Méréstechnika zárthelyi
A csoport

2011. május 13.

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. Egy x feszültség A típusú standard bizonytalansága $u_A(x) = 9$ mV, B típusú standard bizonytalansága $u_B(x) = 40$ mV. Egy mérőátalakítót tekintve $\partial y/\partial x = 3$. Mekkora y standard bizonytalansága $(u(y))$? (1 pont)

2. Mire alkalmas a digitális oszcilloszkópok *peak detect* funkciója? Ismertesd röviden a működését! (1 pont)

3. Rajzold fel a soros diódás csúcsegyenirányító kapcsolási rajzát, és rajzold fel a kimeneti jelalakot szinuszos bemenőjel esetén! Okoz-e rendszeres hibát a dióda nyitófeszültsége? (1 pont)

4. $U_x = 2$ V effektív értékű, $f_x = 5$ kHz frekvenciájú szinuszos jelet $U_n = 2$ V effektív értékű, $B = 1$ MHz sávszélességű fehér zaj terhel. A zajjal terhelt jelet $f_c = 10$ kHz töréspont frekvenciájú, ideálisnak tekinthető aluláteresztő szűrővel szűrjük. Add meg a szűrt jel effektív értékét! (2 pont)

5. Egy R_t ellenállás által felvett teljesítményt volt- és ampermérő segítségével határozzuk meg olyan egyenáramú körben, ahol a teljesítménymérés rendszeres hibájának forrása az ampermérő. Rajzold fel ezt a kapcsolást! (1 pont)

6. Rajzold fel a 3 műveleti erősítős mérőerősítő kapcsolását olyan kiegészítéssel, amelynek segítségével a bemeneti közösjel közvetlenül hozzáférhető! (1 pont)

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

8. Egy hálózatba kötött $R = 10\ \Omega$ névleges értékű ellenállást 4 vezetékes módszerrel mérünk. Az ellenállás két kivezetését egy-egy 1 kΩ értékű ellenállás köti egy közös nem földelt ponthoz. A mérőfrekvencia 50 Hz, a mérővezetékek ellenállása $0.1 - 0.1\ \Omega$. Mekkora az ellenállásmérés hibája legkedvezőtlenebb esetben, ha a feszültség és az áram mérésének hibája egyaránt 0.5%? A műszerben található volt- és ampermérő ideális. (2 pont)

I. Vödörrel vizet hordunk egy konténerbe. Ahhoz, hogy megtudjuk, mennyi idő alatt fog megtelni a konténer, tudnunk kell egy vödör víz térfogatát. Méréseket végeztünk, és azt találtuk, hogy 4 véletlenszerűen választott vödörben a víz térfogata:

9.58 9.41 9.22 9.40 liter

- **a)** Feltételezve, hogy a vödörbe került víz térfogatának eloszlása normális, add meg az egy vödörben található víz átlagos térfogatára vonatkozó $p = 95\%$ szintű konfidenciaintervallumot!
- **b)** Hány vödör víz térfogatát kellene megmérnünk, ha az átlagos térfogatot $\Delta V = 0.05$ liter hibával szeretnénk meghatározni, szintén $p = 95\%$ szinten?

(5 pont)

II. Induktív impedanciát mérünk feszültség-összehasonlítás módszerével. Az alkalmazott generátorfeszültség csúcsértéke $U_g = 1$ V, a normálellenállás értéke $R_n = 1000\ \Omega$. A mérendő impedancián eső feszültség effektív értéke $U_x = 0.1374$ V, a normálellenálláson eső feszültség effektív értéke $U_n = 0.6801$ V, a kettő közötti fázistolás $\varphi = 1.4711$ rad. A mérést $f = 400$ Hz frekvencián végezzük.

- **a)** Add meg az induktivitás (L) és a veszteségi tényező (D) értékét!
- **b)** Add meg L és D meghatározásának relatív hibáját, ha a feszültségmérés hibája minkét esetben 0.1%, a fázistolást pedig $\Delta\varphi = 1$ mrad hibával mérjük! (A normálellenállás hibáját elhanyagoljuk.)

(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.) $u(x)=\sqrt{u_A^2(x)+u_B^2(x)}=41\,mV$ $\quad u(y)=\sqrt{c^2u^2(x)}=c\cdot u(x)=123\,mV$

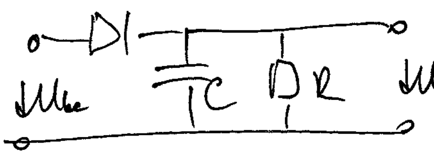
$\left(c=\frac{\partial y}{\partial x}=3\right)$

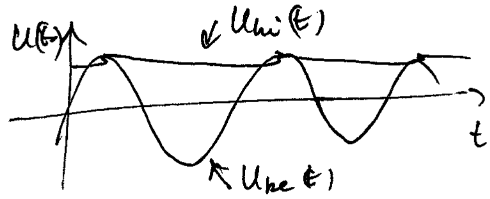
[1]

A2.) Rövid, a megjelenítési mintavételi frekvenciánál ([illegible]) rövidebb impulzusok kijelzése, maximális eltérések kijelzése.
A tényleges mintavételi frekvencia a kijelzésinél lényegesen nagyobb, egy adott időtartamra az adott idő alatt ~~[illegible]~~ két mintát maximumot és minimumot jelzi ki.

[1]

A3.)

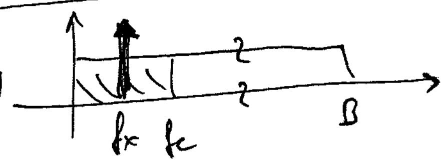




U_D okoz rendszeres hibát, mert C csak akkor töltődik, ha: $U_{be}(t) > U_C + U_D$

[1]

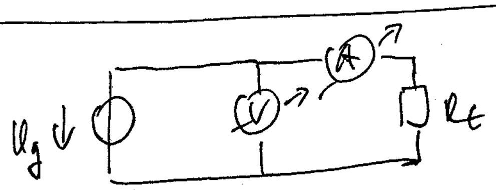
A4.)



$U_m=\sqrt{\underbrace{U_x^2+U_n^2\cdot f_c/B}_{①}}\cong 2{,}01\,V$ ①

[2]

A5.)

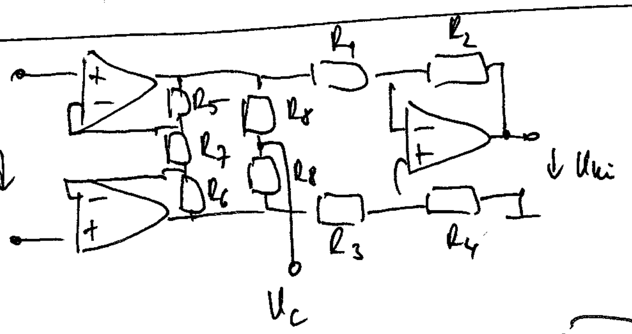


$I_m = I_t$

$U_m \neq U_t$, mert $U_m = U_t + U_a$

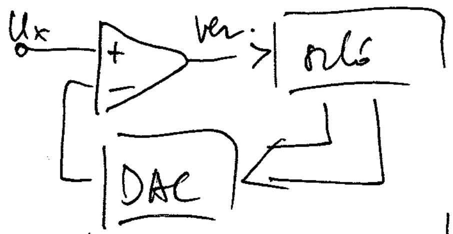
[1]

A6.)

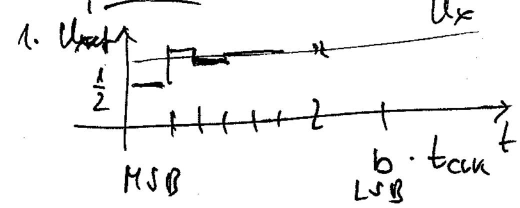


[1]

A7.)



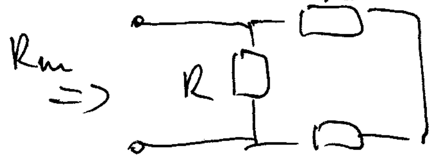
b bites



[1]

A8.) 4 vez: Z_s nem okoz hibát, de Z_0 igen: $R_m = R \times 2R_0$

[2]



① $\frac{\Delta R_m}{R_m}_{\text{véletlen}}=\frac{\Delta U_m}{U_m}+\frac{\Delta I}{I_m}=1\%$ $\quad \frac{\Delta R}{R}_{\text{vé}}=1{,}5\%$

① $\frac{\Delta R_m}{R_m}_{\text{rendszeres}}=\frac{|R_m-R|}{R}\cong\frac{R}{2R_0}=0{,}5\%$

A I.)

$\hat{V} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} V_i = 9{,}4025\,l$ $\quad s = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(V_i-\hat{V})^2} = 0{,}1471\,l$ (1)

$\Delta V = \frac{s}{\sqrt{N}}\, \underbrace{t_{3;\,0{,}025}}_{3{,}181} = 0{,}2339\,l$ $\quad P\left[\hat{V}-\Delta V < V < \hat{V}+\Delta V\right] = 95\%$

$\boxed{5}$

$P\left[9{,}1686\,l < V < 9{,}6364\,l\right] = 95\%$ (2)

$\Delta V_2 = 0{,}05\,l \Rightarrow$ felt.: $N \gg 1$, norm. elo. $\quad \Delta V_2 = \frac{s}{\sqrt{N_2}} \cdot z_{0{,}025}$ $\quad N_2 = \left[\frac{s^2 \cdot z_{0{,}025}^2}{\Delta V_2^2}\right] + 1 = 34$ (2)

A II.)

$|Z_x| = \frac{U_x}{U_n} R_N \cong 202\,\Omega$ $\quad Z_x = |Z_x|\left[\cos\varphi + j\sin\varphi\right] = R + j\omega L$ $\quad L = \frac{|Z_x|\sin\varphi}{\omega}$, $R = |Z_x|\cos\varphi$

(1)

$D = \frac{R}{\omega L} = \operatorname{ctg}\varphi \Rightarrow$ $L = 80\,mH$

$D = 0{,}1$ (2)

$\frac{\Delta D}{D} = \left|\frac{\Delta(\operatorname{ctg}\varphi)}{\operatorname{ctg}\varphi}\right| = \frac{1}{\sin^2\varphi}\frac{\Delta\varphi}{D} \cong 1\%$ (1)

$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta|Z_x|}{|Z_x|} + \frac{\Delta(\sin\varphi)}{\sin\varphi} = \frac{\Delta U_x}{U_x} + \frac{\Delta U_n}{U_n} + \operatorname{ctg}\varphi\,\Delta\varphi = 0{,}21\%$ (1)

$\boxed{5}$

Méréstechnika zárthelyi
B csoport

2011. május 13.

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. Egy x feszültségre vonatkozóan $N = 9$ mérést végeztünk. A mérési eredmények átlaga $\hat{\mu} = 40$ mV, tapasztalati szórása $s = 9$ mV. Mekkora x A típusú standard bizonytalansága ($u_A(x)$)?
(1 pont)

2. Mire alkalmas az oszcilloszkópok *hold off* funkciója? Ismertesd röviden a működését! (1 pont)

3. Rajzold fel a párhuzamos diódás csúcsegyenirányító kapcsolási rajzát, és rajzold fel a kimeneti jelalakot szinuszos bemenőjel esetén! Okoz-e rendszeres hibát a dióda nyitófeszültsége? (1 pont)

4. $U_x = 2$ V csúcsértékű, $f_x = 440$ Hz frekvenciájú szimmetrikus négyszögjelet $U_n = 2$ V effektív értékű, $B = 1$ MHz sávszélességű fehér zaj terhel. A zajjal terhelt jelet $f_c = 20$ kHz töréspونti frekvenciájú, ideálisnak tekinthető aluláteresztő szűrővel szűrjük. Add meg a szűrt jel effektív értékét! (2 pont)

5. Egy R_t ellenállás által felvett teljesítményt volt- és ampermérő segítségével határozzuk meg olyan egyenáramú körben, ahol a teljesítménymérés rendszeres hibájának forrása a voltmérő. Rajzold fel ezt a kapcsolást!
(1 pont)

6. Rajzold fel a 3 műveleti erősítős mérőerősítő kapcsolását olyan kiegészítéssel, amelynek segítségével a kimenetre kapcsolt terhelőellenállást egy teljesítményerősítővel (buffererősítő) hajtjuk meg!(1 pont)

7. Rajzold fel a létrahálózatos DA-átalakító blokkvázlatát, és ismertesd működését! (1 pont)

8. Egy hálózatba kötött $R = 10\ \Omega$ névleges értékű ellenállást 3 vezetékes módszerrel mérünk. Az ellenállás két kivezetését egy-egy 500 Ω értékű ellenállás köti egy közös nem földelt ponthoz. A mérőfrekvencia 50 Hz, a mérővezetékek ellenállása $0.1 - 0.1\ \Omega$. Mekkora az ellenállásmérés hibája legkedvezőtlenebb esetben, ha a feszültség és az áram mérésének hibája egyaránt 0.5%? A műszerben található volt- és ampermérő ideális.
(2 pont)

I. Vödörrel vizet hordunk egy $V = 500$ liter térfogatú konténerbe. Egy vödörbe eredetileg $V_1 = 10 \pm 1$ liter víz kerül, de amíg a konténerhez érünk, minden vödörből kiloccsan $V_2 = 1 \pm 0.5$ liter víz. A víz térfogatának eloszlása a megadott hibaintervallumon egyenletes.

a) Add meg a konténerben összegyűlt víz térfogatára vonatkozó $p = 99\%$ szintű konfidenciaintervallumot, ha összesen $N = 50$ vödör vizet öntöttünk bele!

b) Hány vödör vizet kell konténerbe hordani, ha azt akarjuk, hogy $p = 99\%$ valószínűséggel megteljen?

(5 pont)

II. Kapacitív impedanciát mérünk feszültség-összehasonlítás módszerével. Az alkalmazott generátorfeszültség csúcsértéke $U_g = 1$ V, a normálellenállás értéke $R_n = 1000\ \Omega$. A mérendő impedancián eső feszültség effektív értéke $U_x = 0.7053$ V, a normálellenálláson eső feszültség effektív értéke $U_n = 26.62$ mV, a kettő közötti fázistolás $\varphi = 1.5208$ rad. A mérést $f = 400$ Hz frekvencián végezzük.

a) Add meg a kapacitás (C) és a veszteségi tényező (D) értékét!

b) Add meg C és D meghatározásának relatív hibáját, ha a feszültségmérés hibája minkét esetben 0.1%, a fázistolást pedig $\Delta\varphi = 1$ mrad hibával mérjük! (A normálellenállás hibáját elhanyagoljuk.)

(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

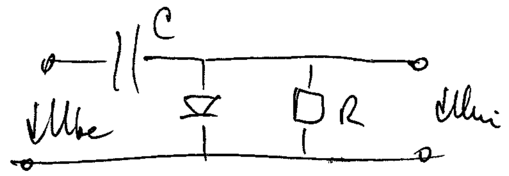
	$p = 0.4$	$p = 0.2$	$p = 0.1$	$p = 0.05$	$p = 0.025$	$p = 0.01$	$p = 0.005$	$p = 0.0005$
	0.25	0.84	1.29	1.64	1.96	2.24	2.58	3.20

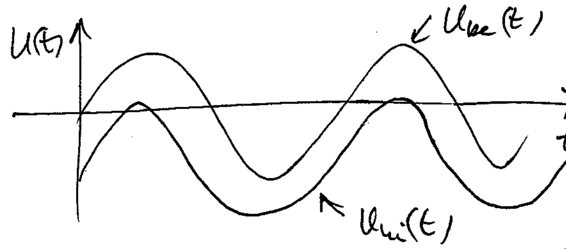
Magyarázat: $p[z \geq x] = P$, azaz P annak a valószínűsége, hogy a z valószínűségi változó értéke x-nél nagyobb vagy egyenlő. A táblázat első sorában vannak a P értékek, alattuk pedig az x-ek. Pl. 0.1 a valószínűsége annak, hogy normális eloszlású minta esetén $z \geq 1.29$.

B1.) $U_A(x) = \frac{s}{\sqrt{N}} = 3\,mV$ $\boxed{1}$

B2.) Egy perióduson belül a triggerfeltételt többször teljesítő periodikus jel korrekt megjelenítésére. A beállított eltérítési időhöz képest a triggeresemény bekövetkezte után egy pot. méterrel változtatható módon beállított késleltetési ideig a triggeresemény nem váltja ki a [illegible] eltérítését (illetve dig. [illegible] a kijelzést.) $\boxed{1}$

B3.)

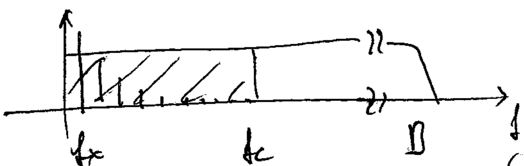




U_D okoz rendszeres hibát, mert C csak akkor töltődik ha

$U_{be}(t) > U_C + U_D$ $\boxed{1}$

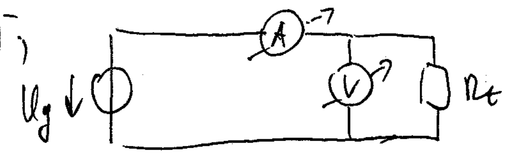
B4.)



$U_m = \sqrt{U_x^2 + \underbrace{U_n^2 \cdot f_c/B}_{(1)}} \cong 2{,}02\,V$ (1) $\boxed{2}$

$(U_{x,eff} = U_{x,p})$

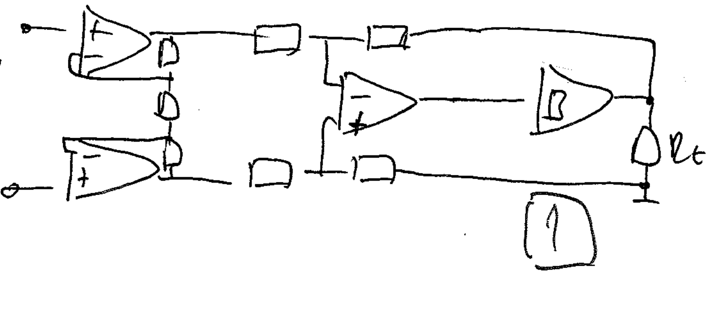
B5.)



$I_m \neq I_t$, mert $I_m = I_t + I_V$ $\boxed{1}$

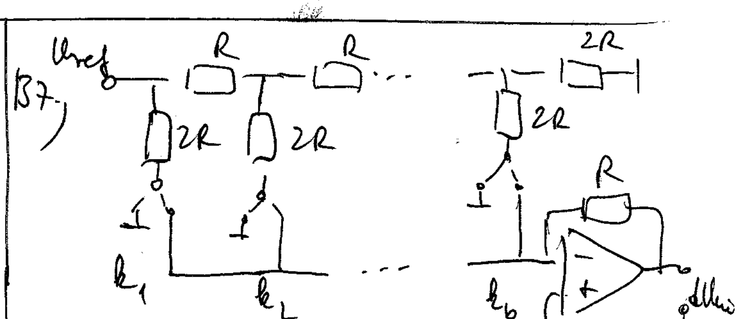
$U_m = U_t$

B6.)



$\boxed{1}$

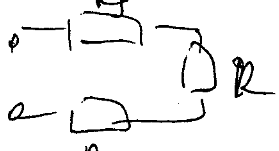
B7.)



b bites

$U_{ki} = \sum_{i=1}^{b} k_i \frac{U_{ref}}{2^i}$ $\boxed{1}$

B8. 3 vez.: Z_b nem okoz hibát, de Z_s igen:



$R_m = R + 2R_s$ $\quad \frac{\Delta R_m}{R_{m\,rendszeres}} = \frac{|R_m - R|}{R} = \frac{2R_s}{R} = 2\%$ (1)

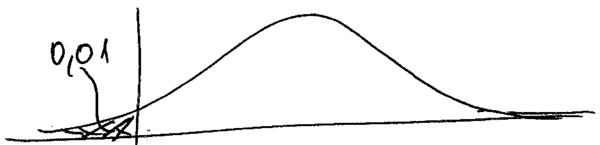
$\frac{\Delta R_m}{R_{m\,véletl.}} = \frac{\Delta U_m}{U_m} + \frac{\Delta I_m}{I_m} = 1\%$ (1)

$\frac{\Delta R_m}{R_{m\,vers.}} = 3\%$ $\boxed{2}$

B I.) $\hat{V}_0 = \hat{V}_1 - \hat{V}_2 = 9\,l$ $\quad \sigma_0 = \sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2} = \sqrt{\frac{\Delta V_1^2}{3} + \frac{\Delta V_2^2}{3}} = 0{,}6455\,l$ (1) $\quad \hat{V} = N_1 \cdot \hat{V}_0 = 450\,l$

$\Delta V = \sqrt{N_1} \cdot \sigma_0 \underbrace{z_{0,005}}_{2,58} = 11{,}78\,l$ $\quad P\left[\hat{V} - \Delta V < V < \hat{V} + \Delta V\right] = 99\%$

$P\left[438{,}22\,l < V\ 461{,}78\,l\right] = 99\%$ (2)



0,01

$V_{konkurens} = V_k$

egyoldali konf. int!

(5)

$V_{min} = V_k = N_2 \hat{V}_0 - z_{0,01} \cdot \sqrt{N_2} \cdot \sigma_0$

$N_2 \hat{V}_0 - z_{0,01} \cdot \sqrt{N_2}\,\sigma_0 - V_k = 0$ $\quad n_2 = \sqrt{N_2} > 0$! $\quad N_2 = [n_2^2] + 1 =$

$n_2 = \dfrac{z_{0,01} \cdot \sigma_0 + \sqrt{z_{0,01}^2 \cdot \sigma_0^2 + 4\hat{V}_0 \cdot V_k}}{2\hat{V}_0} = 7{,}543$ $\quad = 57$

(2)

B II.) $|Z_x| = \dfrac{U_x}{U_n} R_N \cong 26{,}50\,k\Omega$

$Y_x = \dfrac{1}{|Z_x|}\left[\cos\varphi + j\sin\varphi\right] = G + j\omega C$ (1)

$C = \dfrac{\sin\varphi}{|Z_x|\,\omega}$ $\quad D = \dfrac{G}{\omega C} = \operatorname{ctg}\varphi = 0{,}05$

$G = \dfrac{1}{|Z_x|}\cos\varphi$ $\quad C = 120\,nF$ (2)

$\dfrac{\Delta D}{D} = \left|\dfrac{\Delta(\operatorname{ctg}\varphi)}{\operatorname{ctg}\varphi}\right| = \dfrac{1}{\sin^2\varphi}\,\dfrac{\Delta\varphi}{D} \cong 2\%$ (1)

$\dfrac{\Delta C}{C} = \dfrac{\Delta|Z_x|}{|Z_x|} + \dfrac{\Delta(\sin\varphi)}{\sin\varphi} = \dfrac{\Delta U_x}{U_x} + \dfrac{\Delta U_n}{U_n} + \operatorname{ctg}\varphi\,\Delta\varphi \cong 0{,}205\%$ (1)