

**1-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**Užduoties Nr. 1-3 / 2007 10 26 – 11 20**  
**AIŠKINAMASIS SPRENDIMAS**

Varžų jungimas „vėduoklėje“ mišrus. Taikome ir nuoseklaus, ir lygiagretaus jungimų taisykles.

Kai  $n = 1$ , nagrinėjame varžą  $R = 10\Omega$  su jam lygiagrečiai prijungtu varžu  $2R$ :

$$R_1 = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} \approx 6,67\Omega,$$

$$R_2 = R_1.$$

Kai  $n = 3$ , „vėduoklė“ analogiška grupei su varžais  $R_1$ :

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot 2R_1}{R_1 + 2R_1} \approx 4,44\Omega.$$

$R_4 = R_3$ , o  $R_5 = R_3$ , kai 4-oji ir 5-oji grupės nėra viena šalia kitos. Jei jos šalia, tai varžas  $2R_1$  yra lygiagrečiai sujungtas su  $R$ , o tokio junginio varža yra

$$\frac{2R_1 R}{2R_1 + R} = \frac{4}{7}R.$$

Junginys nuosekliai sujungtas su  $R$ , tad gauname  $\frac{11}{7}R$ , o visa tai lygiagrečiai prijungta varžui  $R$ , tad gauname  $\frac{11}{18}R$ ; nuosekliai sujungta su  $R_1$ , gauname  $\frac{23}{18}R$ , o visa tai sujungta lygiagrečiai su  $R_1$ , tad

$$R'_5 = \frac{46}{105}R \approx 4,38\Omega.$$

Kai  $n = 6$ , patogu pastebėti, kad „vėduoklės“ simetrijos ašyje esančių taškų elektriniai potencialai yra vienodi. Viršuje iki simetrijos ašies yra varžas  $R_1 + \frac{R_1}{2} = R$ , lygiagrečiai sujungtas su  $R$ , tad viso  $\frac{R}{2}$  nuosekliai sujungta su  $R$ , tada  $1,5R$  lygiagrečiai sujungta su  $R$ , tada viso  $\frac{3}{5}R + \frac{3}{5}R = \frac{6}{5}R$  lygiagrečiai sujungta su pirmąja grupe  $R_1$ :

$$R_6 = \frac{\frac{6}{5}R \cdot R_1}{\frac{6}{5}R + R_1} \approx 4,29\Omega.$$

Analogiškai suskaičiuojame  $R_{10} \approx 4,26\Omega$  ir  $R_{15} = 4,25\Omega$ . Didesniems  $n$  (21, 28, 36, ...)  $R_n$  sumažėja nežymiai.

Baterijos elektrovara  $E = 4,5$  V, vidinė varža  $r = 4,5\Omega$ .

Naudingumo koeficientas  $\eta = \frac{IU}{IE} = \frac{R_n}{R_n + r} = \frac{1}{1 + \frac{r}{R_n}}$  mažėja didėjant  $n$ , nes mažėja  $R_n$ .

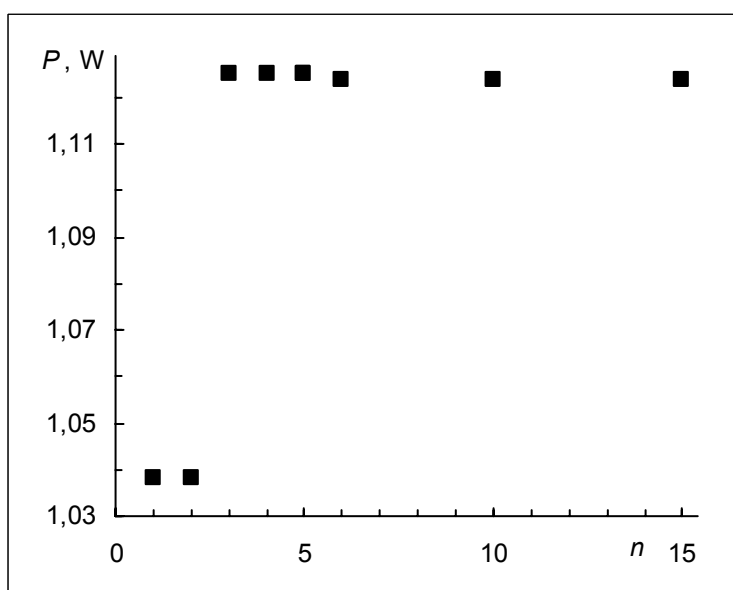
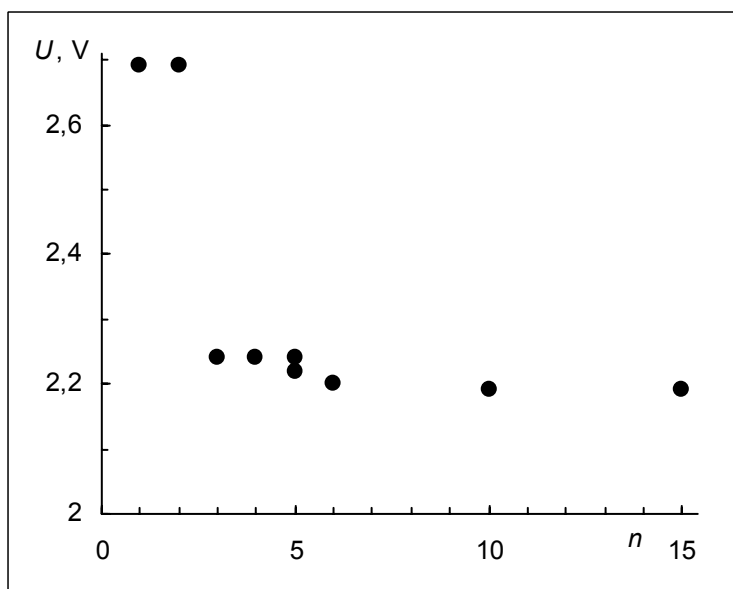
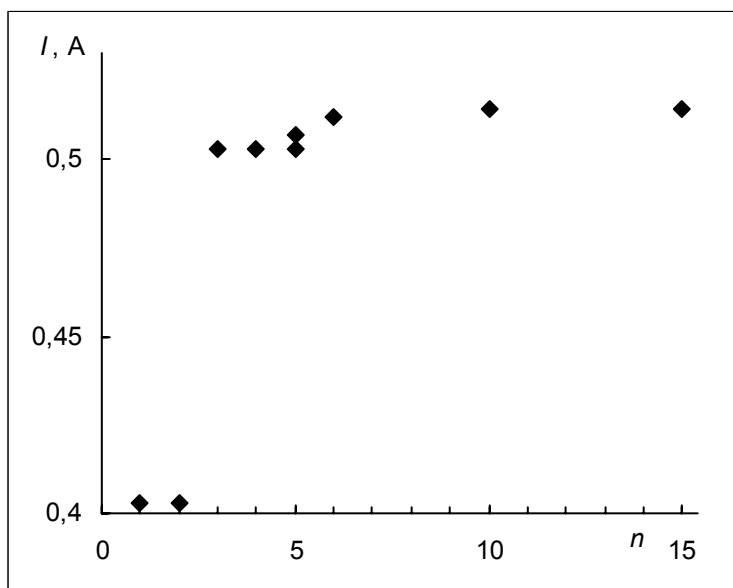
Srovės pagal Omo dėsnį visai grandinei  $I = \frac{E}{R_n + r}$  stiprėja didėjant  $n$ .

Baterijos gnybtų įtampa  $U = IR = \eta E$  mažėja didėjant  $n$ , nes mažėja  $\eta$ .

Naudingoji galia  $P = IU = \frac{E^2 R_n}{(R_n + r)^2}$  pasiekia didžiausią vertę, kai  $n = 3$ . Tada  $R_3$  vertė yra artima baterijos vidinei varžai. Didesniems  $n$  mažėja nežymiai, nes nežymiai kinta ir  $R_n$ .

Pastaba: nubrėztose priklausomybėse taškai tarpusavyje nesujungiami. Bet koks sujungimas būtų labai kompliktuotas, nes nėra  $n$  verčių su vieneto dalimis, be to ir  $R_2, R_4, R_5, R_5'$  paskaičiavimas tai įrodo.

$n$	1, 2	3, 4, 5	5	6	10	15
$R_n, \Omega$	6,67	4,44	4,38	4,29	4,26	4,25
$\eta, \%$	59,7	49,7	49,3	48,8	48,6	48,6
$I, \text{mA}$	403	503	507	512	514	514
$U, \text{V}$	2,69	2,24	2,22	2,20	2,19	2,19
$P, \text{W}$	1,083	1,125	1,125	1,124	1,124	1,124



Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) skelbiamas nuo 2007 11 27.