

Uniwersytet Zielonogórski WEiIT	Imię i nazwisko	Grupa lab.	Nr ćwicz. 3	Ocena
<b>Laboratorium techniki eksperymentu</b>				
Temat ćwiczenia: Analiza dokładności wyniku pomiarów.		Data wyk.	Data odd.	Podpis

### 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest nauczenie studentów określania błędów granicznych oraz niepewności całkowitej w pomiarach bezpośrednich i pośrednich oraz poprawnego zapisu wyniku pomiarów.

### 2. Wykaz aparatury

- Program dydaktyczny IMELAB-1
- Multimeter METEX M-3860D
- Transformator PD-4 9909009
- Zegar Ciemniowy ZC-81s
- Stoper elektroniczny
- Zacisk pomiarowy E 121.9
- Mikrometr MM2b-A (dokadność 0,01 mm)

### 3. Program ćwiczenia

3.1. Wykonać 5 serii po 5 pomiarów napięcia DC wygenerowanego (symulacja) za pomocą programu lme-Lab1. Dla każdej serii określić  $\bar{x}$ ,  $\overline{S}_x$  oraz niepewność  $u_{Ac}$  na poziomie ufności  $\alpha=0,6827$ ;  $\alpha=0,9545$ ;  $\alpha=0,9973$ . Wyniki zestawić w tabeli. Zaobserwować rozrzut wartości średniej oraz estymatora odchylenia standardowego.

#### 3.1.1. Tabele wyników pomiarów i obliczeń

	Seria 1 [V]	Seria 2 [V]	Seria 3 [V]	Seria 4 [V]	Seria 5 [V]
<b>1</b>	2,053	1,929	2,258	2,000	2,132
<b>2</b>	1,916	2,018	2,099	1,915	1,747
<b>3</b>	2,158	1,848	2,007	2,041	2,114
<b>4</b>	1,904	2,060	1,899	1,944	1,919
<b>5</b>	1,983	1,940	2,207	1,992	1,916
$\bar{x}$	2,003	1,959	2,094	1,9784	1,9656
$\overline{S}_x$	0,047	0,037	0,065	0,022	0,071
$u_{Ac}(\alpha=0,6827)$	0,054	0,042	0,074	0,025	0,081
$u_{Ac}(\alpha=0,9545)$	0,135	0,106	0,187	0,063	0,205
$u_{Ac}(\alpha=0,9973)$	0,312	0,244	0,432	0,146	0,473

### 3.1.2. Wzory wykorzystane do obliczeń i przykładowe obliczenia

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$\bar{x}$  - wartość średnia:

$x_i$  - wynik pomiaru

$n$  - liczba pomiarów

$$u_A = s_x = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$u_A$  - niepewność standardowa typu A

$n$  - liczba pomiarów

$\bar{x}$  - średnia wyników pomiarów

$$u_{AC} = k_A(\alpha) u_A$$

$u_{AC}$  - niepewność całkowita

$u_A$  - niepewność standardowa typu A

$k_A(\alpha)$  - wartość zmiennej t-Studenta dla poziomu ufności  $\alpha$

$$\bar{x} = \frac{2,053 + 1,916 + 2,158 + 1,904 + 1,983}{5} = 2,003V$$

$$u_A = \sqrt{\frac{(2,053 - 2,003)^2 + (1,916 - 2,003)^2 + (2,158 - 2,003)^2 + (1,904 - 2,003)^2 + (1,983 - 2,003)^2}{20}} = 0,047V$$

$$u_{AC} = 1,14 \cdot 0,047 = 0,054V, \quad \text{dla } \alpha = 0,6827$$

### 3.2. Powtórzyć punkt 3.1.1 dla 5 serii po 40 pomiarów.

#### 3.2.1. Tabela wyników pomiarów i obliczeń

	Seria 1[V]	Seria 2[V]	Seria 3[V]	Seria 4[V]	Seria 5[V]
1	1,904	1,964	2,078	2,079	1,968
2	1,990	2,143	2,039	1,958	1,939
3	2,061	2,045	2,093	2,130	1,971
4	1,830	2,041	1,883	1,963	1,907
5	1,923	2,086	1,985	1,908	2,007
6	2,009	2,109	2,234	2,065	2,070
7	2,080	2,211	1,936	2,155	2,027
8	2,021	1,903	1,977	1,937	2,005
9	1,959	1,865	1,801	2,054	2,172
10	2,074	2,076	2,155	1,886	1,894
11	2,010	1,822	1,993	1,961	2,057
12	1,993	1,863	2,057	2,100	1,856
13	2,018	2,020	2,003	2,151	2,006
14	2,222	2,189	1,892	1,989	1,830

15	2,025	2,080	1,872	1,962	2,032
16	2,136	2,113	1,949	2,098	1,980
17	2,097	1,926	1,910	1,850	1,963
18	2,042	2,061	1,908	1,857	1,847
19	2,051	1,856	1,906	2,171	2,218
20	1,910	2,000	1,999	2,072	2,015
21	2,069	1,888	1,904	1,885	2,127
22	2,063	2,257	2,199	1,840	2,107
23	1,935	1,971	1,780	1,946	2,097
24	2,040	1,995	1,942	1,985	2,041
25	2,092	1,994	2,085	2,038	2,022
26	1,988	2,146	1,890	1,950	1,851
27	1,919	2,051	1,833	2,071	2,099
28	2,037	2,003	2,075	2,027	2,061
29	1,946	1,992	2,025	1,868	2,057
30	2,071	2,044	1,988	2,033	2,123
31	1,934	1,930	2,012	2,128	2,061
32	2,030	2,079	2,075	1,977	2,256
33	1,940	1,994	2,127	2,109	1,979
34	2,063	1,985	2,102	2,110	2,017
35	2,056	2,022	2,002	2,103	1,989
36	2,081	2,064	1,883	1,920	1,992
37	2,111	1,874	2,113	1,957	2,037
38	1,777	1,965	2,079	2,055	1,956
39	1,878	1,925	2,047	2,208	2,068
40	1,826	1,951	1,878	1,967	1,751
$\bar{x}$	2,005	2,013	1,993	2,013	2,011
$\overline{S_x}$	0,014	0,016	0,017	0,016	0,016
$U_{AC}(\alpha=0.6827)$	0,014	0,016	0,017	0,016	0,016
$U_{AC}(\alpha=0.9545)$	0,029	0,032	0,034	0,031	0,033
$U_{AC}(\alpha=0.9973)$	0,043	0,048	0,051	0,047	0,049

### 3.2.2. Wzory wykorzystane do obliczeń i przykładowe obliczenia

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$\bar{x}$  - wartość średnia:

$x_i$  - wynik pomiaru

$n$  - liczba pomiarów

$$U_A = \overline{S_x} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$U_A$  - niepewność standardowa typu A

$n$  - liczba pomiarów

$\bar{x}$  - średnia wyników pomiarów

$$U_{AC} = k_A(\alpha) U_A$$

$U_{AC}$  - niepewność całkowita typu A

$u_A$  – niepewność standardowa typu A

$k_A(\alpha)$  – wartość zmiennej rozkładu normalnego Gaussa dla poziomu ufności  $\alpha$

$$\bar{x} = \frac{1,904 + 1,990 + 2,061 + \dots + 1,878 + 1,826}{40} = 2,005V$$

$$u_A = \sqrt{\frac{(1,904 - 2,005)^2 + (1,990 - 2,005)^2 + (2,061 - 2,005)^2 + \dots + (1,878 - 2,005)^2 + (1,826 - 2,005)^2}{1560}} = 0,014V$$

$$u_{AC} = 1 \cdot 0,014 = 0,014V, \quad \text{dla } \alpha = 0,6827$$

**3.3. Za pomocą programu Ime-Lab1 wygenerować 200 wyników pomiaru napięcia. Poza laboratorium określić wartość średnią, estymator odchylenia standardowego oraz przygotować histogram i zinterpretować wyniki.**

### 3.3.1. Tabela wyników pomiarów i obliczeń

Numer pomiaru	Napięcie [V]	Numer pomiaru	Napięcie [V]	Numer pomiaru	Napięcie [V]	Numer pomiaru	Napięcie [V]
1	2,051	51	2,203	101	1,761	151	2,044
2	2,050	52	2,110	102	1,895	152	1,999
3	2,214	53	1,972	103	2,092	153	1,944
4	2,016	54	2,074	104	2,154	154	2,107
5	1,969	55	1,934	105	2,238	155	1,896
6	1,935	56	1,965	106	1,876	156	2,007
7	2,226	57	1,863	107	2,032	157	1,993
8	1,960	58	1,969	108	1,982	158	2,086
9	1,903	59	2,136	109	2,124	159	1,977
10	1,854	60	1,907	110	1,905	160	1,917
11	2,072	61	2,052	111	1,984	161	1,918
12	1,923	62	1,992	112	1,730	162	2,029
13	1,885	63	2,011	113	2,071	163	1,774
14	1,954	64	1,917	114	2,061	164	1,920
15	2,073	65	1,785	115	2,016	165	2,143
16	1,874	66	1,970	116	1,956	166	1,786
17	1,849	67	1,983	117	1,920	167	1,962
18	1,783	68	1,916	118	1,982	168	1,902
19	2,055	69	1,825	119	1,960	169	1,911
20	1,973	70	1,929	120	2,068	170	1,924
21	1,858	71	1,889	121	2,190	171	2,111
22	1,980	72	1,984	122	2,063	172	1,957
23	1,855	73	2,065	123	2,252	173	2,041
24	2,000	74	1,949	124	2,094	174	1,938
25	2,041	75	1,860	125	1,918	175	2,016
26	2,008	76	2,119	126	1,957	176	2,127
27	2,057	77	2,048	127	1,914	177	2,020
28	2,202	78	1,809	128	1,976	178	2,057
29	2,127	79	2,211	129	1,851	179	1,927
30	1,878	80	2,016	130	2,160	180	1,794

<b>31</b>	2,048	<b>81</b>	1,992	<b>131</b>	1,921	<b>181</b>	2,073
<b>32</b>	1,944	<b>82</b>	1,933	<b>132</b>	2,081	<b>182</b>	1,842
<b>33</b>	2,009	<b>83</b>	1,914	<b>133</b>	1,969	<b>183</b>	1,852
<b>34</b>	1,936	<b>84</b>	1,896	<b>134</b>	2,100	<b>184</b>	2,061
<b>35</b>	1,885	<b>85</b>	1,983	<b>135</b>	2,308	<b>185</b>	1,934
<b>36</b>	1,963	<b>86</b>	2,067	<b>136</b>	1,987	<b>186</b>	1,898
<b>37</b>	2,114	<b>87</b>	1,988	<b>137</b>	1,951	<b>187</b>	1,985
<b>38</b>	1,991	<b>88</b>	2,133	<b>138</b>	1,925	<b>188</b>	1,815
<b>39</b>	2,119	<b>89</b>	1,904	<b>139</b>	2,137	<b>189</b>	2,183
<b>40</b>	1,875	<b>90</b>	1,957	<b>140</b>	2,033	<b>190</b>	1,947
<b>41</b>	2,036	<b>91</b>	1,984	<b>141</b>	1,968	<b>191</b>	1,977
<b>42</b>	1,973	<b>92</b>	2,005	<b>142</b>	1,952	<b>192</b>	2,101
<b>43</b>	1,951	<b>93</b>	2,034	<b>143</b>	1,928	<b>193</b>	1,860
<b>44</b>	1,846	<b>94</b>	1,832	<b>144</b>	1,831	<b>194</b>	2,016
<b>45</b>	2,046	<b>95</b>	1,898	<b>145</b>	1,976	<b>195</b>	1,913
<b>46</b>	1,884	<b>96</b>	1,938	<b>146</b>	2,174	<b>196</b>	2,083
<b>47</b>	1,990	<b>97</b>	2,037	<b>147</b>	1,953	<b>197</b>	2,074
<b>48</b>	2,033	<b>98</b>	1,936	<b>148</b>	2,041	<b>198</b>	2,004
<b>49</b>	1,956	<b>99</b>	2,191	<b>149</b>	1,834	<b>199</b>	1,976
<b>50</b>	2,098	<b>100</b>	2,125	<b>150</b>	1,981	<b>200</b>	1,981

### 3.3.2. Wzory wykorzystane do obliczeń i przykładowe obliczenia

$$\bar{x} = 1,9878V$$

$$S_x = 0,0074V$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$\bar{x}$  - wartość średnia:

$x_i$  - wynik pomiaru

$n$  - liczba pomiarów

$$u_A = S_x = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$u_A$  - niepewność standardowa typu A

$n$  - liczba pomiarów

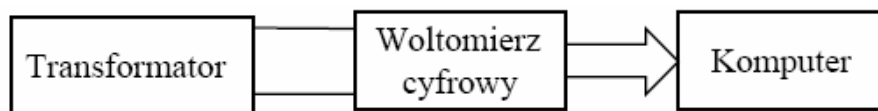
$\bar{x}$  - średnia wyników pomiarów

$$\bar{x} = \frac{2,051 + 2,05 + 2,214 + \dots + 1,976 + 1,981}{200} = 1,9878V$$

$$u_A = \sqrt{\frac{(2,051-1,9878)^2 + (2,05-1,9878)^2 + (2,214-1,9878)^2 + \dots + (1,976-1,9878)^2 + (1,981-1,9878)^2}{39800}} = 0,0074V$$

**3.4. Korzystając z programu Ime-Lab1 dokonać obserwacji i pomiaru napięcia na wyjściu transformatora. Określić niepewność całkowitą typu A wynikającą z rozrzutu wyników pomiarów oraz niepewność typu B, której źródłem jest błąd systematyczny woltomierza. Przyjąć  $\alpha = 0,95$ . Zinterpretować wyniki badań.**

**3.4.1. Układ pomiarowy.**



**Parametry woltomierza:**

- zakres: 4V
- dokładność:  $\pm 2,5\%$  rdg + 5dgt
- rozdzielczość: 1mV

**3.4.2. Tabela wyników pomiarów i obliczeń.**

2 serie po 60 pomiarów przy interwale 2 sek.

Pomiar	Seria 1 [V]	Pomiar	Seria 1 [V]	Pomiar	Seria 2 [V]	Pomiar	Seria 2 [V]
1	3,237	31	3,249	1	3,254	31	3,220
2	3,235	32	3,250	2	3,252	32	3,230
3	3,253	33	3,252	3	3,251	33	3,228
4	3,253	34	3,242	4	3,251	34	3,228
5	3,256	35	3,246	5	3,251	35	3,229
6	3,251	36	3,227	6	3,247	36	3,235
7	3,225	37	3,238	7	3,247	37	3,241
8	3,239	38	3,239	8	3,243	38	3,248
9	3,229	39	3,237	9	3,224	39	3,226
10	3,230	40	3,231	10	3,244	40	3,241
11	3,234	41	3,232	11	3,243	41	3,240
12	3,236	42	3,242	12	3,244	42	3,217
13	3,246	43	3,243	13	3,244	43	3,229
14	3,244	44	3,242	14	3,239	44	3,230
15	3,242	45	3,240	15	3,243	45	3,219
16	3,256	46	3,241	16	3,247	46	3,237
17	3,256	47	3,242	17	3,247	47	3,235
18	3,232	48	3,240	18	3,248	48	3,236
19	3,239	49	3,241	19	3,246	49	3,248
20	3,240	50	3,242	20	3,250	50	3,223
21	3,230	51	3,241	21	3,250	51	3,242
22	3,229	52	3,244	22	3,249	52	3,226
23	3,247	53	3,241	23	3,238	53	3,237
24	3,249	54	3,247	24	3,242	54	3,235
25	3,246	55	3,225	25	3,239	55	3,241
26	3,232	56	3,246	26	3,236	56	3,244
27	3,223	57	3,246	27	3,244	57	3,236
28	3,236	58	3,237	28	3,249	58	3,249
29	3,231	59	3,237	29	3,237	59	3,250
30	3,233	60	3,233	30	3,239	60	3,251

Obliczenia	Seria1[V]	Seria2[V]
$\bar{x}$	3,24	3,24
$S_x$	0,00081	0,00092
Niepewność typu A	0,0016	0,0018
Niepewność typu B	0,082	0,082

### 3.4.3. Wzory wykorzystane do obliczeń i przykładowe obliczenia

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$\bar{x}$  - wartość średnia:

$x_i$  - wynik pomiaru

$n$  - liczba pomiarów

$$u_A = S_x = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$u_A$  - niepewność standardowa typu A

$n$  - liczba pomiarów

$\bar{x}$  - średnia wyników pomiarów

$$\bar{x} = \frac{3,237 + 3,235 + 3,253 + \dots + 3,237 + 3,233}{60} = 3,24 \text{ V}$$

$$u_A = \sqrt{\frac{(3,237-3,24)^2 + (3,235-3,24)^2 + (3,253-3,24)^2 + \dots + (3,237-3,24)^2 + (3,233-3,24)^2}{3540}} = 0,0016 \text{ V}$$

$$u_{AC} = k_A(\alpha) u_A$$

$u_{AC}$  - niepewność całkowita typu A

$u_A$  - niepewność standardowa typu A

$k_A(\alpha)$  - wartość zmiennej rozkładu normalnego Gaussa dla poziomu ufności  $\alpha$

$$u_{AC} = 1,96 \cdot 0,00081 = 0,016 \text{ V}, \quad \text{dla } \alpha = 0,95$$

$$u_{BC} = k_B(\alpha) u_B$$

$$u_B = \Delta x_g / \sqrt{3}$$

$$k_B(\alpha) = \sqrt{3} \alpha$$

$\Delta x_g = x \cdot 2,5\% + 0,005$  - wartość graniczna błędów multimetru

$$u_{BC} = \sqrt{3} \cdot 0,95 \cdot \frac{0,086}{\sqrt{3}} = 0,082 \text{ V}$$

### 3.5. Pomiar czasu świecenia żarówki.

Poza laboratorium określić wartość średnią, estymator odchylenia standardowego oraz przygotować histogram i zinterpretować wyniki.

#### 3.5.1. Tabela wyników pomiarów i obliczeń.

	Seria 1 [s]	Seria 2 [s]	Seria 3 [s]
1	0,762	0,746	0,754
2	0,753	0,755	0,772
3	0,744	0,784	0,729
4	0,756	0,764	0,746
5	0,756	0,759	0,747
6	0,793	0,775	0,744
7	0,762	0,777	0,764
8	0,793	0,794	0,774
9	0,741	0,754	0,754
10	0,754	0,764	0,765
11	0,743	0,757	0,734
12	0,767	0,744	0,754
13	0,783	0,783	0,747
14	0,767	0,766	0,745
15	0,746	0,735	0,734
16	0,755	0,744	0,778
17	0,755	0,783	0,735
18	0,744	0,774	0,756
19	0,754	0,764	0,714
20	0,734	0,755	0,727
$\bar{x}$	0,758	0,764	0,749
$S_x$	0,0036	0,0035	0,0038

#### 3.5.2. Wzory wykorzystane do obliczeń i przykładowe obliczenia

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$\bar{x}$  - wartość średnia:

$x_i$  - wynik pomiaru

$n$  - liczba pomiarów

$$u_A = S_x = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$u_A$  - niepewność standardowa typu A

$n$  - liczba pomiarów

$\bar{x}$  - średnia wyników pomiarów

$$\bar{x} = \frac{0,762 + 0,753 + 0,744 + \dots + 0,754 + 0,734}{20} = 0,758 \text{ s}$$

$$u_A = \sqrt{\frac{(2,051 - 0,758)^2 + (2,05 - 0,758)^2 + (2,214 - 0,758)^2 + \dots + (1,976 - 0,758)^2 + (1,981 - 0,758)^2}{380}} = 0,0074 \text{ V}$$

### 3.6. Pomiar rezystancji.

Poza laboratorium określić wartość średnią, estymator odchylenia standardowego oraz przygotować histogram i zinterpretować wyniki.

#### Parametry omomierza:

- zakres: 4kΩ
- dokładność: ±0,5% rdg + 1dgt
- rozdzielczość: 1Ω

#### 3.6.1. Tabela wyników pomiarów i obliczeń.

	Seria 1 [kΩ]		Seria 3 [kΩ]
1	5,1	19	5,14
2	4,93	20	5
3	5,06	21	5,73
4	5,02	22	5,47
5	5,26	23	5,23
6	4,89	24	4,94
7	5,02	25	5,1
8	5,43	26	5,37
9	5,31	27	5,52
10	5	28	5,73
11	5,67	29	5,06
12	5,14	30	5,55
13	5,12	31	5,02
14	5,45	32	5,12
15	5,33	33	4,9
16	5,06	34	5,15
17	4,74	35	4,87
18	5,05		
$\bar{x}$	5,19		
$S_x$	0,0380		

#### 3.6.2. Wzory wykorzystane do obliczeń i przykładowe obliczenia

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$\bar{x}$  - wartość średnia:

$x_i$  - wynik pomiaru

n – liczba pomiarów

$$u_A = \overline{S_x} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$u_A$  – niepewność standardowa typu A

n – liczba pomiarów

$\bar{x}$  – średnia wyników pomiarów

$$\bar{x} = \frac{5,1 + 4,93 + 5,06 + \dots + 5,15 + 4,87}{35} = 5,19 \text{ k}\Omega$$

$$u_A = \sqrt{\frac{(5,1-5,19)^2 + (4,93-5,19)^2 + (5,06-5,19)^2 + \dots + (5,15-5,19)^2 + (4,87-5,19)^2}{1190}} = 0,0380 \text{ k}\Omega$$

### 3.7. Pomiar wielkości metalowej bryły

Poza laboratorium określić wartość średnią, estymator odchylenia standardowego oraz przygotować histogram i zinterpretować wyniki.

#### 3.7.1. Tabela wyników pomiarów i obliczeń.

	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość [mm]
1	34,895	25,482	40,150
2	34,870	25,484	40,160
3	34,891	25,483	40,160
4	34,889	25,483	40,140
5	34,885	25,483	40,170
$\bar{x}$	34,886	25,483	40,156
$\overline{S_x}$	0,0043	0,00032	0,0051

#### 3.7.2. Wzory wykorzystane do obliczeń i przykładowe obliczenia

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$\bar{x}$  – wartość średnia:

$x_i$  – wynik pomiaru

n – liczba pomiarów

$$u_A = \overline{S_x} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$u_A$  – niepewność standardowa typu A

n – liczba pomiarów

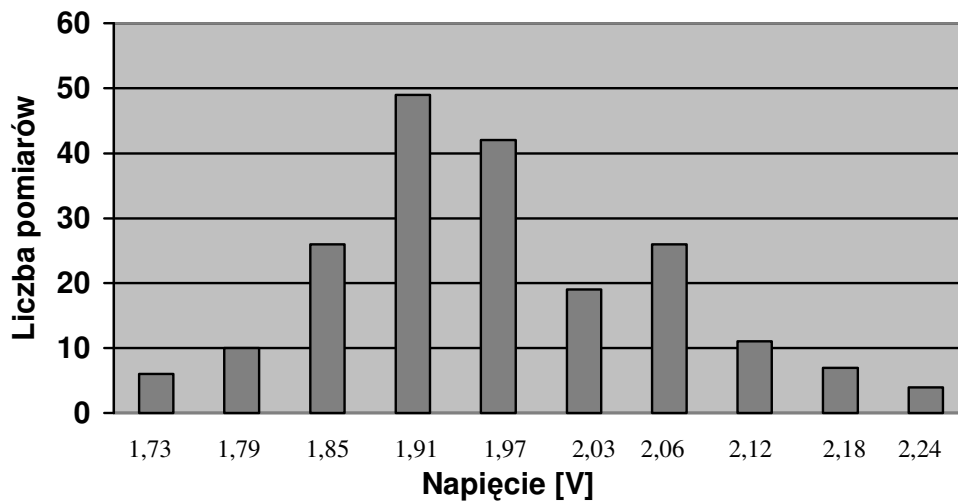
$\bar{x}$  – średnia wyników pomiarów

$$\bar{x} = \frac{34,895 + 34,870 + 34,891 + 34,889 + 34,885}{5} = 34,886 \text{ mm}$$

$$u_A = \sqrt{\frac{(34,895 - 34,886)^2 + (34,870 - 34,886)^2 + (34,891 - 34,886)^2 + (34,889 - 34,886)^2 + (34,885 - 34,886)^2}{20}} = 0,0043 \text{ mm}$$

## 4. Wykresy

### 4.1. Za pomocą programu Ime-Lab1 wygenerować 200 wyników pomiaru napięcia.



Rys 1, Histogram,

## 5. Uwagi i wnioski,

W ćwiczeniu tym zajęliśmy się analizą dokładności pomiaru. Celem ćwiczenia było nauczenie się określania błędów granicznych oraz niepewności całkowitej w pomiarach bezpośrednich i pośrednich oraz poprawnego zapisu wyniku pomiarów.

W punkcie 3.1 i 3.2 zajęliśmy się obliczaniem wartości średniej, odchylenia standardowego i niepewności całkowitej typu A. Można zauważyć, że wraz ze wzrostem liczby pomiarów rozpiętość wartości średniej i odchylenia standardowego znacznie zmalały. Oznacza to, że im więcej pomiarów, tym wartość średnia i odchylenie standardowe są dokładniejsze. Ponieważ w punkcie 3.1 dokonywaliśmy tylko 5 pomiarów, to zmuszeni byliśmy do korzystania z rozkładu t Studenta. W punkcie 3.2, gdzie liczba pomiarów wynosiła 5, korzystaliśmy z rozkładu normalnego Gaussa.

W punkcie 3.3, gdzie liczba pomiarów była bardzo duża (200), można zauważyć, że odchylenie standardowe jest bardzo małe. Sporządzony histogram pokazuje, że mierzone wartości koncentrują się wokół wartości średniej.

W punkcie 3.4 oprócz obliczania wartości średniej i odchylenia standardowego, dokonaliśmy obliczenia niepewności typu A – za pomocą metod statystycznych oraz niepewności typu B – za pomocą błędu granicznego multimetru.

Punkty 3.5 – 3.7 to pomiary czasu świecenia żarówki, rezystancji oraz wielkości metalowej bryły. Obliczaliśmy tam wartość średnią oraz odchylenie standardowe. Bardzo duże odchylenie standardowe stwierdziliśmy przy pomiarze rezystancji. Spowodowane to było przede wszystkim dużym rozrzutem wartości rezystancji poszczególnych rezystorów.