

Méréstechnika 1. pótzárthelyi

A csoport

2012. május 18.

A feladatok megoldásához csak papír, írószér, 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. Fogalmazd meg a centrális határeloszlás-tételt! (1 pont)
2. Egy analóg egysugaras oszcilloszkóp képernyőjén két 50 Hz frekvenciájú periodikus jelet szeretnénk megjeleníteni. *Alternate* vagy *chopped* üzemmódot válasszunk? (1 pont)
3. Rajzold fel az induktív osztó kapcsolási rajzát, és add meg a kimeneti és a bemeneti feszültség viszonyát a kapcsolat paramétereivel! Használható-e az osztó egyenáramon? (1 pont)
4. Egy 2 V csúcserértékű négyszögjelet 20 mV szórású fehérzaj terhel. Mekkora a két jel összegének effektív értéke? Hány dB a jel-zaj viszony? (2 pont)
5. Egy hídkapcsolást $U_T = 24$ V feszültségű generátor táplál, és a kapcsolat kimenetének egyik pontja földelt. A híd kimenőfeszültsége $U_0 = 10$ mV, amelyet mérőerősítő erősít. A mérőerősítő szimmetrikus erősítése $A_s = 40$ dB, közösjelelnyomása $E_c = 80$ dB. Mekkora relatív hibát okoz a közös feszültség az erősítő kimenetén? (2 pont)
6. 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)
7. Egy impedancián eső szinuszos feszültség és a rajta átfolyó áram effektív értéke rendre U , illetve I . A feszültség és az áram közötti fázistolás φ . Add meg a hasznos (P), a meddő (Q) és a látszólagos (S) teljesítmény kifejezését! Milyen összefüggés van a felsorolt teljesítmények között? (1 pont)
8. Rajzold fel a létrahálózatos DA-átalakító blokkvázlatát, és ismertesd működését! (1 pont)

I. Egy gyártósoron alumínumból készítenek hengereket. A henger átmérőjét (d) és magasságát (m) automatikusan ellenőrzik. Egy nap végén nagyszámú mérés eredményeként az alábbi eredmények adódnak az átlagra és a szórásra:

$$\bar{d} = 60 \text{ mm}, \quad \sigma_d = 0.03 \text{ mm}, \quad \bar{m} = 80 \text{ mm}, \quad \sigma_m = 0.01 \text{ mm}$$

A henger fontos paramétere a térfogata, ezt a fentiekből számítják a $V = d^2\pi m/4$ képlettel.

- a) Feltéve, hogy a mérési eredmények eloszlása normális, add meg a legyártott hengerek lehetséges térfogatára vonatkozó $p = 99\%$ szintű konfidenciaintervallumot!
- b) $N = 10$ mérést kézzel is végzünk, de rögtön kiszámoljuk a térfogatot is. Add meg ennek alapján is a legyártott hengerek névleges térfogatára vonatkozó $p = 99\%$ szintű konfidenciaintervallumot, ha az átlag $\bar{V} = 226 \text{ cm}^3$, a tapasztalati szórás pedig $s = 0.25 \text{ cm}^3$!

(5 pont)

II. Kapacitív impedanciát mérünk feszültség-összehasonlítás módszerével. Az alkalmazott generátorfeszültség effektív értéke $U_g = 10.00$ V, a normálellenállás értéke $R_n = 10$ k Ω . A mérendő impedancián eső feszültség effektív értéke $U_x = 2.5625$ V, a normálellenálláson eső feszültség effektív értéke $U_n = 9.6603$ V, a kettő közötti fázistolás $\varphi = 1.5685$ rad. A mérést $f = 10$ kHz frekvencián végezzük.

- a) Add meg az impedancia abszolút értékét!
- b) Add meg az impedancia soros RC helyettesítőképletét az elemértékekkel együtt!
- c) Hogyan mérnéd meg a két feszültség közötti fázistolást? Pontos leírást, esetleg rajzot kérünk, a fázis kifejezésére vonatkozó képlettel! (Vedd figyelembe, hogy pontos fázismérésre van szükség!)

(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 $t \geq 1.325$.

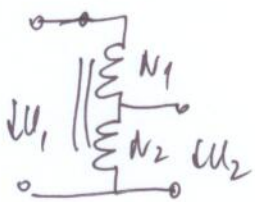
A normális eloszlás táblázata

	$p = 0.4$	$p = 0.2$	$p = 0.1$	$p = 0.05$	$p = 0.025$	$p = 0.01$	$p = 0.005$	$p = 0.0005$
	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 $z \geq 1.29$.

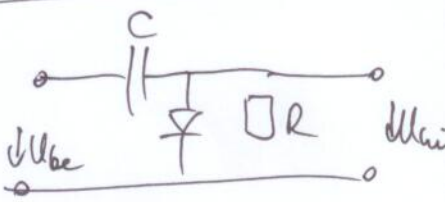
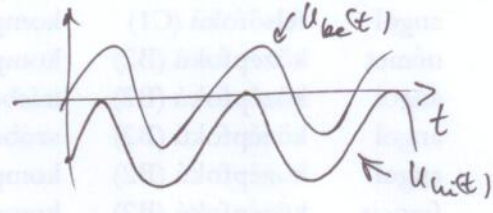
A1, $y = \sum_{i=1}^N a_i x_i$ Ha N elég nagy, a_i -k arányos nagyságrendűek, akkor fl. x_i feltehetőleg eloszlása mellett y eloszlása közelítőleg normális 1

A2, Chopped üzemmódot, mert 50kHz túl kis frekvencia ahhoz, hogy villogásmentes ábrát kapjunk alternatív üzemmódban. 1

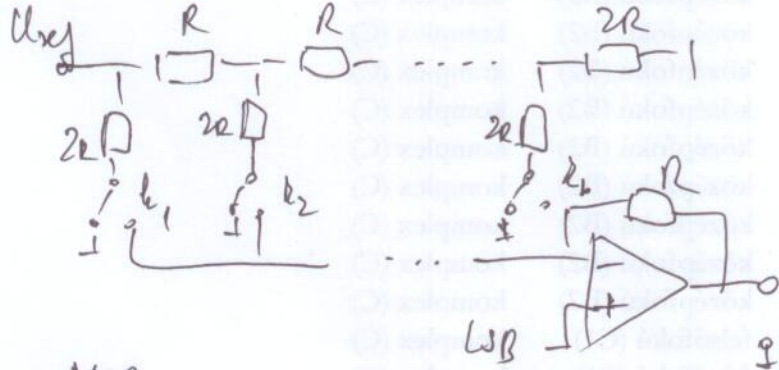
A3,  $U_2 = \frac{N_2}{N_1 + N_2} U_1$ DC-n nem használható, mert az indukció nem változik. 1

A4, $U_{exp} = U_{eff} = 2V$ 1 $U_{eff} = \sigma = 20mV$ $SNR = 10 \lg \frac{P_{sig}}{P_{nyj}} = 40dB$ $U = \sqrt{U_{exp}^2 + U_{eff}^2} = 2,0001V$ 2

A5, $U_c = \frac{U_0}{2}$, $U_s = U_0$ 1 $A_s = 100$, $A_c = 0,01$ $h = \frac{U_{kic}}{U_{kic}} = \frac{A_c}{A_s} \frac{U_0}{2U_0} = 5 \cdot 10^{-5} = 50ppm$ 2

A6,   $U_{kic} = U_{kic} - U_0$ 1

A7, $P = U \cdot I \cos \varphi$, $U = U \cdot I \cdot \sin \varphi$, $S = U \cdot I$ $S^2 = Q^2 + P^2$ 1

A8,  $k_i = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$ 1 $U_{kic} = -U_{ref} \sum_{i=1}^b \frac{k_i}{2^i}$

A1.

$$C_d = \frac{\partial V}{\partial d} = 2 \frac{d^2 \pi m}{4} = \frac{d^2 \pi m}{2} = 7540 \text{ mm}^2$$

$$V = \frac{d^2 \pi m}{4}$$

$$\bar{V} = \frac{\bar{d}^2 \pi m}{4} = 226,2 \text{ cm}^3$$

$$C_m = \frac{\partial V}{\partial m} = \frac{d^2 \pi}{4} = 2827 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_V = \sqrt{C_d^2 \sigma_d^2 + C_m^2 \sigma_m^2} = 228,0 \text{ mm}^3$$

$$z_{0,99} = 2,178$$

$$\Delta V = z \sigma_V = 588,1 \text{ mm}^3$$

$$P[\bar{V} - \Delta V < V < \bar{V} + \Delta V] = 99\% \Rightarrow P[225,61 \text{ cm}^3 < V < 226,77 \text{ cm}^3] = 99\%$$

$$\bar{V}_2 = \bar{V} = 226 \text{ cm}^3, \quad s = 0,25 \text{ cm}^3$$

$$N = 10 \Rightarrow$$

$$t_{g;0,99} = 3,245$$

$$\Delta V_2 = \frac{t_g \cdot s}{\sqrt{10}} = 0,2565 \text{ cm}^3$$

$$P[\bar{V}_2 - \Delta V_2 < V < \bar{V}_2 + \Delta V_2] = 99\% \Rightarrow P[225,74 \text{ cm}^3 < V < 226,26 \text{ cm}^3] = 99\%$$

$$A11., \quad |Z| = R_n \cdot \frac{U_x}{U_n} = 2652,6 \Omega$$

$$z = |Z| e^{j\varphi}$$

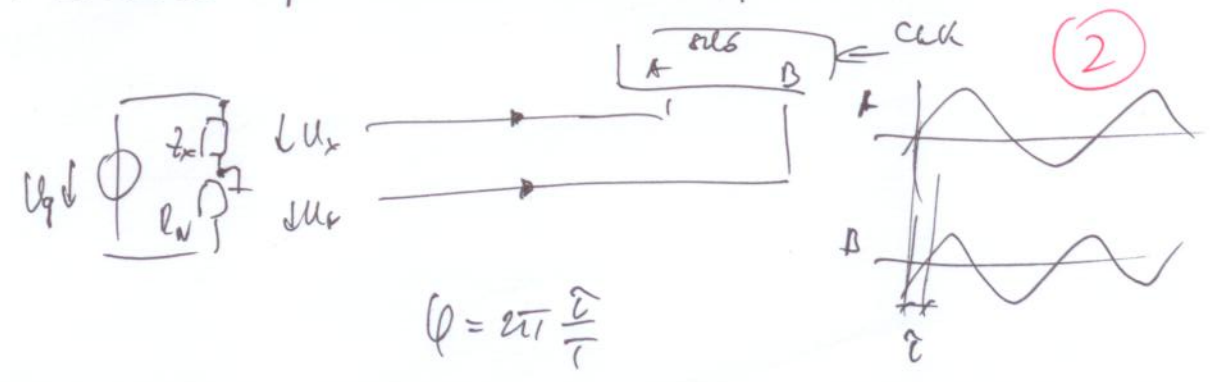
~~$$z = \frac{1}{|Z|} e^{j\varphi}$$~~

$$z = |Z| [\cos \varphi + j \sin \varphi] = R + \frac{1}{j\omega C}$$

$$R = |Z| \cos \varphi = 6,09 \Omega$$

$$C = \frac{1}{|Z| \sin \varphi \omega} = 6,00 \text{ nF}$$

Fázismérés: pl. számítás időábrák alapján / per. idő-mérés



Méréstechnika 1. pótzárthelyi

B csoport

2012. május 18.

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. A mérési bizonytalanság szabványos kiértékelése során hogyan kell kezelni a rendszeres hibát? (1 pont)
2. Egy analóg egysugaras oszcilloszkóp képernyőjén két 50 kHz frekvenciájú periodikus jelet szeretnénk megjeleníteni. *Alternate* vagy *chopped* üzemmódot válasszunk? (1 pont)
3. Rajzold fel a kapacitív osztó kapcsolási rajzát, és add meg a kimeneti és a bemeneti feszültség viszonyát a kapcsolat paramétereivel! Használható-e az osztó egyenáramon? (1 pont)
4. Egy 6 V csúcsértékű háromszögjelet 30 mV szórású fehérzaj terhel. Mekkora a két jel összegének effektív értéke? Hány dB a jel-zaj viszony? (2 pont)
5. Egy hídkapcsolást $U_T = 12$ V feszültségű földelt generátor táplál. A híd kimenőfeszültsége $U_0 = 10$ mV, amelyet mérőerősítő erősít. A mérőerősítő szimmetrikus erősítése $A_s = 30$ dB, közösjelelnyomása $E_c = 100$ dB. Mekkora relatív hibát okoz a közös feszültség az erősítő kimenetén? (2 pont)
6. 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)
7. Egy impedancián eső periodikus feszültség és a rajta átfolyó áram harmonikusainak effektív értéke rendre U_1, U_2, \dots , illetve I_1, I_2, \dots . A feszültség és az áram közötti fázistolás az egyes harmonikusokra $\varphi_1, \varphi_2, \dots$. Add meg a disszipált (hasznos) teljesítmény kifejezését! (1 pont)
8. Rajzold fel a dual-slope AD-átalakító blokkvázlatát, és ábra segítségével ismertesd működését, valamint add meg a mért feszültség kifejezését! (1 pont)

I. Bukógátás áramlásmérést végzünk. A térfogatáram a következő képlettel határozható meg:

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} d h^{1.5}$$

ahol $g = 10$ m/s² a nehézségi gyorsulás, $d = 0.4$ m a bukógát szélessége. A mérés során a vízszint változik, $N = 20$ mérés alapján átlagos értéke $\bar{h} = 0.1$ m, tapasztalati szórása $s = 1.5$ cm, d -t és g -t pontosnak tekintjük.

- a) Feltéve, hogy a mérési eredmények eloszlása normális, add meg az átlagos térfogatáramra vonatkozó $p = 95\%$ szintű konfidenciaintervallumot!
- b) A mérőeszközzel kapcsolatban általánosságban azt mondhatjuk, hogy d -t 1% relatív hibával ismerjük, h -t 3% relatív hibával mérjük, a hibák eloszlása normális, $p = 95\%$ konfidenciaszinten. Add meg a térfogatáram mérésének hibáját szintén $p = 95\%$ konfidenciaszinten!

(5 pont)

II. Egy $f = 50$ Hz frekvencián üzemelő induktív impedancián mérjük az átfolyó áramot, a rajta eső feszültséget, valamint a disszipált teljesítményt. A mért értékek: $I_{\text{eff}} = 0.3189$ A, $U_{\text{eff}} = 10.00$ V, $P = 0.200$ W.

- a) Add meg az impedancia abszolút értékét és fázisát!
- b) Add meg az impedancia párhuzamos RL helyettesítőképletét az elemértékekkel együtt!
- c) Rajzold fel a mérés kapcsolási rajzát! Rajzold le vagy írd le részletesen a teljesítmény mérését megvalósító műszert!

(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 $t \geq 1.325$.

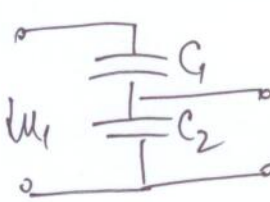
A normális eloszlás táblázata

	$p = 0.4$	$p = 0.2$	$p = 0.1$	$p = 0.05$	$p = 0.025$	$p = 0.01$	$p = 0.005$	$p = 0.0005$
	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 $z \geq 1.29$.

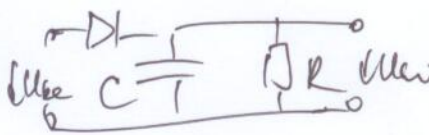
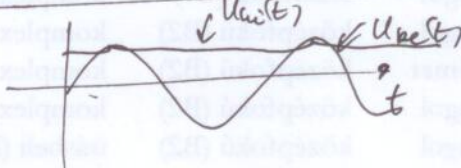
B1., A rendszer hibát korrekcióba kell venni, és a továbbiakban a hibákat függetlenül kezelni. 1

B2., Alternatív megoldás, mert a jel elég gyors a felvételre rajzolásra, a raggatás viszont zavaró lehet. 1

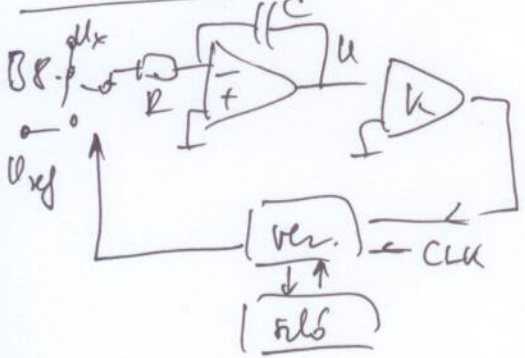
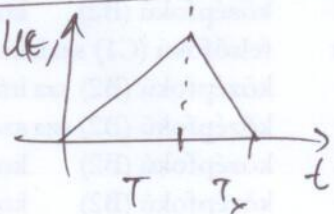
B3.,  $U_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} U_1$ DC-n is használható, a töltésmegosztás egyenestanon is működik. 1

B4., $U_{r,eff} = \frac{U_{r,p}}{\sqrt{3}} = 3,4641V$ $U_{n,eff} = U_n$ $u = \sqrt{U_{r,eff}^2 + U_{n,eff}^2} = 3,4642V$ 2
① $SNR = 10 \lg \frac{P_{jel}}{P_{zaj}} \approx 41 dB$

B5., $U_c = \frac{U_T}{2}$ $U_s = U_0$ $h = \frac{A_c}{A_s} \frac{U_c}{U_s} = \frac{1}{E_c} \frac{U_T}{2U_0} = 10^{-5} \cdot \frac{6V}{10mV} = 0,6\%$ 2
①

B6.,   $U_{c,max} = U_{be,p} - U_0$ 1
 Ohoz hibát U_0 , mert

B7., $P = \sum_{i=1}^{\infty} U_i I_i \cos \varphi_i$ 1

B8.,   T : integrátori idő
 T_x : visszaintegrátori idő
 $U_x = U_{ref} \frac{T_x}{T}$ 1

B1.) $Q \ h \rightarrow Q: C_h = \frac{\partial Q}{\partial h} = \frac{1,5 \cdot 2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot d \sqrt{h} = d \sqrt{2gh} = 0,5657 \frac{m^3}{s}$ (1)

$N=20 \rightarrow \text{student} \rightarrow t_{N-1, 0,025} = t_{19, 0,025} = 2,093$ (1) $Q = 0,03771 \frac{m^3}{s}$ $S_Q = C_h \cdot S_h = 8,49 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}$

$\Delta Q = \frac{S_Q}{\sqrt{N}} t = 3,971 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}$ $P[Q - \Delta Q < Q < Q + \Delta Q] = 95\%$ (1)

$\frac{\Delta h}{h} = 3\%$, $\frac{\Delta d}{d} = 1\%$, norm. elv, $p = 95\%$

$\frac{\Delta Q}{Q} = ?$, $p = 95\% \Rightarrow$ rel. összegebs:

$P[0,03374 \frac{m^3}{s} < Q < 0,04168 \frac{m^3}{s}] = 95\%$
 $\frac{\Delta Q}{Q} = \sqrt{1,5^2 \left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2 + \left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2} \approx 4,61\%$ (2)

(5)

B4.) $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ $(Z_l = \frac{U}{I} = 31,35 \Omega)$ $\varphi = \arccos\left(\frac{P}{U \cdot I}\right) = 1,5080$ (1)
 (86,4°)

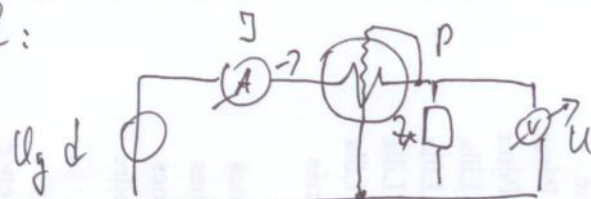
$(Z_l e^{j\varphi} = |Z_l| [\cos \varphi + j \sin \varphi]) \Rightarrow Y = \frac{1}{|Z_l|} e^{-j\varphi} = \frac{1}{|Z_l|} [\cos \varphi - j \sin \varphi] = \frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L}$ (5)

$R = \frac{|Z_l|}{\cos \varphi} = 500 \Omega$

$L = \frac{|Z_l|}{\omega \sin \varphi} = 100 \text{ mH}$

(2)

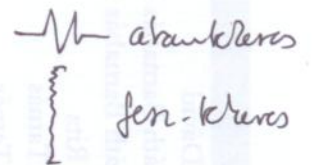
Pl:



(2)



: Elektrodinamikus W-mérő



abakláros
 } fén-kéres
 a nyomtatás $U \cdot I \cdot \cos \varphi$ -vel
 arányos

Más megoldás is elfogadható, de U , I és P mérése és befejezte ismét kell legyen!