Méréstechnika 1. pótzárthelyi

2012. december 14.

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 a centrális határeloszlás-tételt! (1 pont)

2. Rajzold fel az induktív osztó kapcsolási rajzát, és add meg a kimeneti és a bemeneti feszültség viszonyát a kapcsolás paramétereivel! Használható-e az osztó egyenáramon? (1 pont)

3. Egy 2 V csúcsértékű háromszögjelet 30 mV szórású fehérzaj terhel. Hány dB a jel-zaj viszony? (1 pont)

4. Rajzold fel a soros diódás csúcsegyenirányító kapcsolási rajzát, és rajzold fel a kimeneti jelalakot szinuszos bemenőjel esetén! Milyen tervezési összefüggésnek kell teljesülnie a kapcsolás időállandójára vonatkozóan? (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 $U_T = 40$ mA áramú generátorral tápláljuk. Mekkora a híd kimenőfeszültsége, ha az ellenállások névleges értéke 500 Ω, az ellenállások relatív megváltozása pedig 0.03%? (2 pont)

6. Rajzold fel a 3 műveleti erősítős műveleti erősítő *bemeneti* fokozatát! Mekkora a fokozat közös jelre vonatkozó erősítése, ha 2 db 10 kΩ-os és 1 db 408 Ω-os ellenállást helyezünk el? (2 pont)

7. Rajzolj fel egy műveleti erősítővel felépített áram-feszültség átalakítót, és az ábra alapján add meg az áram és a feszültség közötti összefüggést! (1 pont)

8. Egy dual-slope AD-átalakítóban a mérendő jelhez zavarjelként egy $f = 60$ Hz frekvenciájú impulzussorozat adódik, amelynek egy periódusa $\tau = 6$ ms ideig 16 mV értékű, egyébként zérus. Meg lehet-e úgy választani az integrálási időt, hogy az átalakító a zavarjelet elnyomja? (1 pont)

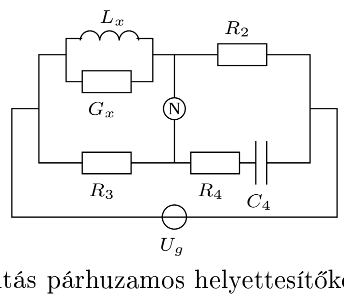
I. Egy konstansnak tekinthető, normális eloszlású zajjal terhelt egyenfeszültségből $t_s = 0.1$ sec-onként mintát veszünk. Az adatok függetlennek tekinthetők. $t_m = 1$ min mintavételezés után az adatokból számított átlag $\bar{U} = 1.230$ V, a tapasztalati szórás pedig $s = 18.2$ mV.

a) Add meg a konstans feszültségre vonatkozó $p = 99\%$ szintű konfidenciaintervallumot!

b) Egy újabb mintát is veszünk, ennek értéke $U = 1.288$ V. Mit mondhatunk, beleillik-e ez a minta a korábban vett minták közé? Állításodat számítással támaszd alá!

(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, $R_2 = R_3 = 2.8$ kΩ.

a) Add meg a kiegyenlítés feltételét, valamint L_x és G_x értékét, ha $f = 159.1$ Hz frekvencián $R_4 = 7.84$ kΩ és $C_4 = 51$ nF!

b) Add meg az induktivitás *soros RC* helyettesítőképét is az elemértékekkel együtt!

c) A mérőhíd ellenállásainak tűrése 0.1%, a kondenzátoré 0.3%. Add meg G_x és L_x mérésének relatív hibáját!

(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

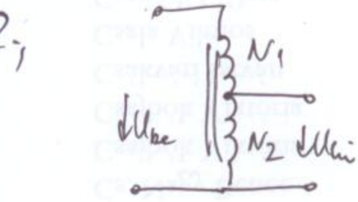
	$p = 0.4$	$p = 0.2$	$p = 0.1$	$p = 0.05$	$p = 0.025$	$p = 0.01$	$p = 0.005$	$p = 0.0005$
	0.25	0.84	1.29	1.64	1.96	2.24	2.58	3.20

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.) Sok, egyenként kis súlyú, tetszőleges eloszlású valószínűségi változó összegének eloszlása közelítően normális eloszlás.

1

2.)



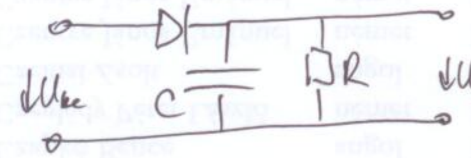
$U_{ki} = \frac{N_2}{N_1+N_2} U_{be}$ egyenáramon nem használható.

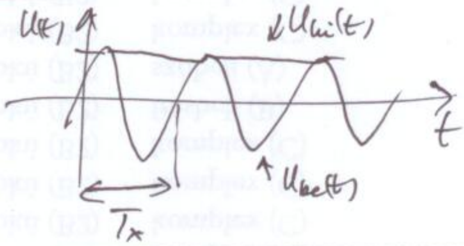
1

3.) $U_{x,eff} = \frac{U_{x,p}}{\sqrt{3}}$ $U_{n,eff} = \sigma$ $SNR = 10\lg \frac{P_x}{P_n} = 10\lg \frac{U_{x,p}^2}{3} \cdot \frac{1}{\sigma^2} \cong 31,7\,dB$

1

4.)

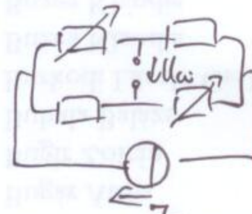




$T = RC >> T_x$

1

5.)



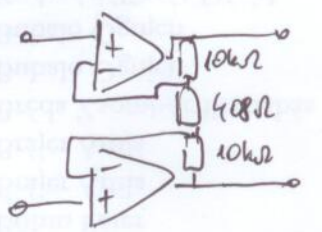
1

$|U_{ki}| = \frac{I_T \cdot R}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R} = 3\,mV$

1

2

6.)



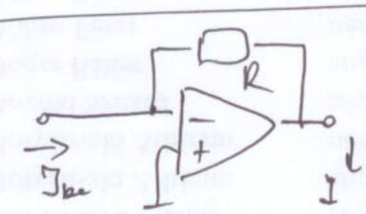
1

$A_{C,1} = 1$ (az ellenállások értékétől függetlenül.)

1

2

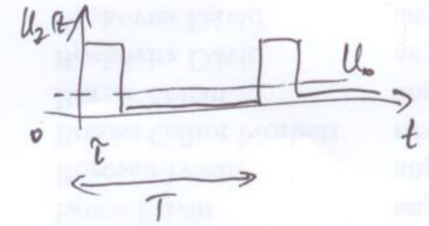
7.)



$U_{ki} = -R I_{be}$

1

8.)



mivel $U_0 > 0$, az integrálási időtől függetlenül nem képes elnyomni a zavarjelet.

1

1. $N = \frac{t_m}{t_s} = 600$ tapasztalati szórás → student-elo. Mivel nagyon $N >> 1$, norm. eloszlással kezelhető. 1

$\hat{U} = \bar{U} = 1{,}230\,V$ $\Delta U = \frac{s}{\sqrt{N}} \cdot z_{\frac{\varepsilon}{2}} = \frac{0{,}0182V}{\sqrt{600}} \cdot 2{,}58 = 1{,}917\,mV$ $p\left[\hat{U} - \Delta U < U < \hat{U} + \Delta U\right] = P$

$p\left[1{,}2281V < U < 1{,}2319V\right] = 99\%$ 2 5

U_i-k szórása s, $\Delta U_2 = s \cdot z$ $\Delta U_2 = U - \bar{U} = 58\,mV$, $z = \frac{\Delta U_2}{s} = 3{,}187 \approx 3{,}2 \Rightarrow \frac{\varepsilon}{2} = 0{,}0005,\ p = 99{,}9\%$

Egy magas, 99,9%-os konf.-szinten tartozik hozzá, ez nem túl valószínű. Határeset. 2

II. $$\frac{1}{R_3\left(G_x + \frac{1}{j\omega L_x}\right)} = \frac{R_2}{R_4 + \frac{1}{j\omega C_4}} \Rightarrow$$ $G_x = \frac{R_4}{R_2 R_3} = 1\,mS$ $(R_x = 1\,k\Omega)$ 2 5

$L_x = R_2 R_3 C_4 = 399{,}8\,mH \approx 400\,mH$

$$R + \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{G_x + \frac{1}{j\omega L_x}} = \frac{\omega^2 G_x L_x^2}{1 + \omega^2 G_x^2 L_x^2} + j\omega \frac{L_x}{1 + \omega^2 G_x^2 L_x^2} \Rightarrow$$ $R = \frac{\omega^2 G_x L_x^2}{1 + \omega^2 G_x^2 L_x^2} = 137{,}8\,\Omega$ 2

$C = -\frac{1 + \omega^2 G_x^2 L_x^2}{\omega^2 L_x} = -2{,}903\,\mu F$

$\left.\frac{\Delta G_x}{G_x}\right|_{w.c.} = \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\Delta R_4}{R_4} = 0{,}3\%$ $\left.\frac{\Delta L_x}{L_x}\right|_{w.c.} = \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\Delta C_4}{C_4} = 0{,}5\%$ 1