jaké podmínky musí být splněny, aby nedošlo k metodické chybě?

Nakreslete zapojení vhodné pro měření statistické hysterezní smyčky na uzavřeném vzorku (se zápisem na souřadnicovém zapisovači).

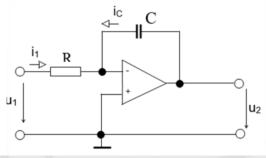


Odvoďte potřebné vztahy pro výpočet Bmax a Hmax (případně měřítka na osách).

$$\begin{split} u_{\mathrm{i}}(t) &= \frac{\mathrm{d}\phi_{C}(t)}{\mathrm{d}t} \\ U_{\mathrm{SAR}} &= \frac{2}{T} \int\limits_{t_{1}}^{t_{1}+T/2} u_{\mathrm{i}} \mathrm{d}t = \frac{2}{T} \int\limits_{-\phi_{\mathrm{Cm}}}^{+\phi_{\mathrm{Cm}}} \mathrm{d}\phi_{\mathrm{C}} = \frac{4\phi_{\mathrm{Cm}}}{T} \\ \oint\limits_{C} \vec{H} \mathrm{d}\vec{l} &= N_{1}I_{\mathrm{M}} = Hl_{\mathrm{S}}; \qquad H = \frac{N_{1}I_{\mathrm{M}}}{l_{\mathrm{S}}}; \qquad B_{\mathrm{m}} = \frac{U_{\mathrm{SAR}}}{4f\mathrm{S}N} = \frac{U'}{1,11} \\ \frac{1}{4f\mathrm{S}N} \end{split}$$



Nakreslete schéma zapojení elektronického integrátoru a odvoďte vztah pro jeho výstupní napětí u2(t).



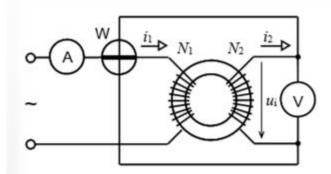
$$u_2(t_1) = \frac{1}{C} \int_0^{t_1} i_C(t) dt + u_2(t_0) = -\frac{1}{RC} \int_0^{t_1} u_1(t) dt + u_2(t_0)$$

Proč vznikají ztráty ve feromagnetiku a z jakých dvou složek se skládají?

vznikají z důvodu nedokonalosti jádra hystereze a vířivé proudy

Na jakých parametrech magnetování závisí ztráty ve feromagnetiku? na frekvenci a na proudu cívkou

Nakreslete schéma zapojení umožňující měření ztrát v uzavřeném feromagnetickém vzorku při síťovém kmitočtu a uveďte vztah pro jejich výpočet z údajů použitých přístrojů.



Připojením napěťové cívky wattmetru na sekundární vinutí se kompenzují ztráty na odporu primárního vinutí.

$$P_{Fe} = \frac{N_1}{N_2} P' - \frac{U_2^2}{R_{NC}}$$

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?

