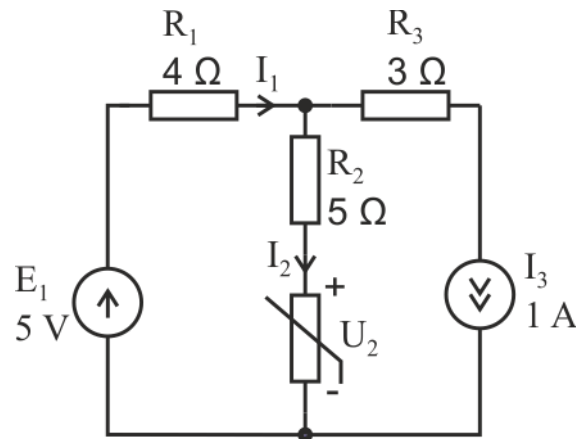


## АНАЛИЗ НА НЕЛИНЕЙНИ ПОСТОЯННОТОКОВИ ВЕРИГИ

**Задача 1.** Да се определят токът, напрежението и мощността на нелинейния елемент ( $U_2, I_2, P_2 = ?$ ), ако неговата волт-амперна характеристика (ВАХ) е зададена с:

$$U_2 = 3 \cdot I_2^2; \quad I_2 > 0$$



### Решение по метода със законите на Кирхоф

Във веригата има 2 неизвестни тока, така че записваме система с 2 уравнения:

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ E_1 = R_1 \cdot I_1 + R_2 I_2 + U_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} I_1 = I_2 + 1 \\ 5 = 4 \cdot I_1 + 5I_2 + U_2 \end{cases}$$

В горната система замества  $U_2 = 3 \cdot I_2^2; I_2 > 0$ :

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + 1 \\ 5 = 4 \cdot I_1 + 5I_2 + 3 \cdot I_2^2 \end{cases}$$

Замества  $I_1$  от първото уравнение във второто:

$$5 = 4 \cdot (I_2 + 1) + 5I_2 + 3I_2^2 \rightarrow 3 \cdot I_2^2 + 9I_2 - 1 = 0$$

Решението е:

$$I_2 = \frac{-9 \pm \sqrt{9^2 - 4 \cdot 3 \cdot (-1)}}{2 \cdot 3} = \frac{-9 \pm 9,64}{6}$$

Тъй като  $I_2 > 0$  решението е положителния корен:

$$I_2 = \frac{-9 + 9,64}{6} = 0,11 \text{ [A]}$$

Напрежението и мощността на нелинейния елемент са:

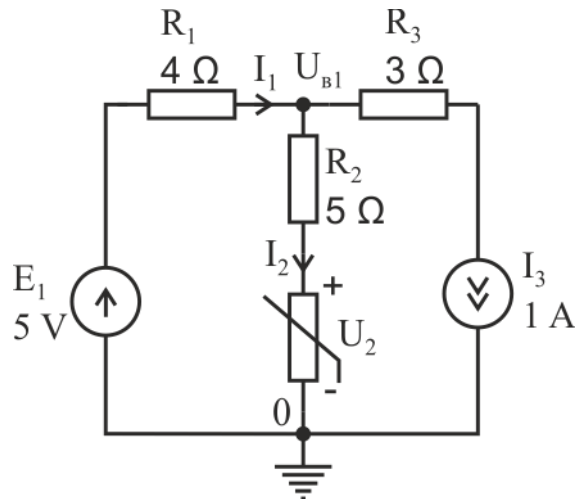
$$U_2 = 3I_2^2 = 0,034 \text{ [V]}$$

$$P_2 = U_2 I_2 = 0,0036 \text{ [W]} = 3,6 \text{ [mW]}$$

### Решение по метода с възловите потенциали.

Схемата има 2 възела, така че свързваме единия към маса, а вторият е неизвестен, т.е. нужно е само 1 уравнение. Записваме уравнение по ПЗК:

$$I_1 = I_2 + 1$$



Изразяваме  $I_1$  чрез законът на Ом:

$$I_1 = \frac{0 - U_{B1} + 5}{4} = \frac{5 - U_{B1}}{4} = 1,25 - 0,25U_{B1}$$

Тъй като във втория клон има нелинеен елемент не може да приложим законът на Ом. Затова прилагаме ВЗК:

$$U_{B1} - 0 = 5I_2 + U_2$$

Заместваме тока  $I_1$  в уравнението по ПЗК:

$$I_1 = I_2 + 1 \Rightarrow 1,25 - 0,25U_{B1} = I_2 + 1$$

Заместваме  $U_{B1}$  от уравнението по ВЗК в горното уравнение:

$$1,25 - 0,25U_{B1} = I_2 + 1 \Rightarrow 1,25 - 0,25(5I_2 + U_2) = I_2 + 1$$

Получаваме:

$$0,25 = 2,25I_2 + 0,25U_2$$

Заместваме  $U_2 = 3 \cdot I_2^2$ ;  $I_2 > 0$  и горното уравнение става:

$$0,25 = 2,25I_2 + 0,25U_2 \Rightarrow 0,25 \cdot 3 \cdot I_2^2 + 2,25I_2 - 0,25 = 0$$

Ако умножим гореполученото уравнение по 4, получаваме същото квадратно уравнение, като по първия метод:

$$3 \cdot I_2^2 + 9I_2 - 1 = 0$$

Следователно решението за тока е положителния корен, т.е.:

$$I_2 = \frac{-9 + 9,64}{6} = 0,11 \text{ [A]}$$