

电路理论基础总复习 (1-7章)

哈尔滨工业大学(深圳)



复习内容

一、本学期的主要内容

二、电路课程的基本规律

三、线性直流电路的重要性

四、主要内容的学习要点

五、例题及注意事项

一、本学期的主要内容

基础知识

电路元件与电路基本定律

直流电路

线性直流电路
电路定理

交流电路

正弦交流电路
三相电路
非正弦周期电流电路
频率特性和谐振现象

稳态分析

介绍电路的等效、分析方法、各种电路定理

复习内容

一、本学期的主要内容

二、电路课程的基本规律

三、线性直流电路的重要性

四、主要内容的学习要点

五、例题及注意事项

二、电路的基本规律

(1) 基尔霍夫定律—结构约束

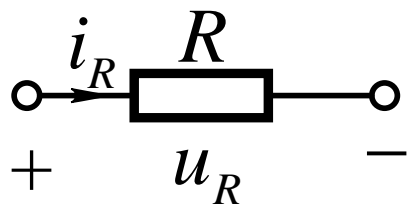
$$\text{KCL} \quad \sum i = 0 \quad (\mathbf{n-1}) \text{独立}$$

$$\text{KVL} \quad \sum u = 0 \quad \mathbf{b-(n-1)} \text{独立}$$

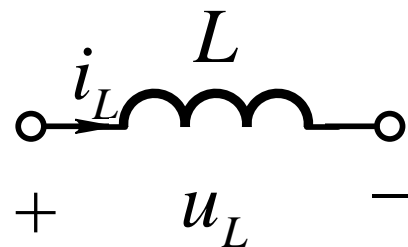
适用于任意集中参数电路，相对简单

二、电路的基本规律

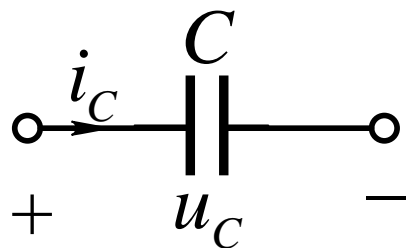
(2) 元件特性方程—元件约束



$$R: u = Ri, \quad i = Gu$$



$$L: \psi = Li_L, \quad u_L = L \frac{di_L}{dt}$$



$$C: q = Cu_C, \quad i_C = C \frac{du_C}{dt}$$

二、电路的基本规律

(2) 元件特性方程—元件约束

电压源: $u = u_S$

电压确定, 电流和功率由外电路决定

电流源: $i = i_S$

电流确定, 电压和功率由外电路决定

受控源: VCVS, VCCS, CCVS, CCCS

VCR
变化多样

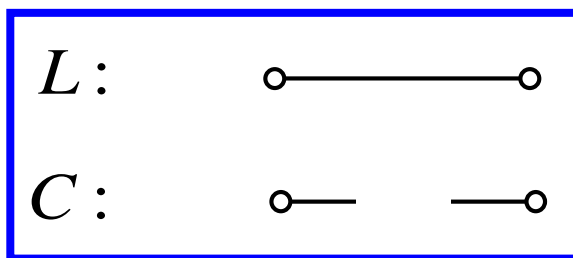
二、电路的基本规律

(3) 基本规律在直流电路中的表述

$$\text{KCL: } \sum I = 0$$

$$\text{KVL: } \sum U = 0$$

$$\text{VCR } R: U = RI \quad I = GU$$



电压源: U_S

电流源: I_S

在上述方程基础之上，建立了电路的各种分析方法，基本定理，等效变换。

二、电路的基本规律

(4)基本规律在正弦电流电路中的表述

$$\text{KCL: } \sum \dot{I} = 0$$

$$\text{KVL: } \sum \dot{U} = 0$$

$$\text{VCR } R: \dot{U} = R\dot{I} \quad \dot{I} = G\dot{U}$$

$$L: \dot{U}_L = j\omega L\dot{I}_L$$

$$C: \dot{U}_C = \frac{1}{j\omega C}\dot{I}_C$$



$$\dot{U} = Z\dot{I}$$

欧姆定律的相量形式

$$\text{电源: } \dot{U}_S \quad \dot{I}_S$$

复习内容

一、本学期的主要内容

二、电路课程的基本规律

三、线性直流电路的重要性

四、主要内容的学习要点

五、例题及注意事项

三、线性直流电路的重要性

(1) 在线性直流电路中

$$\text{KCL: } \sum I = 0$$

$$\text{KVL: } \sum U = 0$$

$$\text{VCR: } U_R = RI_R$$

$$\text{电源: } U_S \quad I_S$$

支路电流法、回路电流法、节点电压法、等效电源定理、叠加定理、齐性定理、置换定理、特勒根定理、互易定理、各种等效变换

三、线性直流电路的重要性

(2) 在正弦电流电路中

电路时域模型:

$$\sum i = 0 \quad \sum u = 0$$

$$u_R = Ri_R$$

$$u_L = Li_L \quad i_C = C\dot{u}_C$$

$$u_S = \sqrt{2}U_S \cos(\omega t + \psi_A)$$

$$i_S = \sqrt{2}I_S \cos(\omega t + \psi_B)$$

.....
 $u(t) = ? \quad i(t) = ?$

$$u(t) = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \psi_u)$$

$$i(t) = \sqrt{2}I \cos(\omega t + \psi_i)$$

电路相量模型:

$$\sum \dot{I} = 0, \quad \sum \dot{U} = 0$$

$$\dot{U}_R = R\dot{I}_R, \quad \dot{U}_L = j\omega L\dot{I}_L$$

$$\dot{I}_C = j\omega C\dot{U}_C$$

$$\dot{U}_S = U_S \angle \psi_A$$

$$\dot{I}_S = I_S \angle \psi_B$$

.....
 $\dot{U} = ? \quad \dot{I} = ?$

利用**线性直流**电路的分析方法求出

$$\dot{U} = U \angle \psi_u$$

$$\dot{I} = I \angle \psi_i$$

三、线性直流电路的重要性

(3) 在非正弦周期电流电路中

非正弦周期激励 = 直流分量 + Σ 各次谐波分量

对应**线性**
直流电路

对应**正弦**
交流电路

复习内容

一、本学期的主要内容

二、电路课程的基本规律

三、线性直流电路的重要性

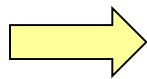
四、主要内容的学习要点

五、例题及注意事项

四、主要内容的学习要点

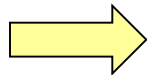
1. 线性直流电路

电路方程的列写。



支路电流法
回路电流法
节点电压法

透彻理解和准确应用电路定理。(重点难点)



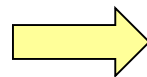
叠加定理、置换定理
齐性定理、等效电源
定理、互易定理、特
勒根定理

含独立源与不含独立源一端
口网络的等效电路；星三角
等效变换。

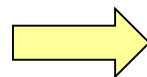
四、主要内容的学习要点

1. 线性直流电路—支路电流法

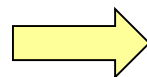
- 各支路电流为待求量。
- 对 $(n-1)$ 个节点列KCL方程。
- 对 $b-(n-1)$ 个独立回路列KVL方程。
- 电流源支路的电流是已知量，其端电压是未知的，若无需求此电压，则可不列含电流源回路的KVL方程。



最适合求解带耦合电感电路



独立回路的选择：网孔或回路中至少包含一条其它回路不包含的新支路。



应在电流源两端设一未知电压，并列入方程。同时引入支路电流等于电流源电流。

四、主要内容的学习要点

1. 线性直流电路—回路电流法

- 各**独立**回路的**回路电流**为待求量。
- 按“自阻”、“互阻”、“回路源电压”等规则，列KVL方程。
- 受控源按独立源处理，但最后需要补充方程。
- 对电流源支路，其端电压是未知的，适当选取回路，使电流源**只包含在一个回路**中，若无需求电流源端电压，则可不列含电流源回路的KVL方程。

设法将电流源的源电流、待求电流、电流控制的受控源的控制电流选为回路电流。

互阻有正负

以回路电流表示控制量

应在电流源两端设一未知电压，列入方程。同时引入**回路电流**等于电流源电流

四、主要内容的学习要点

1. 线性直流电路—节点电压法

- 取一节点作为电位参考点，以其余 $(n-1)$ 个节点电压为待求量。
- 按“自导”、“互导”、“节点源电流”等规则，列KCL方程。
- 受控源按独立源处理，最后补充方程。
- 对纯电压源支路，应取一端作为参考节点，另一端电位则已知，一般不列此节点方程。

含运算放大器电路，通常选择节点电压法。

互导总是负的

以节点电压表示控制量

应在电压源中设一未知电流，列入方程。同时引入两节点间的电位差等于电压源电压。

四、主要内容的学习要点

1. 线性直流电路—求解法小结

| | 本质 | 要 点 | 适用电路 |
|-----|---------------------------|----------------------------|----------------|
| 支路法 | KCL +KVL | 所列方程独立 | 含耦合电感电路 |
| 回路法 | KVL | 回路独立、完备， 尽量利用已知和待求电流 | 回路少或已知待求电流多的电路 |
| 节点法 | KCL | 自导互导要找全且不能多 尽量利用已知和待求电压 | 节点少或已知待求电压多的电路 |

四、主要内容的学习要点

2. 电路定理—叠加定理

- 各独立电源可以分组作用，也可将某个电源的激励值分成若干不同的激励值作用多次，只要各次激励值之和等于总激励值即可。
- 叠加只是对独立电源而言，在独立电源单独作用时，**受控源**要保留在电路中。
- 不作用的电压源用短路线代替，不作用的电流源用开路端口代替。
- **功率**不是激励的一次齐次函数，因此不能用每个独立电源作用时的功率叠加来求得总功率。
- 只适用于线性而不适用于非线性电路。

四、主要内容的学习要点

2. 电路定理—叠加定理

□ 非正弦周期电流电路的计算：

- 把给定的非正弦周期性激励分解为恒定分量、基波和谐波分量。
- 分别计算电路在上述分量单独作用下的响应。
- 根据**叠加定理**，把恒定分量、基波和谐波分量引起响应的**瞬时值**进行叠加。
- 根据响应的时间函数，进一步求出响应的有效值和电路的平均功率。

四、主要内容的学习要点

2. 电路定理—齐次定理

- 齐次定理：只含一个独立源的网络，输出与输入成正比或等于网络函数。
- 叠加定理与齐次定理
 - 线性直流电路的任意响应 Y 都是激励 X_1, X_2, \dots, X_m 的线性组合，即

$$Y = K_1 X_1 + K_2 X_2 + \dots + K_m X_m$$