

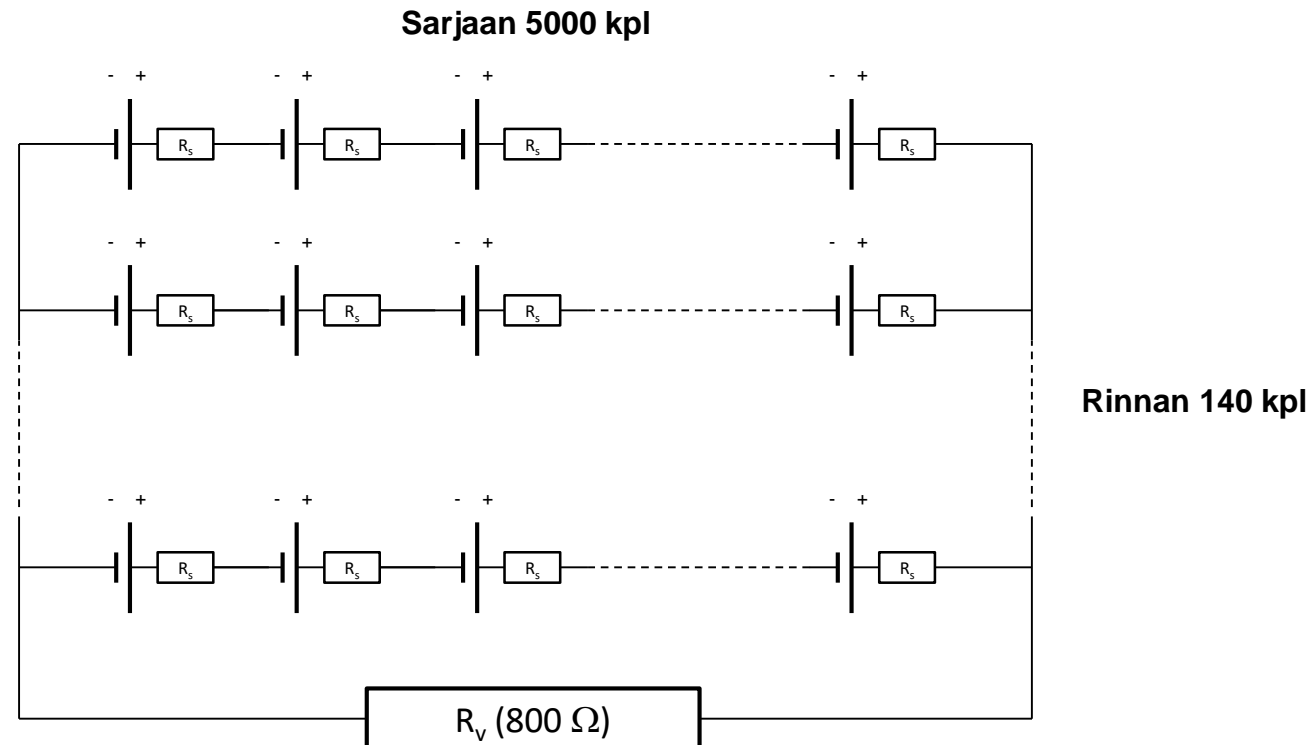
Yo-tehtävä K11/7

Sähköankerias (*Electrophorus electricus*) pystyy antamaan saaliilleen lamaannuttavia sähköiskuja. Sähkö tuotetaan erityisten sähköelinten avulla, jotka koostuvat suuresta joukosta sähkösoluja. Kukin solu voi luoda 0,15 V lähdejännitteen, ja solun sisäinen resistanssi on $0,25 \Omega$. Sähköelimessä on rinnankytkettynä 140 riviä sähkösoluja, ja kussakin rivissä on 5 000 sähkösolua sarjaankytkettynä. Ankerias saa aikaan sähkövirran ympäröivään veteen, jonka resistanssi on 800Ω muodostuvassa virtapiirissä.

- Piirrä periaatteellinen kytkentäkaavio.
- Kuinka suuren maksimivirran ankerias voi aiheuttaa veteen?
- Kuinka suuri virta kulkee tällöin yhden sähkösolun läpi?

Ratkaisu:

a)



b) Rivin sarjaan kytkettyjen solujen sisäinen resistanssi

$$R_r = 5000 \cdot 0,25 \Omega = 1250 \Omega$$

Rivit on kytketty rinnan, joten koko elimen sisäinen resistanssi on

$$\frac{1}{R_e} = 140 \frac{1}{R_r} \Leftrightarrow R_e = \frac{R_r}{140} = \frac{1250 \Omega}{140} \approx 8,9286 \Omega$$

Koko piirin resistanssi $R = 800 \Omega + 8,9286 \Omega = 808,93 \Omega$

Sarjaan kytkettyjen solujen lähdejännite $E = 5000 \cdot 0,15 V = 750 V$

Koko sähköelimen lähdejännite on myös $E = 750 V$, sillä rinnankytkentä ei vaikuta lähdejännitteeseen (napajännitteeseen kylläkin). Maksimisähkövirta on siis.

$$I_{\max} = \frac{E}{R} = \frac{750 V}{808,93 \Omega} \approx 0,92715 A \approx 0,93 A$$

c) Koska rivit ovat identtisiä, Kirchhoffin 1. lain perusteella yhdessä rivissä ja samalla siis yhdessä solussa kulkee virta

$$I_s = \frac{I}{140} = \frac{0,92715 A}{140} \approx 0,0066225 A \approx 6,6 \text{ mA}$$