

# Méréstechnika zárthelyi

## B 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  $u_A(U) = 0$ . Hogyan lehetséges ez, ha tudjuk, hogy a mérés hibája nem zérus? (1 pont)
2. Rajzold le az induktív osztó blokkvázlatát, és add meg a kimeneti és a bemeneti feszültség kapcsolatát a kapcsolás paramétereivel! Mikor választanád az induktív osztó helyett az ohmos osztót? (2 pont)
3. 0.25 V csúcserőtelű zajmentes szinuszjelet mintavételezünk  $f_s = 48$  kHz mintavételi frekvenciával. Az AD-átalakító a  $\pm 2$  V tartományban működik, a kvantálás következtében SNR= 68 dB jel-zaj viszonyt tapasztalunk. (a) Hány bites az AD-átalakító? (b) Hogyan változik a jel-zaj viszony, ha a mintavételi frekvenciát  $f'_s = 24$  kHz-re csökkentjük? (2 pont)
4. Impedanciát mérünk 3 vezetékes mérést alkalmazva. Rajzold le, hogyan kapcsolódik a műszer az impedanciához, ha árnyékolt kábelt alkalmazunk! (1 pont)
5. Egy mintavételezett periodikus jel spektrumában a következő frekvenciákon vannak komponensek:  $\dots -40.5, -37.5, -27.5, -24.5, -14.5, -11.5, -1.5, +1.5, +11.5, +14.5, +24.5, +27.5, +37.5, +40.5, \dots$  kHz. Add meg a mintavételi frekvencia értékét! (1 pont)
6. Mi a feltétele annak, hogy ki tudjuk használni a digitális oszcilloszkópok *átlagolás* üzemmódját? (1 pont)
7. Diszkrét Fourier-transzformációt (DFT) végzünk. Mit jelent a picket fence (tetőesés) és mely esetekben tapasztalhatjuk? (1 pont)
8. Tipikus átalakítási sebességük 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 leggyorsabbat jelöld 1-essel stb. (1 pont)

I. Acélgolyók tömegéről kell statisztikát készíteni. Ehhez rendelkezésre áll  $N = 225$  golyó, ezeket egyesével megmérjük. Feltételezhetjük, hogy a golyók tömege egyetlen eloszlást követ.

- a) A mérés eredményeként az átlagos tömeg  $\bar{m} = 11.625$  g, a tapasztalati szórás  $s = 0.1075$  g. Ennek alapján add meg az acélgolyók átlagos tömegére vonatkozó  $p = 95\%$  szintű konfidenciaintervallumot!
- b) Milyen intervallumban mozog egyetlen golyó tömege? (Feltételezhetjük, hogy az átlag és szórás becslője pontos.)
- c) Hány golyót kellene megmérni, ha az lenne a cél, hogy a konfidenciaintervallum félszélessége  $\Delta x_2 = 0.02$  g legyen?

(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, rendszeres hibája  $h_0 = 0.1\%$ . Az időintervallumot csak egyszer méri meg, megméri továbbá a frekvenciát is, mert a műszer többféle hálózaton is működhet. A mért értékek:  $U = 230$  V,  $I = 40$  mA,  $\tau = 4.75$  ms. Az áram siet a feszültséghez képest.

- a) Add meg a fázistolást és a mért teljesítményt!
- b) Add meg az impedancia *párhuzamos RC* 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  $z \geq 1.29$ .