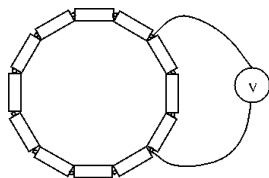


### Батерии, свързани в кръг

Броят на задачите, свързани с приложенията на законите на Ом за постояннотокови вериги е огромен и, общо взето, е трудно да се открие някоя, която да заинтригува. Но не е и невъзможно – доказателство за това е следната задача.

**Задача.**  $N$  на брой еднакви източници на постоянно ЕДН са свързани последователно така, че образуват затворена верига (фиг. 1). Какво ще бъде показанието на волтметъра, присъединен към точки от веригата, между които се намират  $k$  на брой източника?



Фиг. 1.

**Качествен анализ.** По принцип търсеното показание  $U_k$  на волтметъра би могло да зависи както от  $N$  и  $k$ , така и от характеристиките на източниците – тяхното ЕДН  $\mathcal{E}_0$  и вътрешно съпротивление  $r_0$ . При това, доколкото става дума за постояннотокова верига, очевидно няма значение от коя страна на веригата е поставен уредът – ако го прехвърлим от лявата страна на източниците, без да променяме точките, към които са присъединени клемите му, показанието не трябва да се променя<sup>1</sup>. А това означава, че  $U$  не трябва да се променя при замяна на  $k$  с  $(N - k)$ . (Търсеното напрежение би могло, например, да бъде функция на произведението  $k(N - k)$ .)

По-далече от това заключение качественият анализ може би не може да отведе.

**Количествено решение.** Най-пряко до отговора на задачата води обобщеният закон на Ом, който свързва тока в част от верига, включваща резистор и източник на ЕДН, с причините за протичане на тока – напрежението между краищата на веригата и ЕДН на източника. Тъй като от години у нас този закон не се изучава в общозадължителната подготовка, ще използваме закона на Ом за затворена верига:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

където  $\mathcal{E}$  е общото електродвижещо напрежение във веригата,  $R$  – общото

съпротивление на включените в нея резистори, а  $r$  – общото вътрешно съпротивление на източниците.

В нашия случай източниците са свързани последователно, така че  $\mathcal{E} = N\mathcal{E}_0$ , резистори няма, т.е.  $R = 0$ , а общото вътрешно съпротивление (последователно свързване!) е  $r = Nr_0$ . Така законът на Ом за затворена верига позволява да пресметнем тока във веригата:

$$(1) \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{N\mathcal{E}_0}{0 + Nr_0} = \frac{\mathcal{E}_0}{r_0}.$$

Величината  $\frac{\mathcal{E}_0}{r_0}$  обаче представлява точно тока на късо през един от

източниците, а при късо съединение между полюсите на източника напрежение няма. Щом между полюсите на един от източниците няма напрежение, то колкото и на брой такива източници да свързваме последователно, напрежението между краищата на получената верига ще бъде нула. Следователно отговорът на нашата задача е:

<sup>1</sup> Ако прегледате материала, озаглавен ““Ляво” и “дясно” напрежение или – какво мери волтметърът?”, ще се убедите, че при променливотокови вериги положението е различно.

$$(2) \quad U_k = 0.$$

Същият резултат се получава и ако пряко използваме едно от следствията на закона на Ом за затворена верига, записано във вида<sup>2</sup>:

$$(3) \quad U_k = \mathcal{E}_k - r_k I.$$

В нашия случай  $\mathcal{E}_k = k\mathcal{E}_0$ ,  $r_k = kr_0$ . Като заместим тези изрази в (3) и изразим  $I$  от (1), получаваме:

$$U_k = k\mathcal{E}_0 - kr_0 \frac{\mathcal{E}_0}{r_0} = 0.$$

Фактът, че по двата начина получаваме един и същ резултат, разбира се, не е за очудване.

---

<sup>2</sup> Вж. напр. Физика и астрономия за 9. клас, София, Просвета, 2001, стр. 51.