Méréstechnika zárthelyi

B csoport

2019. május 16.

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. A mérési bizonytalanság szabványos kiértékelése során hogyan kell kezelni a rendszeres hibát? (1 pont)

2. Rajzold le a kapacitív osztó blokkvázlatát, és add meg a kimeneti és a bemeneti feszültség kapcsolatát a kapcsolás paramétereivel! Mikor választanád az ohmos osztó helyett a kapacitív osztót? (2 pont)

3. Adott az $u(t) = 0.2\ \mathrm{V} \cdot \cos(150\pi t) + 0.2\ \mathrm{V} \cdot \sin(250\pi t)$ időfüggvényű jel, amelyet $0.04\ \mathrm{V}^2$ varianciájú fehér zaj terhel. Hány dB a jel-zaj viszony? (2 pont)

4. Fémdobozba szerelt kis értékű kapacitást mérünk 2, majd 3 vezetékes mérést alkalmazva. Várhatóan melyik esetben mérünk nagyobb kapacitást? (1 pont)

5. Adott az $x(t) = 2 \cdot \sin(2\pi f_x t)$ jel, $f_x = 1.6$ kHz. A jelet $f_s = 2$ kHz frekvenciával mintavételezzük. Rajzold fel a mintavételezett jel spektrumát a $-2f_s \ldots +2f_s$ intervallumban! Jellegre helyes ábra elegendő, de fel kell tüntetni, hogy mely frekvencián jelennek meg komponensek! (1 pont)

6. Egy analóg oszcilloszkópon két jel megjelenítésére *alternate* vagy *chopped* üzemmódot választhatunk. Mi a két üzemmód között a különbség? (1 pont)

7. Egy impedancián eső periodikus feszültség és a rajta átfolyó áram harmonikusainak effektív értéke rendre $U_1, U_2, \ldots$, illetve $I_1, I_2, \ldots$. A feszültség és az áram közötti fázistolás az egyes harmonikusokra $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$. Add meg a disszipált (hasznos) teljesítmény kifejezését! (1 pont)

8. Rajzold fel a szukcesszív approximációs AD-átalakító blokkvázlatát, és ismertesd működését! (1 pont)

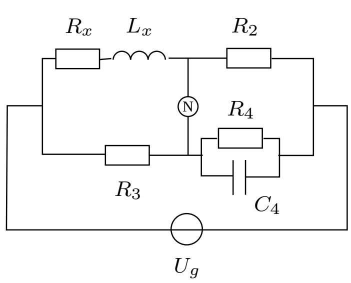
I. Egy rezgőkör rezonanciafrekvenciáját az $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ összefüggéssel számíthatjuk. Egy mérési sorozatban $N = 121$ tekercset és kondenzátort mértek meg, a mért értékek átlaga és tapasztalati szórása a következő lett:

$$\bar{L} = 100\ \mathrm{mH}, \quad s_L = 1.23\ \mathrm{mH}, \quad \bar{C} = 22\ \mathrm{nF}, \quad s_C = 2.22\ \mathrm{nF}$$

a) Feltéve, hogy a mért értékek eloszlása normális, add meg az L és C becslőjére vonatkozó $p = 99\%$ szintű konfidenciaintervallumot!

b) Add meg a rezonanciafrekvencia becslőjére vonatkozó $p = 99\%$ szintű konfidenciaintervallumot! (Segítség: ne feledkezz meg az érzékenységszámításról!)

(5 pont)



II.

Az ábrán látható ún. Maxwell–Wien-híd induktivitás soros helyettesítőképét (L_x, R_x) méri. Az állítható elemek R_4 és C_4, $R_2 = R_3 = 100\ \Omega$.

a) Add meg a kiegyenlítés feltételét, valamint L_x és R_x értékét, ha $f = 159.1$ Hz mellett $R_4 = 25\ \mathrm{k}\Omega$ és $C_4 = 250$ nF!

b) Add meg az induktivitás *párhuzamos RL* helyettesítőképét az elemértékekkel együtt!

c) Add meg a tekercs veszteségi tényezőjét!

(5 pont)

III. (IMSc feladat) Egy soros RL-képpel jellemezhető tekercs jósági tényezőjét megmérhetjük a következő módon: a tekerccsel sorosan kapcsolunk egy változtatható kondenzátort, és az így kialakított kapcsolást ismert feszültségű feszültségforrással gerjesztjük. Mérjük a kapcsoláson átfolyó áramot, valamint a kondenzátor feszültségét. Adott frekvencián addig állítjuk a kapacitást, amíg az áram maximális nem lesz. Ezek után a mért feszültségek alapján a jósági tényező egyszerűen számítható.

a) Rajzold le a kapcsolást!

b) Add meg a tekercs jósági tényezőjét, ha $U_{\mathrm{g,eff}} = 0.5$ V, $U_{\mathrm{C,eff}} = 2.5$ V és $f = 60$ Hz!

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	2.33	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 $z \geq 1.29$.