

Tallinna Tehnikaülikool  
Automatiseerimise ja protsessijuhtimise õppetool

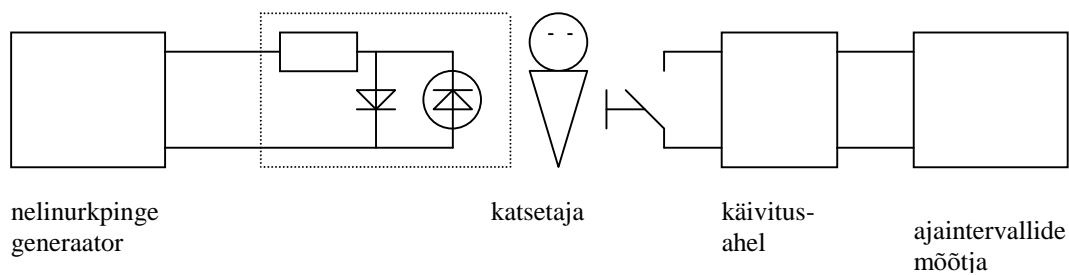
Juhuhälbed  
Laboratoorne töö nr. 3 aines  
Mõõtmise  
LAV3730

Erki Suurjaak  
970772  
LAP41

Tallinn 1999

# 1. Ajaintervallide käsitsi mõõtmine

## 1.1 Mõõteskeemi koostamine

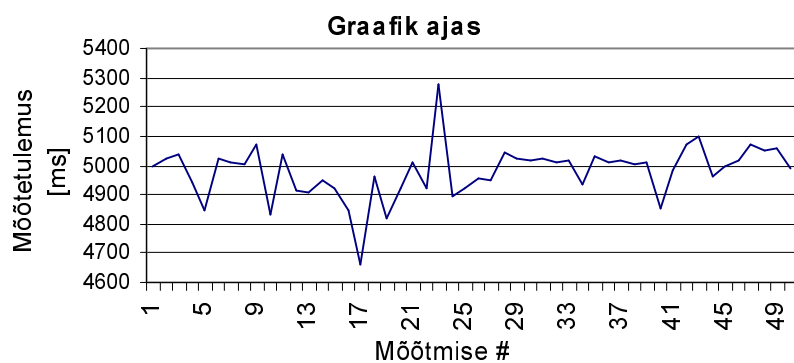


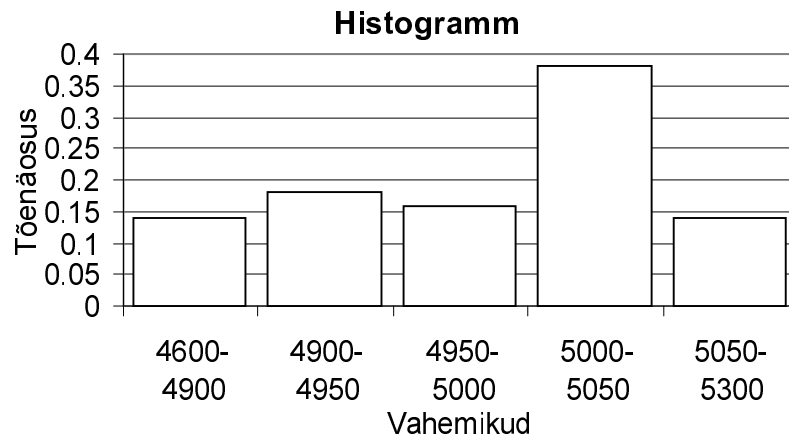
## 1.2 Mõõtsin 50 ajaintervalli.

## 1.3 Ajavahemiku täpne väärtus on 4984 ms

## Tulemused

| Mõõtetulemused [ms] |      |     |      |     |      |     |      |     |      |
|---------------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| #                   | aeg  | #   | aeg  | #   | aeg  | #   | aeg  | #   | aeg  |
| 1.                  | 4995 | 11. | 5038 | 21. | 5010 | 31. | 5024 | 41. | 4981 |
| 2.                  | 5023 | 12. | 4914 | 22. | 4923 | 32. | 5008 | 42. | 5074 |
| 3.                  | 5036 | 13. | 4909 | 23. | 5276 | 33. | 5020 | 43. | 5096 |
| 4.                  | 4939 | 14. | 4951 | 24. | 4894 | 34. | 4934 | 44. | 4963 |
| 5.                  | 4848 | 15. | 4921 | 25. | 4921 | 35. | 5031 | 45. | 4998 |
| 6.                  | 5021 | 16. | 4843 | 26. | 4958 | 36. | 5010 | 46. | 5019 |
| 7.                  | 5011 | 17. | 4664 | 27. | 4949 | 37. | 5019 | 47. | 5069 |
| 8.                  | 5004 | 18. | 4959 | 28. | 5045 | 38. | 5005 | 48. | 5054 |
| 9.                  | 5072 | 19. | 4119 | 29. | 5024 | 39. | 5009 | 49. | 5058 |
| 10.                 | 4834 | 20. | 4924 | 30. | 5014 | 40. | 4854 | 50. | 4990 |





Mõõdetud ajavahemike keskvärtus :

$$t_k = \frac{1}{50} \sum_{i=1}^{50} t_i = 4979.1 \text{ ms}$$

Mõõdetud ajavahemike dispersioon :

$$D(t) = \frac{1}{49} \sum_{i=1}^{50} (t_k - t_i)^2 = 8299.8 \text{ ms}^2$$

Mõõdetud ajavahemike standardhälve :

$$\sigma = \sqrt{D(t)} = 91.1 \text{ ms}$$

Vahemikku  $t_k \pm 1.6\sigma = (4979.1 \pm 145.8) \text{ ms}$  satub mõõtetulemustest 47 tulemust ehk 94%.

Keskväärtuse  $t_k$  standardhälve :

$$\sigma_{t_k} = \sqrt{Dt_k} = \sqrt{\frac{D(t)}{50}} = 12.9 \text{ ms}$$

Mõõdetud ajavahemiku täpne väärtus oli 4984 ms. Et see langeb vahemikku  $t_k \pm 1.6\sigma_{t_k} = (4979.1 \pm 20.6) \text{ ms}$ , siis võib öelda, et süstemaatilist viga ei esinenud.

Kõige väiksem mõõdetud ajaintervall oli 4664 ms. Kõige suurem mõõdetud ajaintervall oli 5276 ms. Tõenäosus, et järgmine mõõdetud ajavahemik nende kahe väärtuse vahele langeks, on :

$$\frac{49}{51} \approx 0.96$$

Katsetaja mõõtis ajaintervalle veaga 0.1 s 42 korral. Tõenäosus, et katsetaja mõõdab ka järgmist ajavahemikku veaga 0.1 s, on

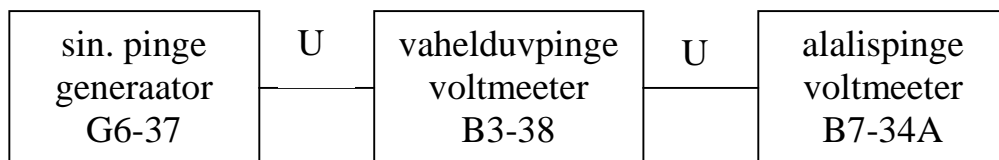
$$\frac{42}{50} \bullet 0.96 \approx 0.81$$

Katsetaja mõõtis ajaintervalle veaga 0.05 s 26 korral. Tõenäosus, et katsetaja mõõdab ka järgmist ajavahemikku veaga 0.05 s, on

$$\frac{26}{50} \bullet 0.96 = 0.50$$

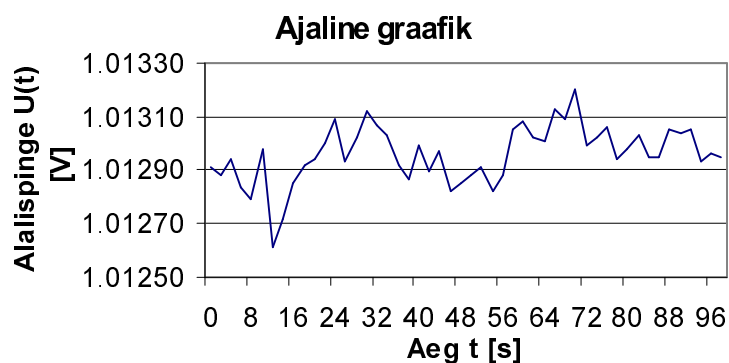
## 2. Juhuvead mõõteriistade kasutamisel

Mõõteskeem :



Valisin generaatori signaali vahemikus 1-10 V, sagedusel 100 Hz - 10 KHz. Kasutasin voltmeetrit B3-38 mõõtemuundurina vahelduvpinge muundamiseks alalispingeks. Jälgisin mõõtetulemuse alalispinge numbrilise voltmeetriga B7-34A mõõtepiirkonnal 1 V.

Teostas 50 mõõtmist, kahe mõõtmise vaheliseks ajaintervalliks oli ligikaudu 2 sekundit.



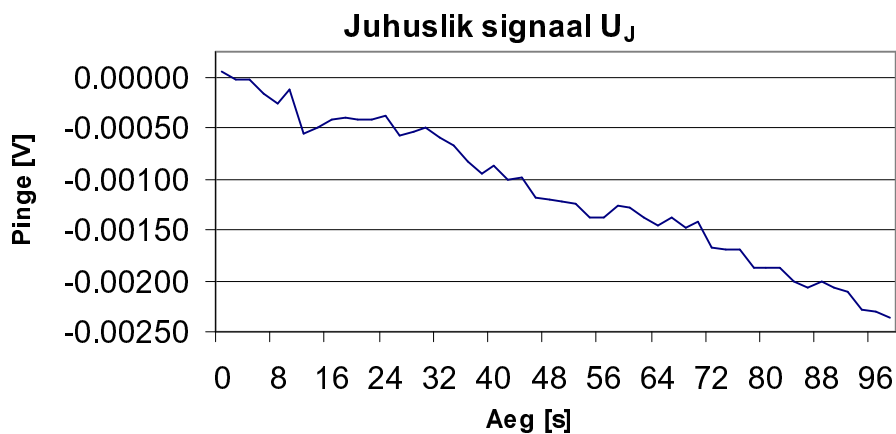
Juhusliku komponendi  $U_J$  keskväärus on -0.00113 V

Juhusliku komponendi  $U_J$  standardhälve on 0.00069

Signaali lineaarselt muutuv komponent  $U_L(t)$  avaldub valemiga :

$$U_L(t) = 1.01286 + 0.000025t$$

| #  | Signaal U(t)<br>[V] | Triiv U <sub>L</sub> (t) [V] | Juhuslik<br>signaal U <sub>J</sub><br>[V] | #  | Signaal U(t)<br>[V] | Triiv U <sub>L</sub> (t) [V] | Juhuslik<br>signaal U <sub>J</sub><br>[V] |
|----|---------------------|------------------------------|---|----|---------------------|------------------------------|---|
| 1  | 1.01291             | 1.01286                      | 0.00005                                   | 26 | 1.01288             | 1.01411                      | -0.00123                                  |
| 2  | 1.01288             | 1.01291                      | -0.00003                                  | 27 | 1.01291             | 1.01416                      | -0.00125                                  |
| 3  | 1.01294             | 1.01296                      | -0.00002                                  | 28 | 1.01282             | 1.01421                      | -0.00139                                  |
| 4  | 1.01284             | 1.01301                      | -0.00017                                  | 29 | 1.01288             | 1.01426                      | -0.00138                                  |
| 5  | 1.01279             | 1.01306                      | -0.00027                                  | 30 | 1.01305             | 1.01431                      | -0.00126                                  |
| 6  | 1.01298             | 1.01311                      | -0.00013                                  | 31 | 1.01308             | 1.01436                      | -0.00128                                  |
| 7  | 1.01261             | 1.01316                      | -0.00055                                  | 32 | 1.01302             | 1.01441                      | -0.00139                                  |
| 8  | 1.01272             | 1.01321                      | -0.00049                                  | 33 | 1.01301             | 1.01446                      | -0.00145                                  |
| 9  | 1.01285             | 1.01326                      | -0.00041                                  | 34 | 1.01313             | 1.01451                      | -0.00138                                  |
| 10 | 1.01292             | 1.01331                      | -0.00039                                  | 35 | 1.01309             | 1.01456                      | -0.00147                                  |
| 11 | 1.01294             | 1.01336                      | -0.00042                                  | 36 | 1.01320             | 1.01461                      | -0.00141                                  |
| 12 | 1.01300             | 1.01341                      | -0.00041                                  | 37 | 1.01299             | 1.01466                      | -0.00167                                  |
| 13 | 1.01309             | 1.01346                      | -0.00037                                  | 38 | 1.01302             | 1.01471                      | -0.00169                                  |
| 14 | 1.01293             | 1.01351                      | -0.00058                                  | 39 | 1.01306             | 1.01476                      | -0.00170                                  |
| 15 | 1.01302             | 1.01356                      | -0.00054                                  | 40 | 1.01294             | 1.01481                      | -0.00187                                  |
| 16 | 1.01312             | 1.01361                      | -0.00049                                  | 41 | 1.01298             | 1.01486                      | -0.00188                                  |
| 17 | 1.01307             | 1.01366                      | -0.00059                                  | 42 | 1.01303             | 1.01491                      | -0.00188                                  |
| 18 | 1.01303             | 1.01371                      | -0.00068                                  | 43 | 1.01295             | 1.01496                      | -0.00201                                  |
| 19 | 1.01292             | 1.01376                      | -0.00084                                  | 44 | 1.01295             | 1.01501                      | -0.00206                                  |
| 20 | 1.01287             | 1.01381                      | -0.00094                                  | 45 | 1.01305             | 1.01506                      | -0.00201                                  |
| 21 | 1.01299             | 1.01386                      | -0.00087                                  | 46 | 1.01304             | 1.01511                      | -0.00207                                  |
| 22 | 1.01290             | 1.01391                      | -0.00101                                  | 47 | 1.01305             | 1.01516                      | -0.00211                                  |
| 23 | 1.01297             | 1.01396                      | -0.00099                                  | 48 | 1.01293             | 1.01521                      | -0.00228                                  |
| 24 | 1.01282             | 1.01401                      | -0.00119                                  | 49 | 1.01296             | 1.01526                      | -0.00230                                  |
| 25 | 1.01285             | 1.01406                      | -0.00121                                  | 50 | 1.01295             | 1.01531                      | -0.00236                                  |



**Järeldus :**

inimese sooritatud mõõtmised on üldjuhul üsna ebatäpsed, seetõttu peaks täpsemaid tulemusi nõudvate mõõtmiste juures kasutama masinate abi.