

Méréstechnika zárthelyi

A csoport

2017. május 12.

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. Az U feszültség A típusú standard bizonytalansága $u_A(U) = 40$ mV, B típusú standard bizonytalansága $u_B(U) = 9$ mV. Add meg U eredő standard bizonytalanságát! (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. 0.25 V csúcsertékű szinuszjelet mintavételezünk $f_s = 48$ kHz mintavételi frekvenciával. Az AD-átalakító a ± 2 V tartományban működik, $b = 12$ biten. (a) Hány dB jel-zaj viszony jellemzi a mintavételezett jelet, ha az eredeti jel zajmentes volt? (b) Hogyan változik a jel-zaj viszony, ha a mintavételi frekvenciát $f'_s = 96$ kHz-re növeljük? (2 pont)
4. Impedanciát mérünk 4 vezetékes mérést alkalmazva. Rajzold le, hogyan kapcsolódik a műszer az impedanciához, ha árnyékolt kábelt alkalmazunk! (1 pont)
5. Digitális oszcilloszkópon szinuszos jelalakot látunk, amelynek frekvenciáját $f_m = 100$ Hz-nek mérjük. A mintavételi frekvencia $f_s = 10$ kHz. Mekkora lehetett a szinuszos jel valódi frekvenciája? (1 pont)
6. Mire alkalmas a digitális oszcilloszkópok *átlagolás* üzemmódja? Állításodat példával illusztráld! (1 pont)
7. Diszkrét Fourier-transzformációt (DFT) végzünk. Mit jelent a leakage (spektrumszivárgás) és mely esetekben tapasztalhatjuk? (1 pont)
8. Tipikus bitszámuk alapján állítsd sorrendbe az (a) párhuzamos (flash); (b) kettős meredekségű (dual slope); (c) szukcesszív approximációs AD-átalakítót! Az egyértelműség kedvéért a sorrendet számokkal jelöld, a legkisebb bitszámút jelöld 1-essel stb. (1 pont)

I. Acélgolyók tömegéről kell statisztikát készíteni. Ehhez rendelkezésre áll $N = 100$ golyó, a feladatot két mérés-technikusnak adják ki. Feltételezhetjük, hogy a golyók tömege normális eloszlást követ.

- a) A szorgos mérés-technikus megméri az összes golyót, ennek alapján az átlag $\bar{m}_1 = 11.196$ g, a tapasztalati szórás $s_1 = 0.1041$ g. A mérési eredmények alapján add meg az acélgolyók átlagos tömegére vonatkozó $p = 95\%$ szintű konfidenciaintervallumot!
- b) A lustább mérés-technikus véletlenszerűen kiválaszt $K = 10$ golyót, és erre végzi el a számításokat. Mérésének eredményeként az átlag $\bar{m}_2 = 11.125$ g, a tapasztalati szórás $s_2 = 0.1147$ g. Add meg ismét az acélgolyók átlagos tömegére vonatkozó $p = 95\%$ szintű konfidenciaintervallumot!
- c) Kiderül, hogy az acélgolyók tömege nem követ normális eloszlást. Az előző két módszer közül melyik fogadható el továbbra is? (A teljes értékű válaszhoz mindkét módszer értékelése szükséges!)

(5 pont)

II. Egy elektronikus teljesítménymérő az 50 Hz-es hálózaton működik. A műszer méri a feszültség és az áram effektív értékét, valamint a fázistolást. A feszültség és az áram mérésének véletlen hibája 1%. A fázistolás mérését időintervallum mérésére vezeti vissza. A műszer számlálás időmérést valósít meg, az órajel $f_0 = 50$ kHz, véletlen hibája $h_0 = 100$ ppm. Az időintervallumot csak egyszer méri meg, a frekvenciát ismertnek és pontosnak tételezi fel. A mért értékek: $U = 230$ V, $I = 50$ mA, $\tau = 4.5$ ms. Az áram késik a feszültséghez képest.

- a) Add meg a fázistolást és a mért teljesítményt!
- b) Add meg az impedancia *soros* RL helyettesítőképletét, az elemértékekkel együtt!
- c) Határozd meg a teljesítménymérés relatív hibáját!

(5 pont)

III. (IMSc feladat) Egy adott névleges értékű ellenállásból találnak több száz darabot, de nem ismert, hogy mekkora ez a névleges érték. Két csoport kezdi meg az ellenállások mérését, az egyik csoport gyorsabban, a másik lassabban halad. Az egyes csoportok által mért értékek a következők:

$$\frac{N_1 = 400 \mid \bar{R}_1 = 6801 \Omega \mid s_1 = ?}{N_2 = 15 \mid R_2 = 6780 \Omega \mid s_2 = 167.3 \Omega}$$

ahol N_1 , N_2 a mért elemszám, \bar{R}_1 , \bar{R}_2 a megmért ellenállások értékének átlaga, s_1 , s_2 a megmért ellenállások értékének tapasztalati szórása. Feltételezhetjük, hogy az ellenállások értéke normális eloszlású független valószínűségi változóval modellezhető.

- a) A fenti értékek közül s_1 nem áll rendelkezésre (pl. még nem számították ki). A rendelkezésre álló adatok alapján add meg az ellenállás névleges értékére vonatkozó $p = 90\%$ szintű konfidenciaintervallumot!
- b) Bizonyítsd be az eljárás helyességét!

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 $z \geq 1.29$.