



Основы электротехники

Отчет по лабораторной работе №1

Исследование характеристик источника электрической энергии постоянного
тока

Группа Р3332

Вариант 71

Выполнил: Чмурова Мария Владиславовна

Дата сдачи отчета:

Дата защиты: 09.10.2024

Контрольный срок защиты: 09.10.2024

Количество баллов:

СПБ – 2024

Оглавление

Цель работы	3
Схема эксперимента	3
Заполненная таблица	4
Пример расчёта для одной произвольной строки таблицы.....	5
Расчётная внешняя характеристика источника	7
Графики зависимости $P_n(I_n)$ и $\eta(I_n)$	7
Выводы по работе	8

Цель работы

Исследование режимов работы и экспериментальное определение параметров схемы замещения источника электрической энергии.

Схема эксперимента

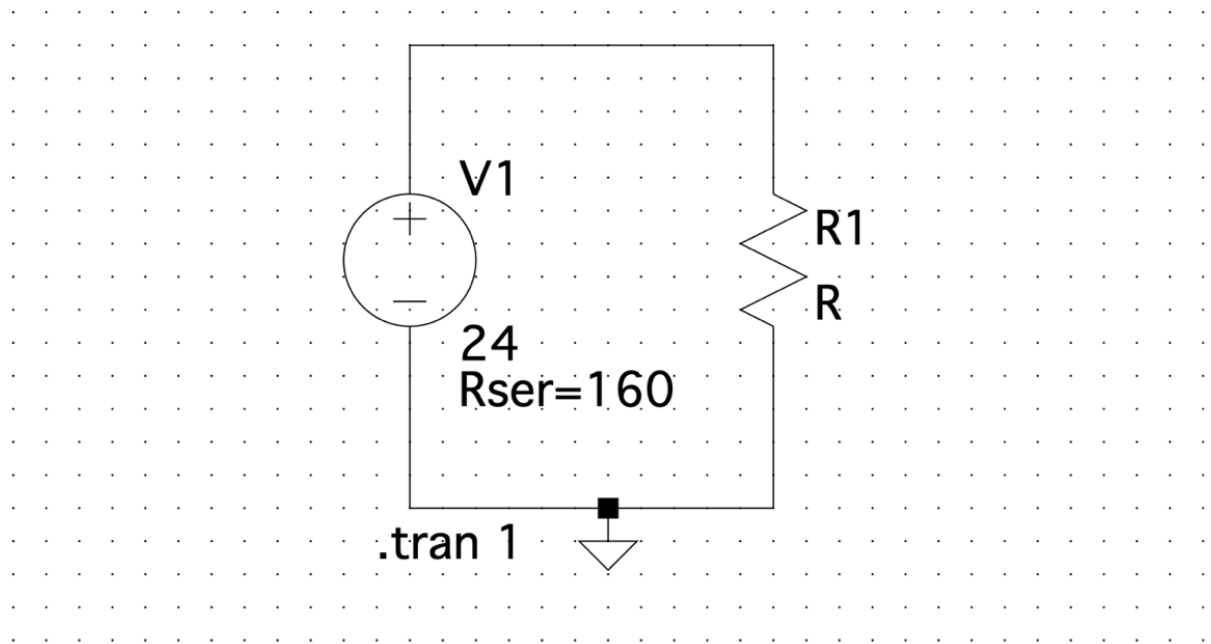


Рисунок 1. Схема эксперимента

Заполненная таблица

Таблица 1.1

k	Измерения		Расчёт			
			$r = 160 \text{ [Ом]}, E = 24 \text{ [В]}, I_{sc} = 0.15 \text{ [мА]}$			
0	$R_n \text{ [Ом]}$	$U_n \text{ [В]}$	$I_n \text{ [мА]}$	$P_n \text{ [Вт]}$	η	$r \text{ [Ом]}$
1	$r = \infty$	$U_0 = 24$	0	0	1	X
2	1440	21,6	15	0,324	0,9	160
3	640	19,2	30	0,576	0,8	160,035
4	373	16,795	45,028	0,756	0,7	159,965
5	240	14,4	60	0,864	0,6	160
6	160	12	75	0,9	0,5	160,005
7	107	9,618	89,887	0,865	0,401	160,062
8	69	7,231	104,8	0,758	0,301	159,934
9	40	4,8	120	0,576	0,2	159,992
10	18	2,427	134,832	0.327	0,101	160,008
11	0	0	150	0	0	X

Оценка внутреннего сопротивления источника r в виде среднего квадратического значения:

$$\begin{aligned}
 r &= \sqrt{\sum_{k=2}^{10} \frac{r_k^2}{9}} = \\
 &= \sqrt{\frac{160^2 + 160,035^2 + 159,965^2 + 160^2 + 160,005^2 + 160,062^2 + 159,934^2 + 159,992^2 + 160,008^2}{9}} = \\
 &= 160 \text{ [Ом]}
 \end{aligned}$$

Пример расчёта для одной произвольной строки таблицы

Для примера будет описан расчёт для строки при $k = 2$

В приложении LTspice на резисторе выставляется значение $R = 1440$:

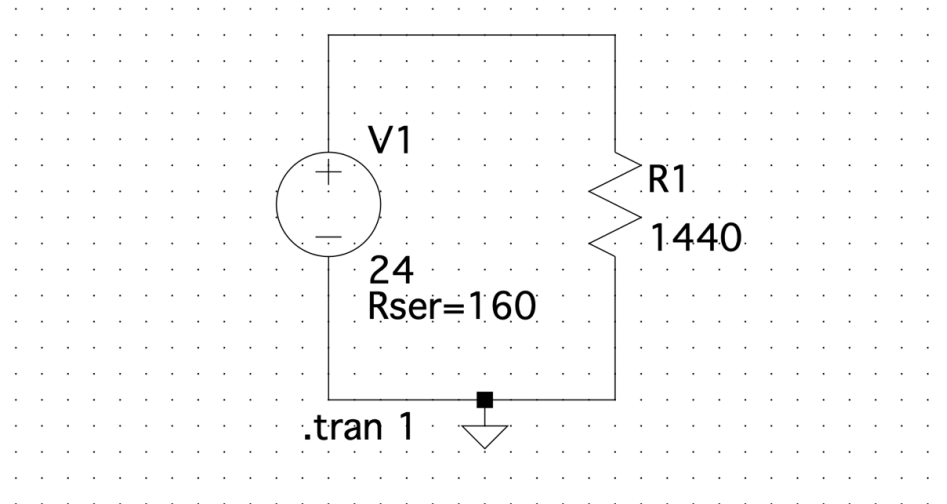


Рисунок 2. Изменения значения резистора

После этого программа запускается и снимается значение напряжения с провода. По графику находится соответствующее значение для напряжения и заносится в таблицу. Для примера получится $U = 21,6\text{В}$:

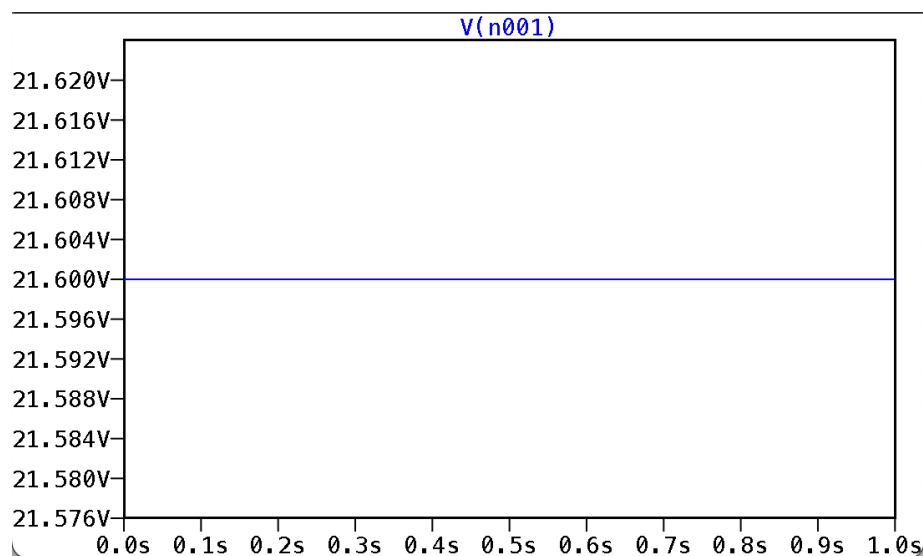


Рисунок 3. Значения напряжения для $R = 1440$

После этого по формулам рассчитываются оставшиеся строки таблицы последовательно.

- Ток в нагрузке:

$$I_{n_k} = \frac{U_{n_k}}{R_{n_k}} = \frac{21,6}{1440} = 0,015 \text{ [A]} = 15 \text{ [мА]}$$

- Мощность, рассеиваемая в нагрузке:

$$P_{n_k} = \frac{U_{n_k}^2}{R_{n_k}} = \frac{21,6^2}{1440} = 0,324 \text{ [Вт]}$$

- Внутреннее сопротивление источника:

$$r_k = \frac{U_{n_k} - U_{n_{k+1}}}{I_{n_{k+1}} - I_{n_k}} = \frac{21,6 - 19,2}{30 - 15} = 160 \text{ [Ом]}$$

- Коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{R_{n_k}}{r + R_{n_k}} = \frac{1440}{160 + 1440} = 0,9$$

Полученные значения заносятся в таблицу 1.1

Расчётная внешняя характеристика источника

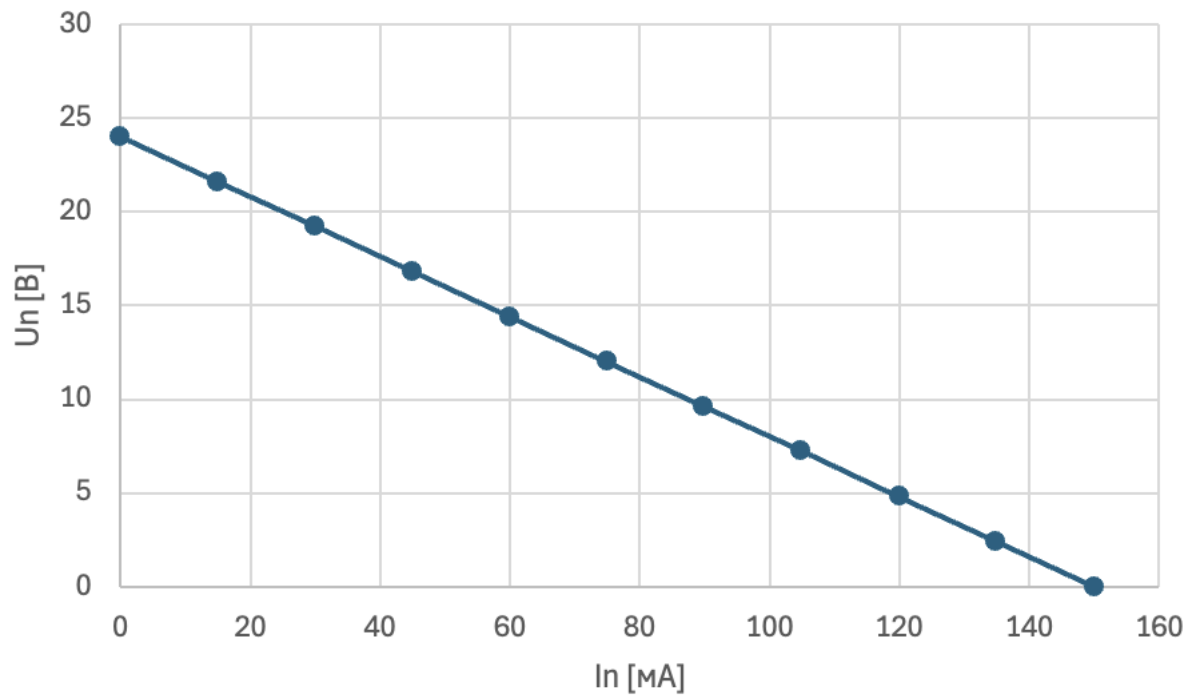


Рисунок 4. Расчётная внешняя характеристика источника

Графики зависимости $P_n(I_n)$ и $\eta(I_n)$

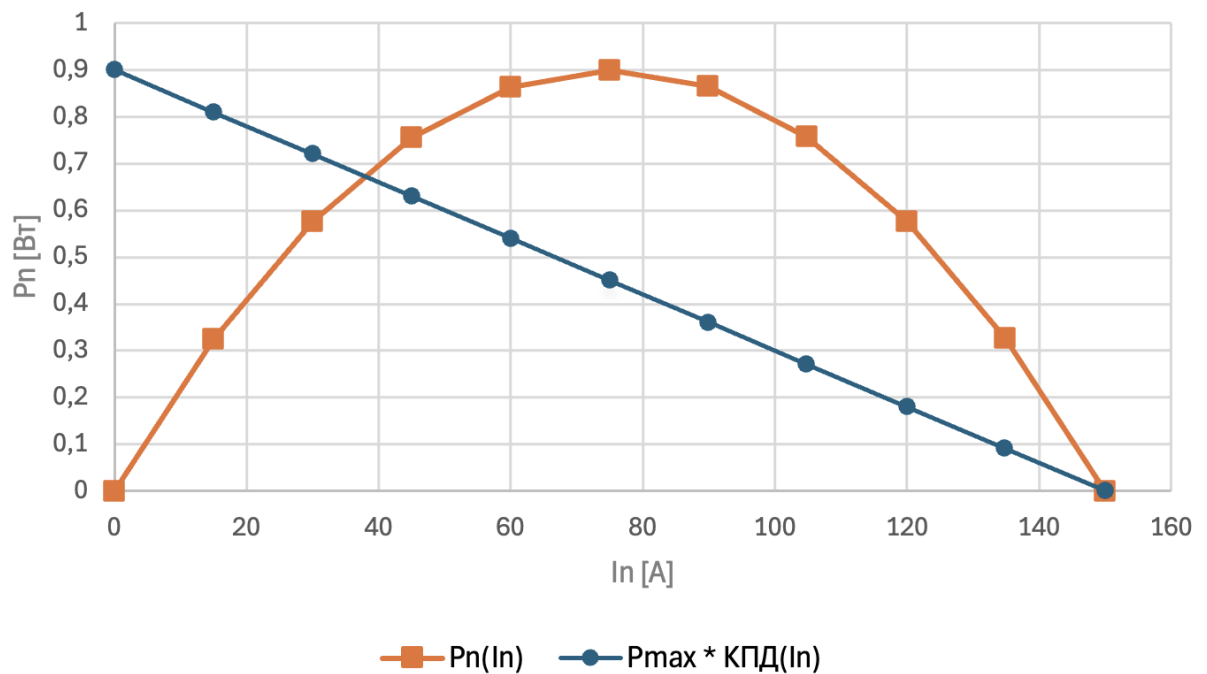


Рисунок 5. Графики зависимости $P_n(I_n)$ и $\eta(I_n)$

Выводы по работе

В ходе данной лабораторной работы были исследованы такие режимы работы источника, как: холостой ход (при бесконечном сопротивлении, разрыв цепи), короткое замыкание (отсутствие внешней нагрузки и сопротивление близкое к нулю) и согласованный режим (максимальная отдаваемая мощность источника).

Экспериментально было определено значение напряжения U_n при различных значениях сопротивления. В режиме холостого хода напряжение U_0 соответствует заданному значению ЭДС $E = 24$ [В]. Была подтверждена линейная зависимость напряжения от сопротивления. Кроме того, было рассчитано значение мощности P_n и максимум мощности наблюдался в согласованном режиме при $R_n = r$. Определение среднеквадратичного значения внутреннего сопротивления дало результат, совпадающий с заданным значением $r = 160$ [Ом].

Расчетная внешняя характеристика U_n от I_n имеет линейный характер. При увеличении тока напряжение на нагрузке уменьшается, что соответствует уменьшению сопротивления нагрузке. При максимальном токе напряжение на нагрузке равно нулю, а при холостом ходе – ЭДС.

График зависимости мощности от тока имеет параболический характер. Мощность сначала возрастает, достигая максимума в согласованном режиме, затем начинает снижаться по мере дальнейшего увеличения тока. Зависимость КПД от тока демонстрирует линейную зависимость – КПД уменьшается при увеличении тока, что соответствует теоретическим зависимостям. Пик мощности достигается при $\text{КПД} = 50\%$, что подтверждает согласованный режим.