

# Méréstechnika 1. pótzárthelyi

2014. május 23.

A feladatok megoldásához csak papír, írószerszám, 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. Egy villamos mérés részeként megmértünk egy feszültséget, a kijelzett érték  $U = 0.87$  V. Add meg  $U$  kvantálási hibájának B típusú standard bizonytalanságát! (1 pont)
2. Mire alkalmas az oszcilloszkópok *holdoff* funkciója? Ismertesd röviden a működését! (1 pont)
3. Rajzold fel a kompenzált ohmos osztó kapcsolási rajzát, és add meg a kimeneti és a bemeneti feszültség viszonyát a kapcsolás paramétereivel! Mi a feltétele annak, hogy az osztásarány frekvenciafüggetlen legyen? Rajzold fel ebben az esetben az osztó  $Z(j\omega)$  bemeneti impedanciájának Bode-diagramját! (Ügyelj a tengelyek megfelelő skálázására!) (2 pont)
4. Egy 3 V csúcsértékű háromszögjelet 30 mV szórású fehérzaj terhel. Hány dB a jel-zaj viszony? (1 pont)
5. Hőmérőt készítünk hőellenállások felhasználásával. 2 db, azonos típusú és névleges értékű ellenállást szerelünk fel. A működés során mindkét ellenállás értéke azonos mértékben változik. Az ellenállásokat hídkapcsolásban működtetjük, a kapcsolás további két eleme közönséges ellenállás. Hogyan kell elhelyezni a hídkapcsolásban az ellenállásokat, hogy maximális érzékenységet érjünk el? A hidat  $U_T = 24$  V feszültségű generátorral tápláljuk. Mekkora a híd *pontos* kimenőfeszültsége, ha az ellenállások névleges értéke  $470 \Omega$ , az ellenállások relatív megváltozása pedig 0.1%? (2 pont)
6. Impedanciát mérünk 2 vezetékes mérést alkalmazva. Rajzold le, hogyan kapcsolódik a műszer az impedanciához, ha koaxiális (árnyékolt) kábelt használunk! (1 pont)
7. Egy impedancián eső periodikus feszültség és a rajta átfolyó áram harmonikusainak csúcsértéke rendre  $U_1, U_2, \dots$ , illetve  $I_1, I_2, \dots$ . A feszültség és az áram közötti fázistolás az egyes harmonikusokra  $\varphi_1, \varphi_2, \dots$ . Add meg a disszipált (hasznos) teljesítmény kifejezését! (1 pont)
8. Egy dual-slope AD-átalakítóban a mérendő jelhez zavarjelként egy 60 Hz és egy 125 Hz frekvenciájú szinuszos jel adódik. Add meg azt a *legkisebb* integrálási időt, amely alkalmas mindkét zavarjel elnyomására! (1 pont)

I. Az iskolai papírgyűjtés után Pausz tanárnő statisztikát készít az egyes osztályok által beadott papírmennyiségekről. Mivel a mérleg 1 kg felbontású, így nem tud sokféle mérési eredményt produkálni. Az alábbi táblázat azt tartalmazza, hogy adott tömegű csomagból hányat talált a tanárnő:

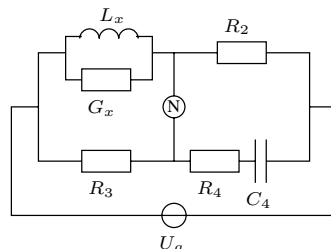
$m$ (g)	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
$N_k$	1	0	2	5	7	19	8	6	1	0

Tehát pl. 2 csomag tömege volt 97 kg.

- a) Add meg a csomagok átlagos tömegére vonatkozó  $p = 95\%$  szintű konfidenciaintervallumot!
- b) Mit kell feltételeznünk az egyes osztályok által gyűjtött papír mennyiségének eloszlásáról, hogy a választott módszerrel megoldhassuk a feladatot?

(5 pont)

II.



Az ábrán látható ún. Hay-híd induktivitás párhuzamos helyettesítőképét ( $L_x$ ,  $G_x$ ) méri. Az állítható elemek  $R_4$  és  $C_4$ ,  $R_2 = R_3 = 5.6$  k $\Omega$ .

- a) Add meg a kiegyenlítés feltételét a kapcsolás paramétereivel, valamint  $L_x$  és  $G_x$  értékét, ha  $f = 159.1$  Hz frekvencián  $R_4 = 12.54$  k $\Omega$  és  $C_4 = 15$  nF!
- b) Ezen a frekvencián  $C_4$  veszteségi tényezője  $D_4 = 7.5 \cdot 10^{-4}$ . Add meg, mekkora relatív hibát okoz ez  $L_x$  és  $G_x$  mérésében!

(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  $t \geq 1.325$ .

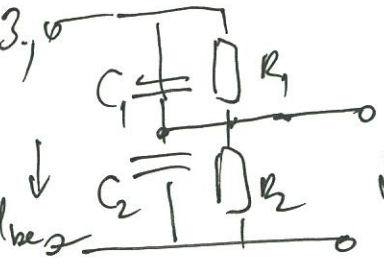
## A normális eloszlás táblázata

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

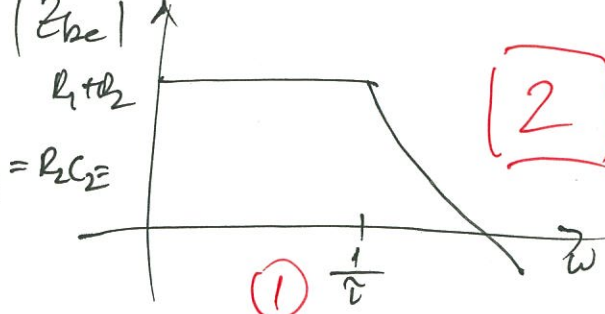
**Magyarázat:**  $p[z \geq x] = P$ , azaz  $P$  annak a valószínűsége, hogy a  $z$  valószínűségi változó értéke  $x$ -nél nagyobb vagy egyenlő. A táblázat első sorában vannak a  $P$  értékek, alattuk pedig az  $x$ -ek. Pl. 0.1 a valószínűsége annak, hogy normális eloszlású minta esetén  $z \geq 1.29$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

1.)  $q = 0,01 \mu$      $u_0(t) = \frac{q}{\sqrt{3}} = 5,774 \text{ mV}$  (egyuleks. elv.) 1

2.) Egy perióduson belül több triggereseményt produkáló jel helyes megjelölése.  
 $T_n$  ideig blokkolja a triggerelést, az elélt triggereseménytől nem számítva. 1

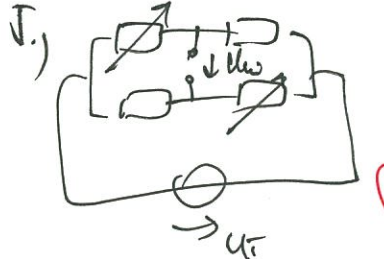
3.)   $U_{ki} = U_{be} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ , ha  $R_1 C_1 = R_2 C_2 = \tau$  2

$(Z_{be})$



$\frac{1}{\tau}$

4.)  $U_{eff, \Delta} = \frac{U_p}{\sqrt{3}}$      $SNR = 10 \lg \frac{P_{\Delta}}{P_n} = 10 \lg \frac{U_{\Delta}^2}{U_n^2} \approx 35,23 \text{ dB}$  1

5.)   $\frac{\Delta R}{R} = h$      $U_{ki} = -U_f \frac{h}{h+2} = -11,994 \text{ mV}$  2



7.)  $U_{eff} = \frac{U_p}{\sqrt{2}}$      $I_{eff} = \frac{I_p}{\sqrt{2}}$      $P = \sum_{i=1}^{\infty} U_{eff,i} I_{eff,i} \cos \varphi_i = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{U_i I_i}{2} \cdot \cos \varphi_i$  1

8.)  $T = T_1 \cdot T_2$  l.k.h.t.-e     $T_1 = \frac{1}{60} \text{ s}$      $T_2 = \frac{1}{125} \text{ s} \Rightarrow T = 200 \text{ ms}$  1

$$b) \hat{m} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_i = \frac{1}{\sum_{k=1}^{10} N_k} \cdot \sum_{k=1}^{10} N_k \cdot m_k = 99,898 \text{ kg} \quad N = \sum N_k = 49$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (m_i - \hat{m})^2} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^{10} N_k \cdot (m_k - \hat{m})^2} = 1,5172 \text{ kg}$$

$$\Delta m \approx \frac{s}{\sqrt{N}} \cdot \underbrace{z_{0,025}}_{1,96} = 0,4248 \text{ kg} \quad (N \gg 1, t_{N-1; 0,025} \approx z_{0,025})$$

$$p[m - \Delta m < m < \hat{m} + \Delta m] = 95\% \Rightarrow p[99,473 \text{ kg} < m < 100,323 \text{ kg}] = 95\%$$

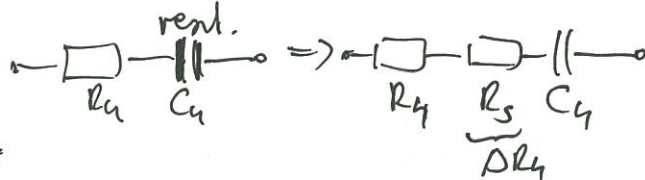
Mivel az előző mérések hi állítás, és  $N \gg 1$ , azaz a függvények jól feltehető. Kiseb  $N$  érték a normális eloszlás helyére megfigyelni, az esetben viszont Student-eloszlás kell használni. (1)

$$ii) \frac{z_3}{z_x} = \frac{z_4}{z_2} \quad R_3 \left[ G_x + \frac{1}{j\omega L_x} \right] = \frac{1}{R_2} \left[ R_4 + \frac{1}{j\omega C_4} \right] \Rightarrow G_x = \frac{R_4}{R_2 R_3} = 3,999 \cdot 10^{-4} \text{ S} \quad (R_x = 250 \Omega)$$

$$D_H = \frac{I^2 R_3}{I^2 \frac{1}{\omega C}} = \omega R_3 C_4$$

$$R_3 = \frac{D_H}{\omega C_4} = 50 \Omega$$

$$\left| \frac{\Delta G_x}{G_x} \right| = \left| \frac{\Delta R_x}{R_x} \right| = \left| \frac{\Delta R_4}{R_4} \right| \approx \frac{50 \Omega}{12540 \Omega} \approx 0,4\% \quad (3)$$



$$L_x = R_2 R_3 C_4 = 470,4 \text{ mH} \quad (2)$$

(5)