Méréstechnika pótzárthelyi

2013. december 20.

A feladatok megoldásához csak papír, írószer, 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. Fogalmazd meg, mikor használjuk a Student-t eloszlást konfidenciaintervallum számítására! (Az összes kiindulási feltétel szükséges, nem csak azok, amelyek alapján eldöntjük, hogy nem normális eloszlást használunk!) (2 pont)

2. Mire alkalmas az oszcilloszkópok *holdoff* funkciója? Ismertesd röviden a működését! (1 pont)

3. Rajzold le a feszültségváltó blokkvázlatát, és add meg a kimeneti és a bemeneti feszültség kapcsolatát a kapcsolás paramétereivel! Mikor választanád az induktív osztó helyett a feszültségváltót? (1 pont)

4. Egy 3 V csúcsértékű négyszögjelet 200 mV szórású fehérzaj terhel. Hány dB a jel-zaj viszony? (1 pont)

5. Egy hídkapcsolást $U_T = 20$ V feszültségű, egyik pontján földelt generátor táplál. A híd kimenőfeszültsége $U_0 = 6$ mV, amelyet mérőerősítő erősít. A mérőerősítő szimmetrikus erősítése $A_s = 50$ dB, közösjelelnyomása $E_c = 80$ dB. Mekkora relatív hibát okoz a közös feszültség az erősítő kimenetén? (2 pont)

6. Rajzold le, hogyan kell 5 vezetékes mérés esetén csatlakoztatni az impedanciamérőt a mérendő kétpólushoz és környezetéhez, feltételezve, hogy árnyékolt kábelt használunk! Jelöld a rajzon és nevezd meg szövegesen is, melyik vezeték szolgál a feszültség az áram vezetésére, illetve a földelésre! (1 pont)

7. Egy dual-slope AD-átalakítóban a mérendő jelhez zavarjelként egy 50 Hz és egy 125 Hz frekvenciájú szinuszos jel adódik. Add meg azt a *legkisebb* integrálási időt, amely alkalmas mindkét zavarjel elnyomására! (1 pont)

8. Rajzold fel a párhuzamos AD-átalakító (flash-konverter) blokkvázlatát! Mi az egyes egységek feladata? (1 pont)

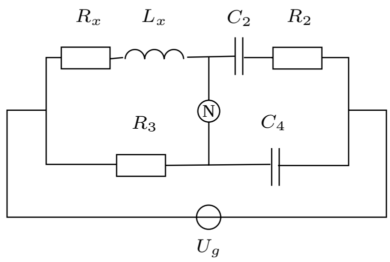
I. A Mikulás a zsákjába 16 ± 0.25 kg szaloncukrot rak. A zsák tömegének eloszlása a megadott intervallumban egyenletes. A Mikulás 6 krampusszal dolgozik, akik megdézsmálják a zsákot. Minden egyes krampusz kivesz 0.5 ± 0.1 kg cukrot, és, hogy a Mikulás ne vegye észre a hiányt, visszarak 0.5 ± 0.1 kg tömegű kavicsot. A kivett cukor és a visszarakott kavics tömegének eloszlása is egyenletes a megadott intervallumban. Ezt követően indulnak útnak az ajándékokat kiosztani.

a) Add meg a Mikulás zsákjának dézsma utáni tömegére vonatkozó $p_1 = 90\%$ szintű konfidenciaintervallumát!

b) A Mikulás biztosan észreveszi, ha a zsák tömege 15.5 kg-nál kisebb. Mekkora ennek a valószínűsége?

(5 pont)

II.



Az ábrán látható ún. Owen-híd induktivitás soros helyettesítőképét (L_x, R_x) méri. Az állítható elemek R_2 és C_2, $R_3 = 1.2$ kΩ, $C_4 = 300$ nF.

a) Add meg a kiegyenlítés feltételét, valamint L_x és R_x értékét, ha $f = 159.1$ Hz frekvencián $R_2 = 600$ Ω és $C_2 = 120$ nF!

b) A mérőhíd adatai $T = 20$ °C-on érvényesek, az ellenállások tűrése 0.1%, a kondenzátoroké 0.2%. Add meg R_x és L_x mérésének relatív hibáját, ha az ellenállások hőfokfüggése $\alpha_1 = +50$ ppm/°C, a kondenzátoroké $\alpha_2 = +200$ ppm/°C, és a mérést $T = 30$ °C-on végeztük!

(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.) Adott konstansra vonatkozó mérési eredmények, x_i, $i=1..N$,

a mérési eredmények függetlenek, eloszlásuk normális, a szórás előre nem ismert.

Ekkor a $\mu = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$ becslőből Student-eloszlással számítható konfidenciaintervallum.

3 feltételből 2 : 1

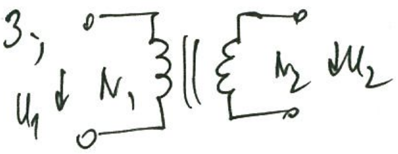
mindenben jó : 1

[2]

2.) A triggerfeltételt egy periódusban többször teljesítő jel hibás megjelenítéseke. [1]

A trigger áramkör/logika a triggerfeltétel teljesítése után t_H ideig a triggerelést tiltja, ezért a periódusban belül csak az első triggerfeltételt kielégítő esemény indítja az eltérítést.

3.)



$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

- galvanikus elválasztás igénye
- 1-nél nagyobb átvitel igénye

} ezek előnyei. [1]

4.) Négyszögjelre: $U_{eff} = U_p$, ezért $SNR = 10\lg\frac{P_x}{P_n} = 20\lg\frac{U_p}{\sigma} \cong 23{,}5\,dB$ [1]

5.) $U_c = \frac{U_i}{2}$ 1

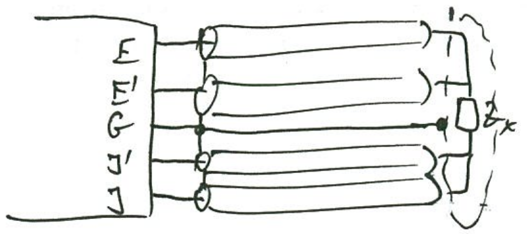
$U_{ki,c} = A_c U_c$

$U_{ki,s} = A_s U_s$

$A_c = \frac{A_s}{E}$ 1 [2]

$$h = \frac{U_{ki,c}}{U_{ki,s}} = \frac{A_c U_c}{A_s U_s} = \frac{A_s}{E}\cdot\frac{U_c}{\cancel{A_s} U_s} = \frac{10^4}{6}\cdot 10^{-4} = 16{,}67\%$$

6.)



E – J : áramág

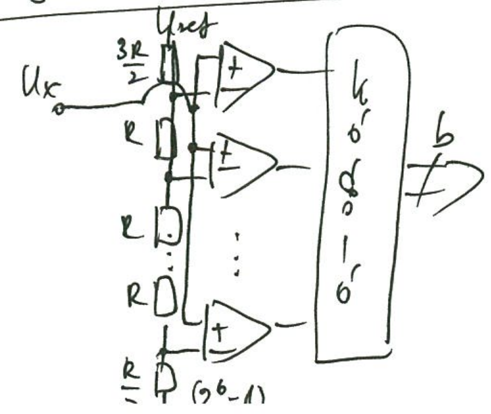
E' – J' : feszültségág

G : földpont. [1]

7.) $T_1 = \frac{1}{50}\,s = 20\,ms$, $T_2 = \frac{1}{125}\,s = 8\,ms$ } legkisebb közös többszörös: $T = 40\,ms$ [1]

8.) U_x = átalakítandó

U_{ref} = referencia



2^b-1 komparátor N-ből k alsó kimenete pozitív, többi negatív, kódoló átkódolja a bemenetet úgy, hogy bináris szám legyen. [1]

I. $m_0 = \hat{m}_0 \pm \Delta m$ $\hat{m}_0 = 16\,kg$ $\Delta m_0 = 0{,}25\,kg$ $\sigma_0 = \frac{\Delta m_0}{\sqrt{3}} = 0{,}1443\,kg$

N=6

$m_1 = \hat{m}_1 \pm \Delta m_1$ $\hat{m}_1 = 0{,}5\,kg$ $\Delta m_1 = 0{,}1\,kg$ $\sigma_1 = \frac{\Delta m_1}{\sqrt{3}} = 0{,}0577\,kg$ 1

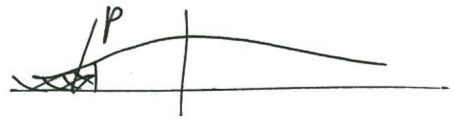
$\sigma = \sqrt{\sigma_0^2 + 2N\cdot\sigma_1^2} = 0{,}2466\,kg$ 1

13 változó => ~ normális elo. $\Delta m = \underbrace{z_{0,05}}_{1{,}64}\cdot\sigma = 0{,}4045\,kg$ $\hat{m} = \hat{m}_0 - N\hat{m}_1 + N\hat{m}_1 = \hat{m}_0 = 16\,kg$

5

$P[\hat{m} - \Delta m < m < \hat{m} + \Delta m] = 90\%$ => $P[15{,}60\,kg < m < 16{,}40\,kg] = 90\%$ 1

$\Delta m' = 0{,}5\,kg$ $z = \frac{\Delta m'}{\sigma} = 2{,}03 \approx 1{,}96$ (a táblázatban)



csak a kisebbet veszi ehhez, csak egyik oldal számít.

2 $P \approx 2{,}5\%$

II. $\frac{Z_x}{Z_3} = \frac{Z_2}{Z_4} = Z_2 Y_4$

$\frac{R_x + j\omega L_x}{R_3} = (R_2 + j\omega C_2) j\omega C_4$

$R_x = \frac{C_4}{C_2} R_3 = 3\,k\Omega$ 3

$L_x = R_2 R_3 C_4 = 216\,mH$

Rendszeres és véletlen hiba külön kezelendő:

rendszeres: $\frac{\Delta R}{R} = \alpha_1 \cdot \Delta T = 500\,ppm = 0{,}05\%$

$\Delta T = 10°C$ $\frac{\Delta C}{C} = \alpha_2 \Delta T = 2000\,ppm = 0{,}2\%$

$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta C_4}{C_4} - \frac{\Delta C_2}{C_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} = \frac{\Delta R}{R} = 0{,}05\%$

$\frac{\Delta L_x}{L_x} = \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\Delta C_4}{C_4} = 2\frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta C}{C} = 0{,}3\%$ 2

véletlen: (w.c.)

5

$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta C_4}{C_4} + \frac{\Delta C_2}{C_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} = 0{,}5\%$

$\frac{\Delta L_x}{L_x} = \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\Delta C_4}{C_4} = 0{,}4\%$