

1.1. Характеристики эквивалентного двухполюсника

Рассмотрим двухполюсник, образованный последовательным соединением источника напряжения и линейного резистора (выделен пунктиром на рис. 1.1, а). Такой эквивалентной схемой может быть представлен любой линейный двухполюсник. К внешним зажимам двухполюсника подключено сопротивление нагрузки R_H .

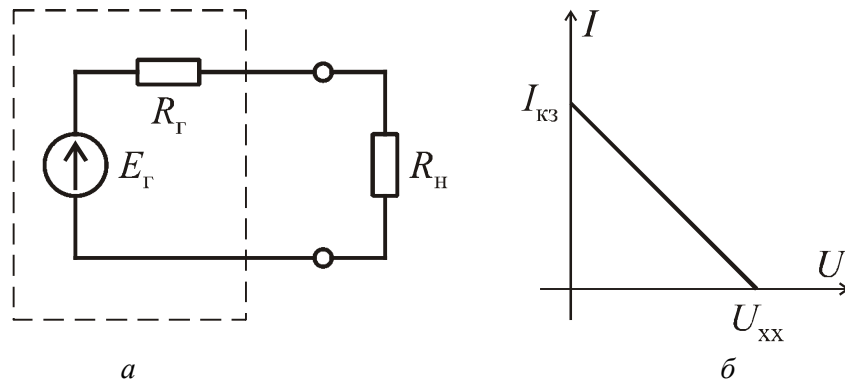


Рис. 1.1

Ток в цепи

$$I = \frac{E}{R_r + R_H}.$$

Напряжение на зажимах двухполюсника

$$U_H = E_r - R_r I.$$

Вольт-амперная характеристика двухполюсника (для выбранных направлений напряжений и токов) показана на рис. 1.1, б. Ее называют *нагрузочной прямой*.

Если уменьшать сопротивление нагрузки, ток двухполюсника будет увеличиваться, а напряжение на внешних зажимах – уменьшаться. В пределе, когда сопротивление R_H станет равным нулю, напряжение двухполюсника упадет до нуля, а ток достигнет максимального значения. Такой режим работы двухполюсника называют режимом *короткого замыкания*. Ток двухполюсника в этом режиме называют током короткого замыкания. Его величина ограничена только сопротивлением двухполюсника:

$$I_{кз} = \frac{E_r}{R_r}.$$

Если увеличивать сопротивление нагрузки, ток двухполюсника будет уменьшаться. В пределе при $R_H \rightarrow \infty$ ток $I = 0$. Такой режим двухполюсника

называют режимом *холостого хода*. В этом режиме напряжение на внешних зажимах двухполюсника равно напряжению источника:

$$U_{xx} = E_{\Gamma}.$$

Рассмотрим теперь, как изменяется мощность, выделяемая в сопротивлении нагрузки при изменении R_{H} . Мощность, отдаваемая двухполюсником в сопротивление нагрузки

$$P_{\text{H}} = I^2 R_{\text{H}} = \frac{E_{\Gamma}^2 R_{\text{H}}}{(R_{\Gamma} + R_{\text{H}})^2}. \quad (1.1)$$

Мощность P_{H} принимает нулевые значения в режимах холостого хода и короткого замыкания. При $R_{\text{H}} = R_{\Gamma}$ двухполюсник отдает в нагрузку максимальную мощность:

$$P_{\text{Hmax}} = \frac{E_{\Gamma}^2}{4R_{\Gamma}}.$$

Такой режим, когда сопротивления двухполюсника и нагрузки равны и двухполюсник отдает во внешнюю цепь максимальную мощность, называют *режимом согласованной нагрузки*.

В режиме холостого хода $P = 0$. При уменьшении сопротивления нагрузки мощность двухполюсника, определяемая формулой

$$P_{\Gamma} = E_{\Gamma} I = \frac{E_{\Gamma}^2}{R_{\Gamma} + R_{\text{H}}},$$

будет расти. Максимальной мощность двухполюсника будет в режиме короткого замыкания:

$$P_{\text{max}} = \frac{E_{\Gamma}^2}{R_{\Gamma}}.$$

Мощность, теряемая внутри двухполюсника, также растет при уменьшении сопротивления нагрузки:

$$\Delta P = R_{\Gamma} I^2 = \frac{R_{\Gamma} E_{\Gamma}^2}{(R_{\Gamma} + R_{\text{H}})^2}.$$

Коэффициент полезного действия рассматриваемой цепи равен отношению мощности, выделяемой в нагрузке, к мощности, развиваемой двухполосником:

$$\eta = \frac{P_H}{P_r} = \frac{R_H}{R_r + R_H}.$$

Из последнего соотношения следует, что в режиме согласованной нагрузки КПД $\eta = 50\%$. Иными словами, в таком режиме половина мощности теряется в двухполоснике. Такой режим допустим в цепях малой мощности, когда потерями можно пренебречь. В цепях большой мощности режим согласованной нагрузки не используется, так как КПД слишком мал. Кроме того, в генераторах большой мощности ток, равный $E/2R$, обычно значительно превышает допустимый ток генератора. Для увеличения коэффициента полезного действия выбирают $R_H > R_r$.

Рекомендуемая литература

1. Бычков, Ю. А. Основы теории электрических цепей: учеб. для вузов / Ю. А. Бычков, В. М. Золотницкий, Э. П. Чернышев. – СПб.: Изд-во «Лань», 2002. – 464 с.
 2. Бакалов, В. П. Основы теории цепей: учебник для вузов / В. П. Бакалов, В. Ф. Дмитриков, Б. И. Крук. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 2000. – 592 с.
 3. Атабеков Г. И. Основы теории цепей: Учебник. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2006. – 432 с.
 4. Довгун, В. П. Электротехника и электроника: учеб. пособие: в 2-х ч. Ч. 1 / В. П. Довгун. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 270 с.
- Башарин, С. А. Теоретические основы электротехники: Теория электрических цепей и электромагнитного поля: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С. А. Башарин, В. В. Федоров. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 304 с.