

Kolm 100 W nimivõimsusega hõõglampi

Ülesanne: Leida kolme 100 W nimivõimsusega hõõglambi kõikvõimalike lülitusviiside andmete põhjal seadus, mille järgi lambi takistus sõltub toitepingest U .

Allpool on tabuleeritud: lambi toitepinge U , voolutugevus lambis I , lambi takistus R , töötava lambi takistuse erinevus külma lambi takistusest $R_0 \approx 38 \Omega$ (R_0 on mõõdetud testri kui oommeetriga), takistuste vahe naturaallogaritm $\ln y$, pinge naturaallogaritm $\ln U$, põhikooli füüsika mudeli ($R = \text{const}$) kohaselt arvutatud võimsus P_{pk} ja tegelikest katseandmetest arvutatud võimsus P_{teg} . Tabeli esimesel real on toodud andmed üksinda 50 Hz vahelduv-vooluvõrku lülitatud lambi kohta. Teisel real on vaatluse all lamp, mis on jadamisi kahe ülejäänud lambi rööpühendusega ning neljandal real üks rööpühenduse lampidest. Kolmandal real on andmed ühe lambi kohta juhul, kui kaks ühesugust lampi on lülitatud võrku jadamisi.

Nr.	U (V)	I (A)	R (Ω)	$y = R - R_0$	$\ln y$	$\ln U$	P_{pk} (W)	P_{teg} (W)
1	236	0,44	536	498	6,21	5,46	100	104
2	187	0,39	479	441	6,09	5,23	44	73
3	118	0,31	381	343	5,84	4,77	25	37
4	49	0,20	251	213	5,36	3,89	11	10

Oletagem, et tegemist on astmefunktsiooniga: $R = R_0 + a U^n$, kus R_0 on külma lambi takistus (toitepingel $U = 0$), n – pinge astendaja ning a – konstant. Suurused n ja a iseloomustavad konkreetset uuritavat tüüpi lampi. Et uuritav funktsioon oleks esitatav korrutisena, vaatleme muutujana töötava lambi takistuse R erinevust külma lambi takistusest R_0 , seega lambi takistuse pingest sõltuvat osa $y = R - R_0 = a U^n$. Viimase avaldise logaritmimisel saame: $\ln y = \ln a + n \ln U$. Nendes koordinaatides tekib sirge, seega oli oletus astmefunktsiooni kohta õige.

NB! Kui tegemist oleks olnud eksponentfunktsiooniga $y = a \exp(U/b)$ (tavaline kasvav) või $y = y_m [1 - \exp(-U/b)]$ (piirangule lähenevalt kasvav), kus $y_m = R_m - R_0$ on piirang; siis oleksime saanud vastavalt sirge teljestikus kas $\ln y = \ln a + (U/b)$ või $\ln(y_m - y) = \ln y_m - (U/b)$, kus ikka $y = R - R_0$. Veendugem, et praegu selliseid sirgeid ei teki!

Leiame nüüd astendaja kui sirge tõusu $n = \frac{\Delta(\ln y)}{\Delta(\ln U)}$, seejuures teeme seda kolm korda:

esimese ja neljanda, esimese ja kolmanda ning teise ja neljanda katsepunkti põhjal. Saame:

$$n_{14} = \frac{0,85}{1,57} = 0,542, \quad n_{13} = \frac{0,37}{0,69} = 0,536, \quad n_{24} = \frac{0,73}{1,34} = 0,545. \quad \text{Keskmine: } n = 0,54.$$

Arvutame ka $\ln a = \ln y - n \ln U$ esimeses, teises ja kolmandas katsepunktis.

Saame vastavalt $\ln a$ väärtused: 3,262 ; 3,266 ja 3,264. Keskmine: $\ln a = 3,264$.

Seega $a = \exp 3,264 = 26,1$.

Otsitava sõltuvuse lõppkuju:

$$R = 38 + 26,1 \cdot U \text{ (V)}^{0,54} \text{ oomi.}$$

Esimeses lähenduses on hõõglambi takistus võrdeline ruutjuurega toitepingest ($n \approx 0,5$).