

Méréstechnika zárthelyi

A csoport

2012. május 11.

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 kiemelje! A Student- és a normális eloszlás táblázatát a túloldalon találod!

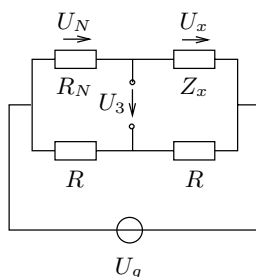
1. Egy mérőátalakító az $y = 20 \cdot \sin(0.05x)$ függvény szerint alakít át jeleket. Az x változó milyen értékeire használható az átalakító, ha cél az $y = x$ függvény közelítése, és legfeljebb 0.1% linearitási hibát engedünk meg? (1 pont)
2. Mire alkalmas az oszcilloszkópok *holdoff* funkciója? Ismertesd röviden a működését! (1 pont)
3. Egy digitális voltmérő $U_{\max} = 20$ V-os méréshatárban $U_x = 11.111$ V-ot mér. A mért értékre vonatkozó hiba $h_{o.v.} = 0.05\%$, a végértékre vonatkozó hiba $h_{o.r.} = 0.01\%$, a kvantálási hibát elhanyagoljuk. Add meg a feszültségmérés relatív hibáját! (1 pont)
4. $U_x = 20$ mV effektív értékű, $f_x = 5$ kHz frekvenciájú szinuszos jelet $U_n = 20$ mV effektív értékű, $B = 60$ kHz sávszélességű fehér zaj terhel. A zajjal terhelt jelet $f_c = 0.6$ kHz törésponti frekvenciájú, ideálisnak tekinthető aluláteresztő szűrővel szűrjük. Add meg a szűrt jel effektív értékét! (2 pont)
5. Rajzold fel a 3 műveleti erősítő mérőerősítő *bemeneti* fokozatát! Mekkora a fokozat közös jelre vonatkozó erősítése, ha 2 db 20 k Ω -os és 1 db 444.4 Ω -os ellenállást helyezünk el, és az ellenállások pontosnak tekinthetők? (2 pont)
6. Mit jelent az *in circuit* impedanciamérés, és legalább hány vezetékes mérést kell végezni, hogy a mérést ne terhelje az *in circuit* mérés miatti rendszeres hiba? (1 pont)
7. Rajzold le, hogyan mérhető teljesítmény nullavezetőt is tartalmazó háromfázisú rendszerben, és add meg a mért teljesítmény kifejezését! (1 pont)
8. Rajzold fel a párhuzamos AD-átalakító (flash-konverter) blokkvázlatát, és ismertesd működését! (1 pont)

I. Egy mechanikus óra pontosságát vizsgáljuk, úgy, hogy minden nap feljegyezzük, hogy az előző naphoz képest mennyi volt a sietése. Néhány nap alatt az alábbi értékeket kaptuk: [12 8 17 10 10 13] sec.

- a) Feltéve, hogy az óra sietésének eloszlása normális, add meg a napi átlagos sietésre vonatkozó $p = 95\%$ szintű konfidenciaintervallumot!
- b) Az órát egy napon déli 12 órakor másodpercre pontosan beállítjuk. Feltéve, hogy az eloszlás paraméterei nem változnak, add meg a 30 nap múlva mutatott időpontra vonatkozó $p = 95\%$ szintű konfidenciaintervallumot!

(5 pont)

II.



Az ábrán látható ún. Grützmacher-híd impedanciamérésre alkalmas. A mérés úgy történik, hogy az R_N ellenállást addig állítjuk, amíg a rajta eső U_N feszültség abszolút értéke nem egyezik meg a Z_x impedancián eső U_x feszültség abszolút értékével. A jelen összeállításban $R = 6.8$ k Ω , és egy veszteséges kondenzátort mérünk, $f = 1$ kHz frekvencián.

- a) Mekkora a mért impedancia abszolút értéke és fázisa, ha $R_N = 15.92$ k Ω , $U_x = U_N = 7.043$ V, $U_3 = 4.9604$ V?
- b) Add meg a veszteséges kondenzátor párhuzamos CR_p helyettesítőképletét az elemértékekkel együtt!
- c) A mérési eljárás nem adja meg a fázis előjelét. Miért? (Az odavetett félmondatokat nem pontozzuk!)

(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

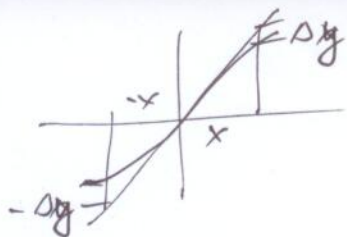
Magyarázat: $p[t \geq x] = P$, azaz P annak a valószínűsége, hogy a t valószínűségi változó értéke x -nél nagyobb vagy egyenlő. A táblázat első sorában vannak a P értékek, alattuk pedig az x -ek. Pl. 0.1 a valószínűsége annak, hogy egy 20 szabadságfokú minta esetén $t \geq 1.325$.

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 $z \geq 1.29$.

A1.)



$$y = 20 \sin(0.105x) \quad [x \in [0, 1]]$$

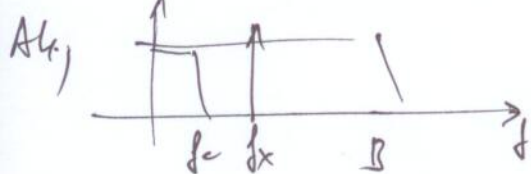
(1)

A2.) A triggerfeltekéld egy peris'duson belül többnör helyen is jel helyes megjelenítéské.
Működés: triggerfeltekéld kijelölése után T_{max} ideig nem vizsgálja a triggerfeltekéld.

(1)

A3.) $\frac{du_x}{u_x} = h.o.v. + h.o.r. \quad \frac{u_{max}}{u_x} = 6,8 \cdot 10^{-4}$

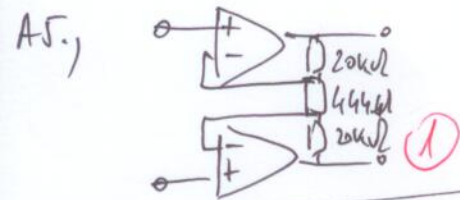
(1)



Mivel $f_c < f_x$, a jelet is kisméri. (1)

$$u_m = u_n \sqrt{\frac{f_c}{B}} = 2mV \quad (1)$$

(2)

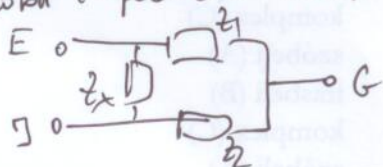


$A_c = 1$, az ellenoldalszól figyelmen kívül.

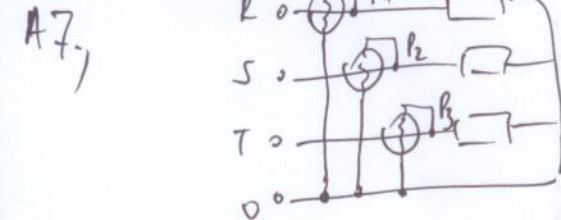
(1) (1)

(2)

A6.) Hálszabotba kötött impedancia mérése egyetlen mérésel, legkebb 3 vezetéssel bírnygs.

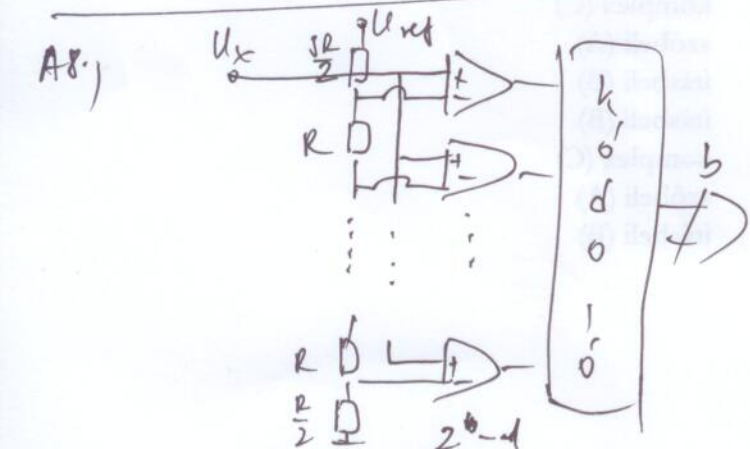


(1)



$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

(1)



U_{ref} -et az osztó 2^b részre osztja, elhár komparatósítja az átalakítandó U_x . Ezt a komparatorkimennést a kódoló b biten kódolja.

(1)

A1., $\bar{T} = [12 \ 8 \ 17 \ 10 \ 10 \ 13] \text{ sec}$

$N = 6$

$\Delta \bar{T} = \frac{s}{\sqrt{N}} \cdot \underbrace{t_{5,9925}}_{2,570} = 3,2957 \text{ s}$

$\hat{T} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i = 11,67 \text{ s}$ $s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (t_i - \hat{T})^2} = 3,1411 \text{ s}$ (1)

$P \left[\hat{T} - \frac{s}{\sqrt{N}} t_{5,9925} < T < \hat{T} + \frac{s}{\sqrt{N}} t_{5,9925} \right] = 95\%$

$P [8,1710 \text{ s} < T < 14,9623 \text{ s}] = 95\%$ (2)

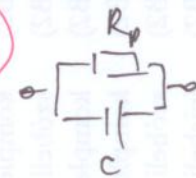
$\Delta T' = \sqrt{K} \cdot \Delta T$ $\hat{T}' = K \cdot \hat{T} = 350 \text{ s}$
 $= 18,05 \text{ s}$

$P [331,95 \text{ s} < T' < 368,05 \text{ s}] = 95\%$ (5)

az időpont : $12:05:32 < t < 12:06:08$ (2)

A11., $|Z| = R_v = 15,92 \text{ k}\Omega$

$\varphi = 2 \arcsin \left(\frac{U_3}{U_n} \right) = 1,5628 \text{ (} 89,54^\circ \text{)}$ (2)



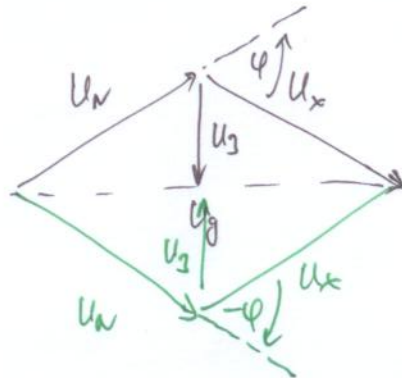
$Y = \frac{1}{R_p} + j\omega C$

$Z = |Z| e^{j\varphi} \Rightarrow Y = \frac{1}{|Z|} e^{-j\varphi} = \frac{1}{|Z|} [\cos\varphi - j\sin\varphi] = \frac{1}{R_p} + j\omega C$

$\omega = 2\pi f$

$R_p = \frac{|Z|}{\cos\varphi} = 2 \text{ M}\Omega$

$C = \frac{\sin\varphi}{|Z|\omega} = 10 \text{ nF}$ (2)



Mindket a bora kioldotti a mérési feltevések, de egyik mérés kevés az a barm a pontosabb képeket, a másik esetben nem.

(1)

(5)

Méréstechnika zárthelyi

B csoport

2012. május 11.

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. Egy mérőátalakító az $y = 3x + 0.01$ függvény szerint alakít át jeleket. Az x változó milyen értékeire használható az átalakító, ha cél az $y = 3x$ függvény közelítése, és legfeljebb 0.1% ofszethibát engedünk meg? (1 pont)
2. Ismertesd a Lissajous-ábrás fázismérés módszerét! (1 pont)
3. Egy digitális voltmérő $U_{\max} = 20$ V-os méréshatárban $U_x = 11.111$ V-ot mér. A mért értékre vonatkozó hiba $h_{o.v.} = 0.05\%$, a végértékre vonatkozó hiba $h_{o.r.} = 0.01\%$. Add meg a kvantálásból származó relatív hibát! (1 pont)
4. $U_x = 20$ mV effektív értékű, $f_x = 0.5$ kHz frekvenciájú szinuszos jelet $U_n = 20$ mV effektív értékű, $B = 60$ kHz sávszélességű fehér zaj terhel. A zajjal terhelt jelet $f_c = 0.6$ kHz törésponti frekvenciájú, ideálisnak tekinthető aluláteresztő szűrővel szűrjük. Add meg a szűrt jel effektív értékét! (2 pont)
5. Rajzold fel a 3 műveleti erősítő mérőerősítő *kimeneti* fokozatát! Mekkora a fokozat közös jelre vonatkozó erősítése, ha 2 db 2 k Ω -os és 2 db 22 k Ω -os ellenállást helyezünk el, és az ellenállások pontosnak tekinthetők? (2 pont)
6. Impedanciát mérünk 3 vezetékes mérést alkalmazva. Rajzold le, hogyan kapcsolódik a műszer az impedanciához, ha koaxiális (árnyékolt) kábelt használunk! (1 pont)
7. Rajzold le, hogyan mérhető teljesítmény nullavezetőt nem tartalmazó háromfázisú rendszerben, és add meg a mért teljesítmény kifejezését! (1 pont)
8. Rajzold fel a szukcesszív approximációs AD-átalakító blokkvázlatát, és ismertesd működését! (1 pont)

I. Hallgatók méréseket végeznek egy ellenállás névleges értékének megállapítására, úgy, hogy egy fiókból több példányt is kivesznek az adott ellenállásból, és külön-külön megméri őket. A mérési eredmények a következők:

$$[1049 \quad 972 \quad 1026 \quad 1038 \quad 952] \Omega$$

- a) Feltéve, hogy a mérési eredmények eloszlása normális, add meg az ellenállás névleges értékére vonatkozó $p = 95\%$ szintű konfidenciaintervallumot!
- b) Időközben előkerül az ellenállások adatlapja, amely szerint az ellenállások tűrése $p = 95\%$ konfidenciaszinten $h = 2\%$, a legyártott ellenállások értékének eloszlása normális. Mekkora a hallgatók ellenállásmérésének szórása?

(5 pont)

II. Egy induktív impedanciát 3 voltmérős módszerrel mérünk $f = 50$ Hz-en. A gerjesztés $U_g = 10.00$ V, a normállenállás értéke $R_N = 100 \Omega$, a normállenálláson és a vizsgált impedancián eső feszültség rendre $U_N = 5.201$ V, illetve $U_Z = 8.144$ V.

- a) Mekkora az impedancia abszolút értéke és fázisa?
- b) Add meg a mért impedancia párhuzamos RL helyettesítőképet, az elemértékekkel együtt!
- c) A mérési eljárás nem adja meg a fázis előjelét. Miért? (Az odavetett félmondatokat nem pontozzuk!)

(5 pont)

A Student-t eloszlás táblázata

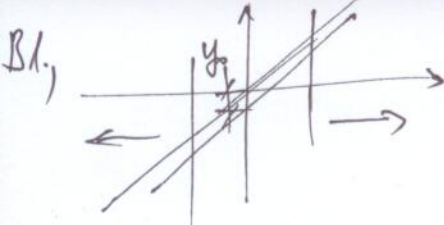
szabadságfok	$p = 0.4$	$p = 0.2$	$p = 0.1$	$p = 0.05$	$p = 0.025$	$p = 0.01$	$p = 0.005$	$p = 0.0005$
1	0.325	1.376	3.077	6.310	12.690	31.821	63.657	636.619
2	0.289	1.061	1.886	2.919	4.300	6.965	9.925	31.598
3	0.277	0.979	1.638	2.353	3.181	4.535	5.826	12.618
4	0.271	0.941	1.533	2.131	2.775	3.743	4.595	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

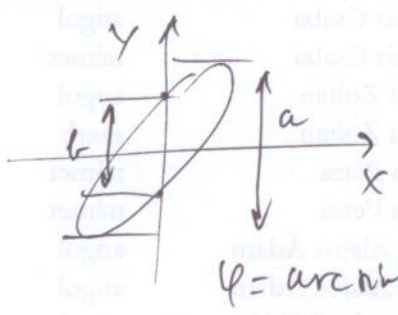
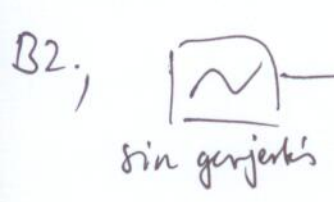
Magyarázat: $p[z \geq x] = P$, azaz P annak a valószínűsége, hogy a z valószínűségi változó értéke x -nél nagyobb vagy egyenlő. A táblázat első sorában vannak a P értékek, alattuk pedig az x -ek. Pl. 0.1 a valószínűsége annak, hogy normális eloszlású minta esetén $z \geq 1.29$.



$y = 3x + 0,01$

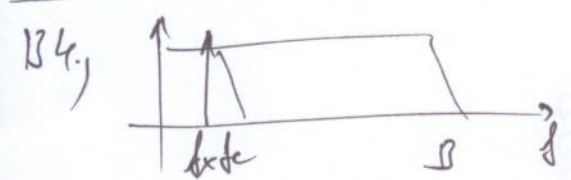
$\frac{\Delta y}{y} < 0,001$, ha $(x) > 3,33$

1



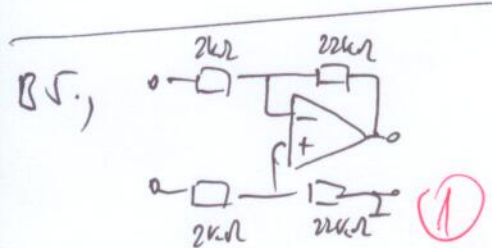
1

B3.) $\frac{\Delta U_x}{U_x} = \frac{1}{N} = \frac{1}{11111} \approx 90 \text{ ppm}$



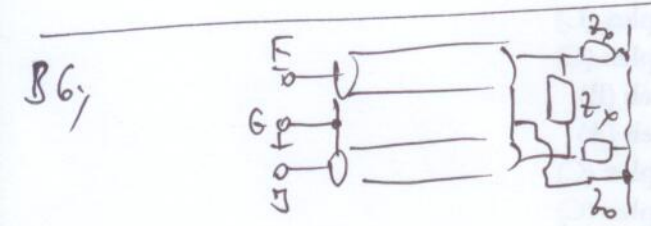
U_x marad
 ① $U_m = \sqrt{U_x^2 + U_m^2 \cdot \frac{b}{B}} \approx 20,1 \text{ mV}$ ①

2

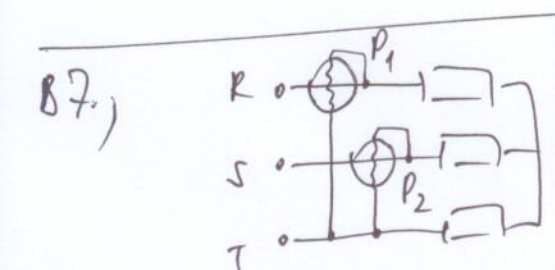


$A_c = 0$, ha az ellenáramlás pozitív, értéktől függően.

2

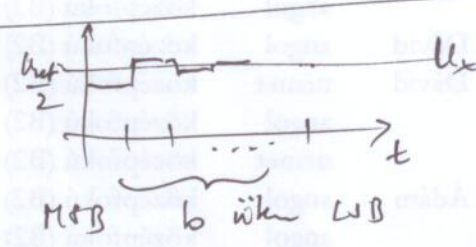
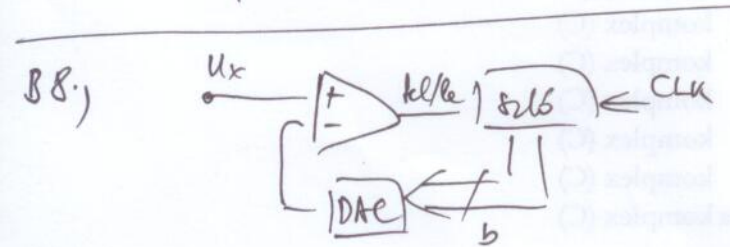


1



$P = P_1 + P_2$

1



1

A DAC-ra először az MSB-t, majd LSB-1-et kell venni, legelőször b bitet kell venni.

B1.) $R = [1049 \ 972 \ 1026 \ 1038 \ 952] \Omega$ $\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i = 1007,4 \Omega$ $s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (R_i - \bar{R})^2} = 42,82 \Omega$ (1)

$N = 5$

$$\Delta R = \frac{s}{\sqrt{N}} \cdot \underbrace{t_{4,0,95}}_{2,775} = 53,144 \Omega$$

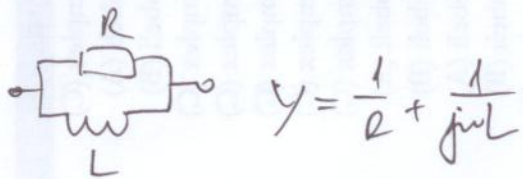
$$P[R - \Delta R < R < \bar{R} + \Delta R] = 95\%$$

$$P[954,26 \Omega < R < 1060,5 \Omega] = 95\% \quad (2)$$

$$\sigma_R = \frac{h \cdot \bar{R}}{\underbrace{z_{0,025}}_{1,96}} = 10,28 \Omega$$

$$s^2 = \sigma_R^2 + \sigma_m^2 \Rightarrow \sigma_m = \sqrt{s^2 - \sigma_R^2} = 41,57 \Omega \quad (2)$$

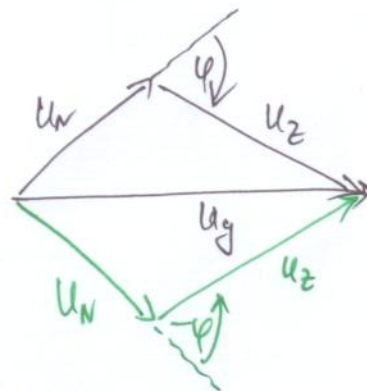
B11.) $|Z| = R_N \cdot \frac{U_Z}{U_N} = 157,00 \Omega$ $\cos \varphi = \frac{U_R^2 - U_N^2 - U_Z^2}{2U_R U_N} = 0,0783$ $\varphi = 1,4924$ ($85,51^\circ$) (2)



$$Z = |Z| e^{j\varphi} \Rightarrow Y = \frac{1}{|Z|} e^{-j\varphi} = [\cos \varphi - j \sin \varphi] \frac{1}{|Z|} = \frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L} \quad (5)$$

$$R = \frac{|Z|}{\cos \varphi} = 2,000 \text{ k}\Omega \quad (2)$$

$$L = \frac{|Z|}{\omega \sin \varphi} = \frac{|Z|}{\omega \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}} = 500,0 \text{ mH}$$



Mindkét ábra kifejté a mérési feltételeket, de egyik esetben kevés az adat a felülteszterhez képest, a másik esetben díj. (1)