

视接收系统中,要求电视机接收端子与输入信号间满足匹配条件。在负载电阻与信号源内阻不等的情况下,为了实现匹配,往往要在负载之前接入变换器(图 3-34)。

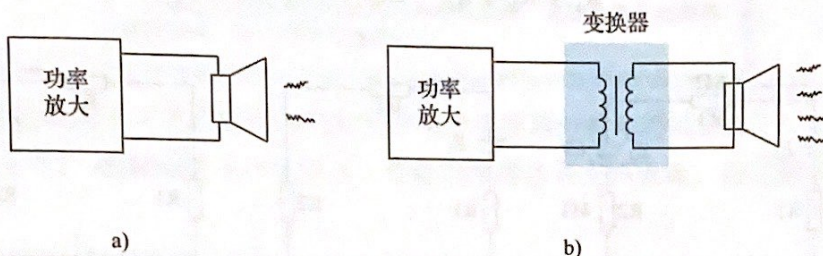


图 3-34 变换器的作用

a) 未接变换器前输出功率小 b) 接入变换器后输出功率大

但在电力系统中,输送功率很大,如何提高效率就显得非常重要,必须使电源内阻(包括输电线路电阻)远小于负载电阻,以减小损耗,提高效率。

巩固练习

1. 应用戴维南定理将图 3-28 所示两个电路变换为等效电压源。
2. 在图 3-35 所示电路中,已知 $E = 12\text{ V}$, $r = 0.2\ \Omega$, $R_1 = 4.8\ \Omega$, $R_3 = 7\ \Omega$, 求 R_2 阻值多大时可以从电路中获得最大的功率? 最大功率是多少?

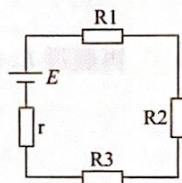


图 3-35

§ 3-4 叠加原理



学习目标

1. 了解叠加原理的内容和适用条件。
2. 能正确使用叠加原理分析计算电路。

首先来分析一个并不复杂的电路,如图 3-36a 所示,电路中两个电源的电动势分别为 E_1 和 E_2 , 根据基尔霍夫第二定律可得:

$$I(R_1 + R_2 + R_3) = E_1 - E_2$$

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{18 - 6}{2 + 4 + 6} \text{ A} = 1 \text{ A}$$

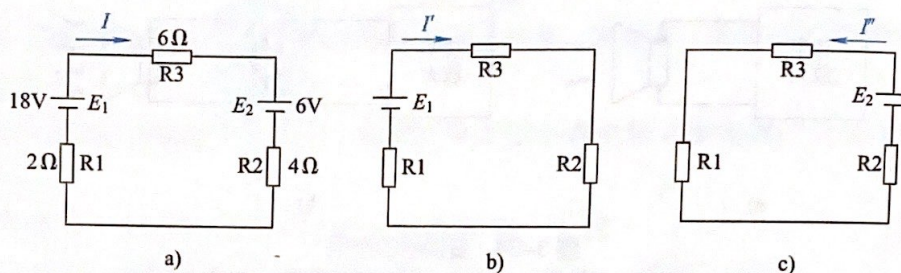


图 3-36 叠加原理

a) 实际电路 b) 设 E_1 单独作用 c) 设 E_2 单独作用

现在假设 E_1 单独作用, 而将 E_2 置零 (图 3-36b), 则电路中电流为

$$I' = \frac{E_1}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{18}{2 + 4 + 6} \text{ A} = 1.5 \text{ A}$$

再假设 E_2 单独作用, 而将 E_1 置零 (图 3-36c), 则电路中电流为

$$I'' = \frac{E_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{6}{2 + 4 + 6} \text{ A} = 0.5 \text{ A}$$

电路中的实际电流应为两个电源共同作用的结果, 即

$$I = I' - I'' = 1.5 - 0.5 \text{ A} = 1 \text{ A}$$

这给我们一个启示: 分析含有几个独立源的复杂电路时, 可将其分解为几个独立源单独作用的简单电路来研究, 然后将计算结果叠加, 求得原电路的实际电流、电压, 这一原理称为**叠加原理**。

叠加原理中所说的独立源单独作用, 是指当某一独立源起作用时, 其他独立源都不起作用, 即独立恒压源用短路代替, 独立恒流源用开路代替。

叠加原理是线性电路的一个基本定理。

应用叠加原理解题步骤如下:

分别做出一个电源单独作用的分图, 而去除其余电源 (独立恒压源短路, 独立恒流源开路), 只保留其内阻



分别计算出每个电源单独作用时, 各支路电流或电压分量

计算出各支路电流或电压分量的代数和, 这就是各个电源共同作用时, 各支路的电流或电压

下面仍以例 3-4 中的电路为例说明应用叠加原理分析电路的方法。

【例 3-9】 电路如图 3-37a 所示, 用叠加原理求各支路电流, 并计算 R_3 上消耗的功率。

解: (1) 将原电路分解为 E_1 和 E_2 分别作用的两个简单电路, 并标出电流参考方向, 如图 3-37b、图 3-37c 所示。

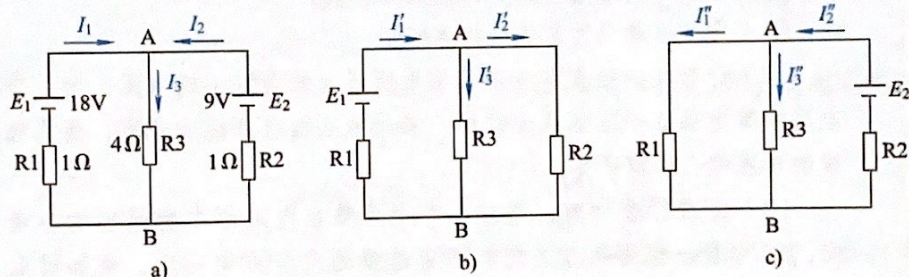


图 3-37

a) 实际电路 b) 设 E_1 单独作用 c) 设 E_2 单独作用

(2) 分别求出各电源单独作用时各支路电流。

在图 3-37b 中, E_1 单独作用时

$$I'_1 = \frac{E_1}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}} = \frac{18}{1 + \frac{1 \times 4}{1 + 4}} \text{ A} = 10 \text{ A}$$

$$I'_2 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I'_1 = \frac{4}{1 + 4} \times 10 \text{ A} = 8 \text{ A}$$

$$I'_3 = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I'_1 = \frac{1}{1 + 4} \times 10 \text{ A} = 2 \text{ A}$$

在图 3-37c 中, E_2 单独作用时

$$I''_2 = \frac{E_2}{R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}} = \frac{9}{1 + \frac{1 \times 4}{1 + 4}} \text{ A} = 5 \text{ A}$$

$$I''_1 = \frac{R_3}{R_1 + R_3} I''_2 = \frac{4}{1 + 4} \times 5 \text{ A} = 4 \text{ A}$$

$$I''_3 = \frac{R_1}{R_1 + R_3} I''_2 = \frac{1}{1 + 4} \times 5 \text{ A} = 1 \text{ A}$$

(3) 将各支路电流叠加 (即求出代数和), 得

$$I_1 = I'_1 - I''_1 = 10 \text{ A} - 4 \text{ A} = 6 \text{ A}$$

$$I_2 = I'_2 - I''_2 = 5 \text{ A} - 8 \text{ A} = -3 \text{ A}$$

$$I_3 = I'_3 + I''_3 = 2 \text{ A} + 1 \text{ A} = 3 \text{ A}$$

R_3 上消耗的功率为 $P_3 = I_3^2 R_3 = 3^2 \times 4 \text{ W} = 36 \text{ W}$

应当注意 $P'_3 + P''_3 = (I'_3)^2 R_3 + (I''_3)^2 R_3 = 2^2 \times 4 \text{ W} + 1^2 \times 4 \text{ W} = 20 \text{ W}$

显然 $P_3 \neq P'_3 + P''_3$

可以看出, 功率不满足叠加原理, 计算时不能直接叠加。



小提示

应用叠加原理解题时, 应注意以下几点:

(1) 叠加原理只适用于线性电路。

(2) 计算某一独立电源单独作用所产生的电流 (或电压) 时, 应将电路中其他独立恒压源视为短路, 其他独立恒流源视为开路, 所有独立源的内阻都应保留不变。

(3) 在进行叠加时, 要注意各个分量在电路图中所标出的参考方向, 若所求分量的参考方向与图中总量的参考方向一致, 叠加时取正号, 相反时取负号。

(4) 叠加原理只能用来计算线性电路中的电流或电压, 但功率不能用叠加原理计算, 因为功率与电流 (或电压) 之间不是线性关系。

巩固练习

在图 3-37a 所示电路中, 用叠加原理求 U_{AB} 的数值。如果右边的电源 E_2 反向, 电压 U_{AB} 将变为多大?



本章小结

1. 基尔霍夫第一定律反映了节点上各支路电流之间的关系。其表达式为: $\sum I_{\text{进}} = \sum I_{\text{出}}$ 。

2. 基尔霍夫第二定律反映了回路中各元件电压之间的关系。其表达式为: $\sum E = \sum IR$ 。

3. 支路电流法是以支路电流为未知量, 依据基尔霍夫定律列出节点电流方程和回路电压方程, 然后联立方程, 求出各支路电流。