

A XXI. Schnell László Méréstechnika és Jelfeldolgozás Verseny feladatai

2021. ápr. 27 – máj. 4.

a koronavírus miatt elrendelt veszélyhelyzet idején

A feladatok azonos súlyúak, természetesen tetszőleges sorrendben megoldhatók, de *minden* feladat megoldását kérjük külön oldalon kezdeni. (A megoldás több oldalas is lehet.) A részvételhez nem szükséges minden feladatra megoldást adni: a sok feladat azért van, hogy mindenki kiválaszthassa a neki legjobban tetsző, vagy számára ismert problémán alapuló feladatot. Ha egy feladatra valaki több, vagy kiemelkedően szép megoldást ad, jutalompontokat kaphat.

A feladatokhoz interneten, tankönyvben vagy bármilyen irodalomban talált megoldást is elfogadunk, ez esetben azonban fontos a forrás pontos megjelölése (hivatkozás). Kérjük viszont, hogy egyedül dolgozzatok, élő személyekkel történő kommunikáció (személyes beszélgetés, telefon, hálózat) tiltott.

A beadandó dolgozat formátuma: A dolgozat fedőlapja a feladatlap, a versenyző nevét a következő oldalon kell feltüntetni. A megoldást *egyetlen pdf file*-ként kell beadni, olvasható, áttekinthető formában. Tetszőleges szövegszerkesztő használható, kézzel írt oldalak is szkennelhetők, de a nehezen olvasható, nagyon rendezetlen munkákat nem fogadjuk el.

Figyelem! A feladatlap 3 oldalas és 11 feladatot tartalmaz!

1. Egy cukorgyárban nyolc gép csomagolja a cukrot 1 kg-os csomagokba. Az egyik gép meghibásodott, és 1 kg helyett 0,99 kg-os csomagokat készít. Dolgozz ki egy mérési eljárást, amellyel kideríthető, hogy melyik a hibás gép! Ehhez a kész csomagokból tetszőlegesen sok mintát vehetsz, és feltételezheted, hogy a gépek pontosan az előbb leírt tömegű cukrot töltik az elhanyagolható tömegű csomagolásba. A megoldás optimalitását minden részfeladatnál bizonyítani kell.

- a) Rendelkezésként áll egy kétkarú mérleg (a két tömeg egyenlőségét, valamint a tömegkülönbség előjelét tudjuk mérni). Adj meg egy olyan eljárást, amelyiknél minimális mintavétel (minimális számú csomag felhasználása) szükséges!
- b) Rendelkezésként áll egy kétkarú mérleg. Adj meg egy olyan eljárást, amelyiknél minimális számú tömegmérés szükséges!
- c) Rendelkezésként áll egy kétkarú mérleg. Létezik-e olyan mérési eljárás, amelyik az a) szerinti minimális mintavételi számmal és a b) szerinti minimális mérési számmal rendelkezik?
- d) Rendelkezésként áll egy kétkarú mérleg és 15 darab 1 dkg-os tömeg. Adj meg egy olyan eljárást, amelyiknél a tömegmérések száma minimális!
- e) Rendelkezésünkre áll egy 30 kg-os méréshatárú digitális mérleg. Adj meg egy olyan eljárást, amelyiknél a tömegmérések száma minimális!

(10 pont)

2. Mechanikus karóránk dátumszerkezetéhez szükség van 31 fogú fogaskerekre. Ehhez szükség van arra, hogy egy kör kerületét 31 egyenlő részre osszuk fel. Hogyan oldanád meg a feladatot, ha Neked kell megszerkesztened a felosztást? A feladat egy papírra rajzolt, kb. 2 cm átmérőjű kör osztópontjainak megszerkesztése kézi módszerrel. Nemcsak a klasszikus szerkesztési módszerek használhatók (körző, vonalzó), de számítógéppel megszerkesztett ábra nyomtatása és hasonló megoldások nem jók. (10 pont)

3. Csúcsmínőségű háromdimenziós hosszmérőgép beszerzését tervezzük. Méréseink pontossága, ismételhetősége csak szigorú referenciakörülmények között biztosítható. Ezért pl. igényes klimatizálást kell megvalósítani.

- a) Fogalmazd meg az „igényes” klimatizálás jellemzőit!
- b) Milyen hőtechnikai paraméter mérésére kell a hangsúlyt helyezni? (Használj villamos analógiát a hőtechnikai paraméterek közötti összefüggések leírásához!)
- c) Milyen felépítésű mérőszobában valósíthatók meg az előzőekben megfogalmazott elvárások?
- d) Milyen mérőeszközt terveznél a klimatizálás minőségének megítélésére?

(10 pont)

4. Egy társasházat alagsövezéssel védenek a magas talajvízszinttől. Az alagsövek két mély kútba vezetik a talajvizet. A kutakat búvárszivattyúk ürítik időközönként a szinttől függően. Tervezz mérőeszközt, amely informálja a lakókat a szivattyúk működéséről! A tervezési szempontok a következők:

- a) legyen olcsó és egyszerű;
- b) ne igényeljen karbantartást;
- c) ne igényeljen segédenergiát;
- d) a társasház lépcsőházában legyen elhelyezve

A szükséges információk: állnak-e a szivattyúk, egy vagy két szivattyú megy-e, átlagos-e az áramfelvételük vagy beraadás, zárlat miatt az átlagosnál nagyobb az áramfelvétel. (Ne csak korszerű megoldásban gondolkozz, látogass el egy műszaki antikváriumba (boltba) is!) (10 pont)

5. Magyarországi viszonyok között a napból érkező, egységnyi vízszintes felületre érkező besugárzási teljesítményt szeretnénk mérni kültéren egy $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ területű napelemcella segítségével, 0.5 W/m^2 felbontással. Ismertess a fenti feladatra egy egyszerűsített mérési elrendezést és elektromos kapcsolást! A napelemcella milyen kimenő mennyiségét mérnéd, és az körülbelül milyen tartományon belül mozogna? Elemezd, hogy milyen gyakorlati hatások, jelenségek okozhatnak hibát a mérésben! A fenti elrendezést szeretnénk úgy átalakítani, hogy a besugárzáson belül az ún. diffúz (szórt) és direkt besugárzási komponenseket külön-külön is meghatározhassuk. Javasolj erre egy megoldást és röviden ismertesd a számítás koncepcióját! (10 pont)

6. Adott egy laboratóriumi tápegység, amelynek forrásfeszültsége (terheletlen kimeneti feszültsége) $U_t = 12\text{ V}$, kimeneti ellenállása pedig $R_o = 10\text{ m}\Omega$. A tápegységhez egy $R_l = 10\text{ m}\Omega$ névleges értékű rezisztív terhelést csatlakoztatunk. Add meg a következő értékeket, és szövegesen is értelmezd az eredményeket, használt módszereket:

- a) a terhelő ellenálláson disszipált teljesítmény névleges értéke,
- b) a terhelő ellenálláson disszipált teljesítmény abszolút, worst-case intervalluma abban az esetben, ha R_o toleranciája $\pm 5\%$, R_l toleranciája nulla,
- c) a terhelő ellenálláson disszipált teljesítmény abszolút, worst-case intervalluma abban az esetben, ha R_l toleranciája, $\pm 5\%$, R_o toleranciája nulla!

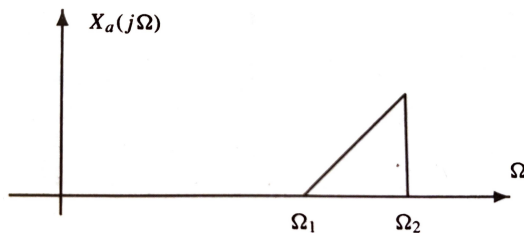
(10 pont)

7. Egy oxigénszenzor erősítési tényezőjét szeretnénk kalibrálni légköri 21%-os oxigénszint mellett. Adatlap szerint a szenzor nyers kimeneti feszültsége légköri oxigénkoncentráció mellett $9\text{ mV} \dots 13\text{ mV}$ tartományban lehet egyenletes eloszlással. A szenzorhoz kapcsolt erősítő bemenetre redukált offsetfeszültsége $\pm U_{\text{offs}}$ egyenletes eloszlással, erősítése $A = 40$, az erősítés hibája elhanyagolható. Az egyéb mérési zajokat átlagolással elhanyagolható mértékűre csökkentjük. Amennyiben a kalibrációs mérés során $U_{\text{m,amp}}$ feszültséget mérünk, mekkora a szenzor U_{O_2} kimeneti feszültségének legvalószínűbb értéke a következő három esetben: $U_{\text{offs}} = \pm 1\text{ mV}$, $U_{\text{offs}} = \pm 2\text{ mV}$, $U_{\text{offs}} = \pm 3\text{ mV}$? (10 pont)

8. Egy műveleti erősítő csatlakozás bemenetére f_x frekvenciájú (ideálisnak tekinthető) négyszögjelet kapcsolunk. A kimeneten a jel amplitúdója $\pm A\text{ V}$ között váltakozik. A kimenetet spektrumanalizátoron vizsgáljuk. Hogyan tudnánk az erősítő *slew rate*-jét megbecsülni kizárólag az amplitúdóspektrum alapján? Hogyan érdemes a bemenőjel f_x frekvenciáját megválasztani, hogy minél pontosabb eredményt kapjunk? (10 pont)

9. Tervezz sávzáró digitális szűrőt, szűrőtervező program vagy más tervezési segédlet nélkül! A mintavételi frekvencia $f_s = 8\text{ kHz}$, a szűrő elnyomása az $f = 200 \dots 300\text{ Hz}$ tartományban 40 dB . A specifikáció többi eleme szabadon megválasztható. A megoldáshoz az elvi leíráson és az átviteli függvényen túl a megtervezett szűrő amplitúdókarakterisztikáját is mellékelni kell! (10 pont)

10. Egy komplex, sáváteresztő típusú analóg $x_a(t)$ jel Fourier transzformáltja csak $[\Omega_1, \Omega_2]$ tartományban különbözik zérustól, ahogy az alábbi ábrán látható.



Ezt a jelet mintavételezzük T_s időközönként, és előállítjuk az $x(n) = x_a(nT_s)$ számsorozatot.

- a) Mi az az alkalmazható legkisebb mintavételi frekvencia, amellyel $x_a(t)$ visszaállítható $x(n)$ minták alapján?
- b) A legkisebb mintavételi frekvenciához add meg az interpolációs formulát, amely $x(n)$ számsorozatból visszaállítja $x_a(t)$ jelet!

(10 pont)

11. Egy DC komponenst nem tartalmazó periodikus jelet mintavételezünk, de a mintavételezés nem koherens. Szeretnénk az $|X(n)|$ amplitúdóspektrum két legnagyobb csúcsa alapján a pontos alapfrekvenciát meghatározni: ez a frekvencia $f_x = (k + \Delta k)f_s/N$, ahol N a DFT pontszáma. Bizonyítsd be, hogy Δk értéke kifejezhető az alábbi formában:

$$\Delta k = \frac{|X(k+1)|}{|X(k)| + |X(k+1)|},$$

ahol k és $k+1$ a két legnagyobb amplitúdójú csúcs indexe a DFT-ben. Add meg az alkalmazás feltételeit is! Amennyiben ez a becslés számunkra nem elég pontos, milyen más módszerrel lehetne a fenti becslés eredményét felhasználva a frekvenciát tovább finomítani? (10 pont)