

Méréstechnika 1. zárthelyi 1. pótlása

2009. április 17.

A feladatok megoldásához csak papír, írószér, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz és a kommunikáció tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. A feladatok természetesen tetszőleges sorrendben megoldhatók, de a római számmal jelzett feladatok megoldását külön papírra kérjük. A feladatok után azok pontszámát is feltüntettük. Törtpontszámokat nem adunk, indoklás nélküli eredményeket nem értékelünk. Törekedj arra, hogy tudásodat a dolgozat szép külalakja is kiemelje! A Student- és a normális eloszlás táblázatát a túloldalon találod!

1. Mennyi az effektív értéke az $u(t) = 0.25 \cos^2(300\pi t + 90^\circ)$ V időfüggvényű jelnek? (1 pont)
2. Egy árammérés A típusú standard bizonytalansága 80 mA, B típusú standard bizonytalansága 18 mA. Mekkora az eredő standard bizonytalanság? (1 pont)
3. $f = 2$ kHz frekvenciájú szinuszos jelet mérünk, a jelet $B_1 = 1$ MHz sávkorlátú fehér zaj terheli. Hogyan kell specifikálni azt az aluláteresztő szűrőt, amely a jel-zaj viszonyt 17 dB-lel növeli? (1 pont)
4. Rajzold fel a kapacitív osztó kapcsolási rajzát, az ábra jelöléseivel megadva a bemeneti és a kimeneti feszültség viszonyát! Milyen előnyös tulajdonsága van az ohmos osztóhoz képest? (1 pont)
5. Hőmérőt készítünk hőellenállások felhasználásával. 2 db, azonos típusú és névleges értékű hőellenállást szerelünk fel. A kapcsolat másik két eleme közönséges ellenállás. A működés során mindkét ellenállás azonos mértékben melegszik fel. Hogyan kell elhelyezni a hídkapcsolásban az ellenállásokat, hogy maximális érzékenységet érjünk el? A hidat $I_T = 100$ mA áramú generátorral tápláljuk. Mekkora a híd kimenőfeszültsége, ha minden ellenállás névleges értéke 200Ω , a hőellenállások relatív megváltozása pedig 0.025% ? (2 pont)
6. Add meg egy kondenzátor nagyfrekvenciás veszteséges modelljét, fejezd ki veszteségi tényezőjét adott ω körfrekvencián! Rajzold fel a kondenzátor impedanciájának paraméterezett Bode amplitúdódiagramját! (2 pont)
7. Rajzold fel egy műveleti erősítővel megvalósított integrátort, és add meg átviteli függvényét! (1 pont)
8. Egy Deprez-műszer osztálypontossága $o_p = 0.5$. $U_{\max} = 300$ V méréshatárban mekkora relatív hibával méri meg a 230 V-os hálózati feszültséget? (1 pont)

I. Egy villamosmérnök-hallgató az utóbbi 5 hétben az alábbi összegeket költötte alkoholtartalmú italokra:

$$m = 4785 \quad 4165 \quad 5065 \quad 5145 \quad 4425 \quad \text{Ft.}$$

- a) Feltételezve, hogy a kiadások eloszlása normális, add meg a hetente alkoholra költött pénzösszeg $p = 99\%$ szintű konfidenciaintervallumát!
- b) A fenti összegeket a pénztárban kerekítették. Feltéve, hogy az infláció zérus, add meg, hogy 5 év alatt mennyi veszteség származhat a kerekítésből! (Segítség: Az ún. legrosszabb eset valószínűsége kicsi, de megadható egy olyan veszteség, amelynél nagyobb csak elhanyagolható valószínűséggel lép fel. A kerekítés maradéka azonos valószínűséggel lehet bármilyen összeg.)

(5 pont)

II. Adott 3 ellenállás: $R_1 = 1 \text{ M}\Omega \pm 10\%$, $R_2 = 51 \text{ k}\Omega \pm 10\%$, $R_3 = 9.1 \text{ k}\Omega \pm 1\%$. Az R_1 ellenállással párhuzamosan kapcsolódik R_2 és R_3 soros kapcsolata, azaz: $R_1 \parallel (R_2 + R_3)$.

- a) Add meg az eredő ellenállás tűrésének legvalószínűbb értékét!
- b) Strukturális okokból az R_1 és R_2 ellenállások *aránya* pontos. Add meg ismét az eredő ellenállás tűrésének legvalószínűbb értékét!

(5 pont)

A Student-t eloszlás táblázata

szabadságfok	$p = 0.4$	$p = 0.2$	$p = 0.1$	$p = 0.05$	$p = 0.025$	$p = 0.01$	$p = 0.005$	$p = 0.0005$
1	0.325	1.376	3.077	6.310	12.690	31.821	63.657	636.619
2	0.289	1.061	1.886	2.919	4.300	6.965	9.925	31.598
3	0.277	0.979	1.638	2.353	3.181	4.535	5.826	12.618
4	0.271	0.941	1.533	2.131	2.775	3.743	4.595	8.449
5	0.267	0.920	1.476	2.014	2.570	3.362	4.025	6.760
6	0.265	0.906	1.439	1.943	2.446	3.140	3.701	5.876
7	0.263	0.896	1.415	1.894	2.364	2.995	3.494	5.339
8	0.262	0.889	1.397	1.859	2.305	2.894	3.350	4.982
9	0.261	0.883	1.383	1.833	2.261	2.819	3.245	4.728
10	0.260	0.879	1.372	1.812	2.227	2.762	3.165	4.538
11	0.260	0.876	1.363	1.796	2.200	2.716	3.102	4.392
12	0.259	0.873	1.356	1.782	2.178	2.679	3.051	4.275
13	0.259	0.870	1.350	1.771	2.160	2.648	3.008	4.180
14	0.258	0.868	1.345	1.761	2.144	2.623	2.973	4.102
15	0.258	0.866	1.341	1.753	2.131	2.601	2.943	4.036
16	0.257	0.865	1.337	1.746	2.119	2.582	2.917	3.979
17	0.257	0.863	1.333	1.739	2.109	2.565	2.895	3.930
18	0.257	0.862	1.330	1.734	2.100	2.551	2.875	3.888
19	0.257	0.861	1.328	1.729	2.093	2.538	2.857	3.850
20	0.257	0.860	1.325	1.724	2.086	2.527	2.842	3.817

Magyarázat: $p[t \geq x] = P$, azaz P annak a valószínűsége, hogy a t valószínűségi változó értéke x -nél nagyobb vagy egyenlő. A táblázat első sorában vannak a P értékek, alattuk pedig az x -ek. Pl. 0.1 a valószínűsége annak, hogy egy 20 szabadságfokú minta esetén $t \geq 1.325$.

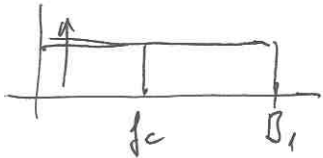
A normális eloszlás táblázata

	$p = 0.4$	$p = 0.2$	$p = 0.1$	$p = 0.05$	$p = 0.025$	$p = 0.01$	$p = 0.005$	$p = 0.0005$
	0.25	0.84	1.29	1.64	1.96	2.24	2.58	3.20

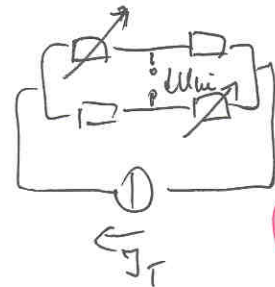
Magyarázat: $p[z \geq x] = P$, azaz P annak a valószínűsége, hogy a z valószínűségi változó értéke x -nél nagyobb vagy egyenlő. A táblázat első sorában vannak a P értékek, alattuk pedig az x -ek. Pl. 0.1 a valószínűsége annak, hogy normális eloszlású minta esetén $z \geq 1.29$.

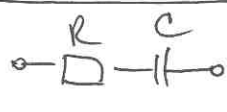
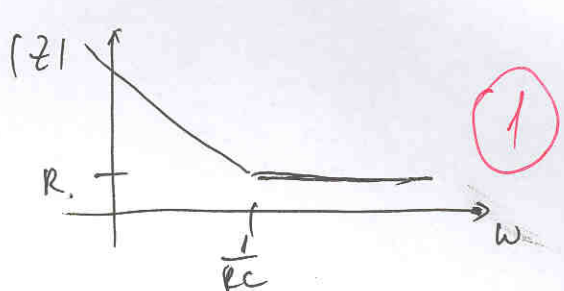
1.) $0,25 \cos^2(300\pi t + 90^\circ) V = 0,125 [1 + \cos(600\pi t + 180^\circ)] V$ $U_{eff} = \sqrt{0,125^2 + \frac{0,125^2}{2}} V = 0,1531 V$ (1)

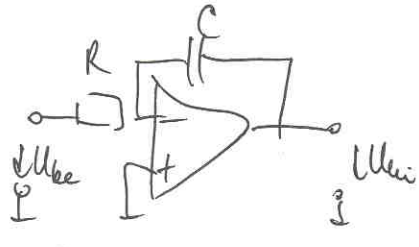
2.) $U(J) = \sqrt{U_A^2(J) + U_B^2(J)} = 82 mV$ (1)

3.)  $\Delta SNR = 10 \lg \frac{B_1}{f_c}$ $f_c \cong 20 kHz$ (1)

4.)  $U_{U_{ei}} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} U_{be}$ pl. nem dissipal (1)

5.)  $(U_{U_{ei}} = \frac{J_I \cdot R}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R} = 2,5 mV$ (1) (2)

6.)  $D = \omega RC$ $Z(\omega) = R + \frac{1}{j\omega C} = \frac{1 + j\omega RC}{\omega C}$ (1)  (1) (2)

7.)  (1)

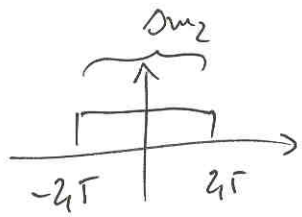
$$W(\omega) = -\frac{1}{j\omega RC}$$

8.) $h = op \cdot \frac{U_{max}}{U} = 0,65\%$ (1)

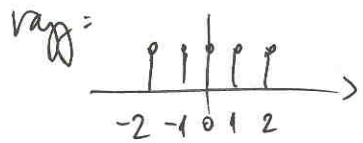
$$1. \quad \bar{m} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = 4717 \text{ Ft} \quad s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{m})^2} \approx 418 \text{ Ft} \quad N=5 \quad \Delta m = \frac{s}{\sqrt{N}} \cdot t_{4, 0.005} = \frac{418}{\sqrt{5}} \cdot 4,755 \approx 859 \text{ Ft}$$

$$P[m - \Delta m < m < m + \Delta m] = 99\%$$

$$P[3858 \text{ Ft} < m < 5576 \text{ Ft}] = 99\%$$

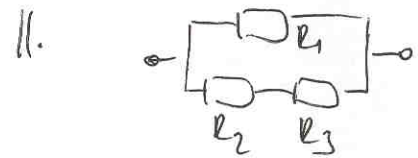


$$\sigma_2 = \frac{\Delta m_2}{\sqrt{12}} = 1,4434 \text{ Ft} \quad N_2 \approx 5 \cdot 52 = 260 \quad \Delta m_3 \approx 3 \cdot \sigma_3 = 3 \sqrt{N_2} \cdot \sigma_2 = 69,8212 \text{ Ft}$$



$$\sigma_2' = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (\Delta x_i)^2} = \sqrt{2} \text{ Ft} = 1,4142 \text{ Ft}$$

$$\Delta m_3' \approx 3 \sigma_3' = 3 \sqrt{N_2} \cdot \sigma_2' = 68,4105 \text{ Ft}$$



$$R_e = R_1 \times (R_2 + R_3) = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\frac{\Delta R_e}{R_e} \Big|_1 = \frac{(R_2 + R_3)^2}{(\sum R)^2} \cdot \frac{\sum R}{R_1(R_2 + R_3)} \frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{R_2 + R_3}{\sum R} \frac{\Delta R_1}{R_1} =$$

$$\sum R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$= 0,0057 = h_1$$

$$\frac{\Delta R_e}{R_e} \Big|_2 = \frac{R_1^2}{(\sum R)^2} \cdot \frac{R_2(\sum R)}{R_1(R_2 + R_3)} \frac{\Delta R_2}{R_2} = \frac{R_1 R_2}{(\sum R)(R_2 + R_3)} \frac{\Delta R_2}{R_2} = 0,08 = h_2$$

$$\frac{\Delta R_e}{R_e} \Big|_3 = \frac{R_1 R_3}{(\sum R)(R_2 + R_3)} \frac{\Delta R_3}{R_3} = 0,0014 = h_3$$

$$h_a = \sqrt{h_1^2 + h_2^2 + h_3^2} \approx 8\%$$

$$R_e = \frac{R_1 \left(\frac{R_2}{c} + R_3 \right)}{R_1 + \frac{R_2}{c} + R_3} = \frac{R_1 (c R_2 + R_3)}{R_1 (1+c) + R_3}$$

$$\frac{\Delta R_e}{R_e} \Big|_c = \frac{R_2 R_1 + R_2^2 + 2 R_2 R_3 + R_3^2}{(\sum R)^2} \cdot \frac{\Delta \sum R}{R_1(R_2 + R_3)} \frac{\Delta R_1}{R_1} = 0,0857 = h_c \quad h_b = \sqrt{h_1^2 + h_3^2} \approx 8,57\%$$

Méréstechnika 2. zárthelyi 1. pótlása

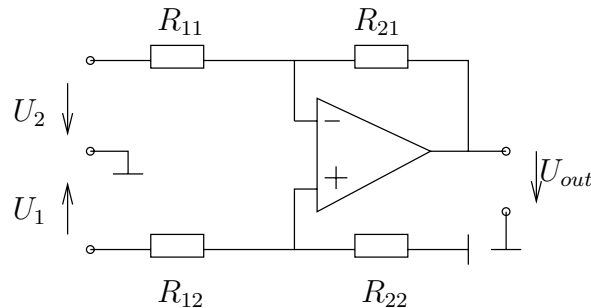
A csoport

2009. május 22.

A feladatok megoldásához csak papír, írószér, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz és a kommunikáció tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. A feladatok természetesen tetszőleges sorrendben megoldhatók, de a római számmal jelzett feladatok megoldását külön papírra kérjük. A feladatok után azok pontszámát is feltüntettük. Törtpontszámokat nem adunk, indoklás nélküli eredményeket nem értékelünk. Törekedj arra, hogy tudásodat a dolgozat szép külalakja is kiemlje! A Student- és a normális eloszlás táblázatát a túloldalon találod!

1. Rajzold fel a szukcesszív approximációs AD-átalakító blokkvázlatát, és ismertesd működését! (1 pont)
2. Mire alkalmas az analóg oszcilloszkópok *kettős időalapja*? Ismertesd röviden a működését! (1 pont)
3. Egy mérőrendszerben a mintavételi frekvencia 10 kHz, és $N = 1000$ pontos DFT-t végzünk. Mi a transzformáltja az $x(n) = 0.05$, $n = 0 \dots 999$ jelnek? (1 pont)
4. Egy mintavételezett szinuszos jel spektrumában, a $-30 \dots 30$ kHz intervallumban csúcsok találhatók a következő frekvenciákon: $-28, -22, -3, +3, +22, +28$ kHz. Mekkora lehetett a mintavételi frekvencia? (1 pont)
5. Rajzold fel a soros diódás csúcsegyenirányító kapcsolási rajzát, és add meg a kimeneti jelalakot, ha a bemenet szinuszos! Mik okoznak rendszeres hibát a csúcserték mérésében? (Rövid, tömör leírást kérünk, az odavetett félmondatokat nem értékeljük!) (2 pont)
6. 2 V csúcsertékű szinuszjelet mintavételezünk $f_s = 44.1$ kHz mintavételi frekvenciával. Az AD-átalakító a ± 2 V tartományban működik, $b = 12$ biten. Mekkora jel-zaj viszony jellemzi a mintavételezett jelet? Az analóg jelre jellemző jel-zaj viszony $\text{SNR} = 80$ dB. Hány bites AD-átalakítást végezzünk, hogy a kvantálás ne csökkentse érdemben a jel-zaj viszonyt? (2 pont)
7. 8 kHz névleges frekvenciájú periodikus jel frekvenciáját mérjük, állandó kapuidejű periódusidő-mérővel. Mekkora mérési időt válasszunk, ha a műszer órajele 10 MHz frekvenciájú, és célunk, hogy a mérés relatív hibája 100 ppm legyen? Az órajel hibáját elhanyagoljuk. (1 pont)
8. Rajzold fel, milyen kapcsolásban mérhető teljesítmény nullavezetőt nem tartalmazó háromfázisú rendszerben! Add meg a teljesítmény kifejezését is! (1 pont)

I. Az alábbi ábrán egy differenciaerősítő kapcsolási rajza látható.



Az alkatrészek adatai: $R_{11} = 22 \text{ k}\Omega$, $R_{12} = 28 \text{ k}\Omega$, tűrésük $h = 0.05\%$. A műveleti erősítő ideálisnak tekinthető.

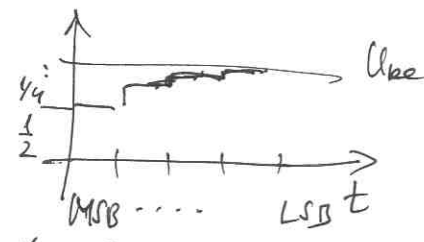
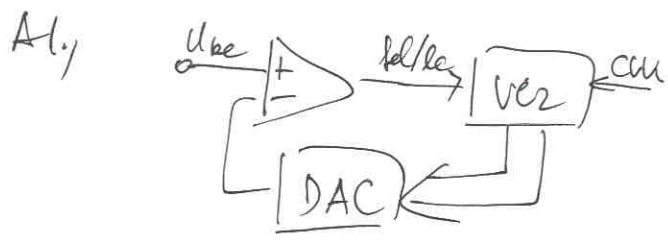
- a) Határozd meg R_{21} és R_{22} értékét úgy, hogy a szimmetrikus erősítés $A_s = -100$, a közös erősítés névleges értéke pedig $A_c = 0$ legyen!
- b) Legyen $U_1 = 490 \text{ mV}$, $U_2 = 510 \text{ mV}$. Határozd meg az erősítő kimeneti feszültségének várható szélső értékeit, ha az összes ellenállás tűrése $h = 0.05\%$!

(5 pont)

II. Egy soros RL -képpel jól jellemezhető impedanciát a feszültség-összehasonlítás elvén mérünk. A generátor feszültségének effektív értéke $U_g = 10 \text{ V}$, a normállenállás értéke $R_n = 100 \Omega$, a mérőfrekvencia $f = 50 \text{ Hz}$.

- a) Határozd meg az impedancián és a normállenálláson mérhető feszültség effektív értékét (U_z , U_n), valamint a köztük lévő fázistolást (φ), ha $R = 1.5 \Omega$, $L = 0.24 \text{ H}$!
- b) Add meg az impedancia párhuzamos RL -képét is, elemértékekkel együtt!
- c) Adj módszert a fázistolás mérésére, ha maguk a feszültségjelek nem hozzáférhetőek, de az áramkör kiegészíthető! (Rövid, tömör leírást kérünk, az odavetett félmondatokat és a terjengős leírásokat nem értékeljük!)

(5 pont)



Az átalakítás bitenként történik, MSB-től LSB-ig.

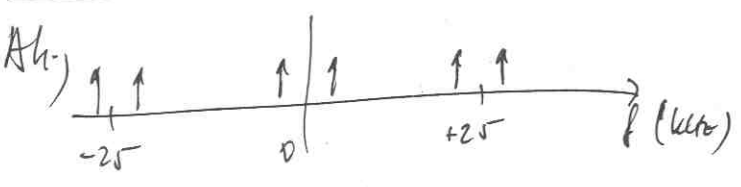
(1)

A2, ZOOMOLÁSRA. Az első időalap T_1 , a másodiké $T_2 < T_1$. T_2 T_d késleltetéssel rendel T_1 -hez képest. 3 üz. mód: A, AINTB, B. $A \Leftrightarrow T_1$, $B \Leftrightarrow T_2$. AINTB alkalmas hirtelre.

(1)

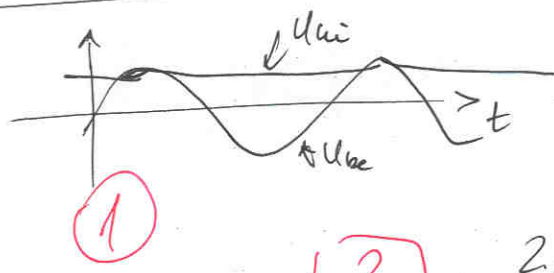
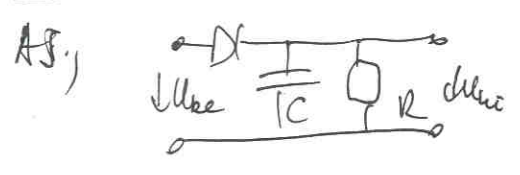
A3.) $X(z) = \begin{cases} 0,05N=50, ha k=0 \\ \emptyset \text{ egyébként} \end{cases}$

(1)



\Rightarrow per 25 kHz-cel, $f_0 = 25 \text{ kHz}$

(1)



1.) R miatt C miatt, így u_{ki} egyenértékű előbbre lépés a oszcillációval.

2.) u_{ki} miatt C -re u_{be} -hez képest.

(1)

(2)

(1)

A6.) $2u_p = FS = 4V \Rightarrow SNR = 6,02b + 1,76 \text{ dB} = 74 \text{ dB}$

(1)

$SNR(b) < SNR = 80 \text{ dB} \approx SNR(13 \text{ bit}) \Rightarrow b > 14$

(1)

(2)

A7.) A.D. hirtelre lépés mértéke: $h = \frac{1}{t_m f_0} \Rightarrow t_m = \frac{1}{h \cdot f_0} = 1 \text{ ms}$

(1)



$P = P_1 + P_2$

(1)

A1.)

$$\frac{R_{22}}{R_{12}} = \frac{R_{21}}{R_{11}} \Rightarrow R_{21} = 2,2 \text{ M}\Omega \quad (1)$$

$$R_{22} = 2,8 \text{ M}\Omega$$

$$A_S = -\frac{R_{21}}{R_{11}}$$

$$|A_C| \approx \frac{R_{11}R_{22}(1+h)^2 - R_{21}R_{12}(1-h)^2}{R_{11}(R_{12} + R_{22})} \approx 4h = 0,002 \quad (2)$$

$$U_S = U_2 - U_1 = 20 \text{ mV} \quad (1)$$

$$U_C = \frac{U_1 + U_2}{2} = 500 \text{ mV} \quad (1)$$

$$U_{\text{out}} = A_S U_S \pm |A_C| U_C = -100 \cdot 0,02 \text{ V} \pm 4h \cdot 0,5 \text{ V} = \begin{cases} -1,999 \text{ V} \\ -2,001 \text{ V} \end{cases} \quad (1)$$

[5]

A2.)

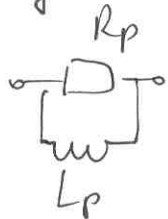
$$R = 1,5 \Omega$$

$$L = 0,24 \text{ H}$$

$$R_n = 100 \Omega$$

$$f = 50 \text{ kHz}$$

$$\omega = 2\pi f$$



$$Z_1 = R + j\omega L$$

$$Z_1 = 75,413 \Omega$$

$$\varphi = 88,86^\circ \quad (1)$$

$$I = \frac{U_g}{Z + R_n}$$

$$U_n = R_n |I| = 7,9089 \text{ V} \quad (1)$$

$$U_z = |Z| |I| = 5,9643 \text{ V}$$

$$Y = \frac{1}{R_p} + \frac{1}{j\omega L_p} = \frac{1}{|Z_1|} [\cos\varphi - j\sin\varphi]$$

$$R_p = \frac{|Z_1|}{\cos\varphi} = 3791,4 \Omega \quad (2)$$

$$L_p = \frac{|Z_1|}{\sin\varphi \omega} \approx 0,24 \text{ H} \quad (5)$$

φ mérése: pl. 3 V-mérés módszer:

$$\varphi = \arccos \frac{U_g^2 - U_n^2 - U_z^2}{2U_n U_z} \quad (1)$$