

### ЕДН на батерия

Всяка батерия представлява източник на ЕДН с определено вътрешно съпротивление  $r$ . Следващата задача показва как чрез две измервания с помощта на многообхватен волтметър може да се определи ЕДН на батерията.

**Задача.** Когато волтметър е включен на определен обхват, а клемите му са свързани с полюсите на батерия, показаниято на уреда е  $U_1$ , а когато е включен на  $n$  пъти по-голям обхват, показаниято му е  $U_2$ . Намерете ЕДН  $\mathcal{E}$  на батерията.

**Анализ.** Отклонението на стрелката на волтметъра е пропорционално на протичащия през него ток. В различните обхвати към измервателната система се включват последователно подходящи предсъпротивление. Ако при обхват  $U_0$  общото съпротивление на уреда е  $R$ , това означава, че стрелката му се отклонява максимално при ток  $U_0/R$ . За да бъде отклонението максимално и при обхват  $nU_0$ , общото съпротивление на уреда трябва да бъде  $nR$ . Тези съображения и законът на Ом за цялата верига са достатъчни за решаване на задачата.

**Решение.** Щом вътрешното съпротивление на батерията е  $r$ , при първото измерване общото съпротивление на веригата е  $R + r$  и токът през уреда, съгласно със закона на Ом за затворена верига –  $\mathcal{E}/(R + r)$ . Тогава от закона на Ом за част от веригата, приложен към волтметъра, следва:

$$(1) \quad \mathcal{E} \frac{R}{R+r} = U_1 \quad \text{или} \quad \frac{\mathcal{E}}{U_1} = 1 + \frac{r}{R}.$$

При второто измерване общото съпротивление на веригата е  $r + nR$ , а токът през нея – съответно  $\mathcal{E}/(r + nR)$ . В този случай законът на Ом, приложен за волтметъра, дава равенството:

$$(2) \quad \mathcal{E} \frac{nR}{r+nR} = U_2 \quad \text{или} \quad \frac{\mathcal{E}}{U_2} = 1 + \frac{r}{nR}.$$

За да елиминираме неизвестното отношение  $r/R$ , умножаваме (2) и  $n$  и вадим от него (1). В полученото равенство неизвестно е само  $\mathcal{E}$  и от него намираме:

$$(3) \quad \mathcal{E} = (n-1) \frac{U_1 U_2}{nU_1 - U_2}.$$

**Коментар.** Решението на задачата потвърждава факта, че ако искаме да измерим с волтметър ЕДН на някакъв източник, трябва да използваме уред с колкото може по-голямо вътрешно съпротивление. За да стане ясно как това следва от (3), ще запишем формулата във вида:

$$(4) \quad \mathcal{E} = \left(1 + \frac{1}{n}\right) \frac{U_1 U_2}{U_1 - \frac{1}{n} U_2}.$$

Вижда се, че когато  $n \gg 1$ , то наистина  $\mathcal{E} \approx U_2$ .

Ето защо, ако искате да намерите ЕДН без пресмятания, включвайте волтметъра на най-големия обхват – това гарантира минимална грешка. (В този случай обаче цената на едно скално деление е най-голяма и затова грешката при отчитането – максимална. Затова може би все пак е по-добре да направите две измервания със съответното пресмятане по формула (3).)