记少

2019年6月7日 18:35

第一章 电路系统元件、信号和定律

1. 单口网络
    a. 定义
        i. 对外只有俩端口，没有独立源
    b. 等效
        i. 条件
            1) 对外表现出的输出特性一致(u,i一致)
        ii. 化简单口网络至最简形式
            1) **V与电阻串联**
                a) **等效为电流源与电阻的并联**
            2) **V与电阻并联**
                a) **等效为V (电压不变)**
            3) **A与电阻并联**
                a) **等效为电压源与电阻串联**
        iii. 单口网络等效电阻
            1) Y-△的等效变换
        iv. 单口网络等效电感(用i)
        v. 单口网络等效电容(用i)
            1) C串联与L并联对称
            2) C并联与L串联对称
        vi. 关联方向
2. 电感，电容的u,i关系

第二章 线性电路的分析方法

Tips:

1. 单位冲激信号δ(t)
    a. 积分性质 $\int \delta(t) = 1$ (-∞ ~ ∞)
    b. 冲激信号δ(t)与ε(t)的关系
        i. 单位冲激信号的积分为单位阶跃信号
            1) $\int \delta(t) = \varepsilon(t)$ (-∞~t)
        ii. 单位阶跃信号的微分为单位冲激信号
            1) $d\varepsilon(t)/dt = \delta(t)$
    c. 筛选性质
        i. $f(t)\delta(t-t0) = f(t0)\delta(t-to)$
    d. 取样性质（提出常数）
    e. 展缩性质(把a提出来, 面积变为1/a)
2. 电容器
    a. 电流与电压关系(关联方向下)
        i. $i(t) = Cdu(t)/st$
        ii. $u(t) = 1/c \int i(\tau)d\tau$
    b. **流过电容器电流为有限值时，电压电荷不发生跃变**
       （冲激信号不满足）
    c. 储能
        i. $W_c(t) = 1/2 * C[u^2(t) - u^2(-\infty)]$
3. 电感器
    a. 电压与电流的关系(关联方向下)
    b. **电压为有限值时，电流不发生跃变**
        i. $\mathbf{i(t0+) = i(t0-)}$
4. 集成运放

2. 电感，电容的u,i关系

第二章 线性电路的分析方法

★1. 节点电压法
    a. 步骤
    b. 特殊
        i. ：有多个电压源
            1) 其他的电压源需增加辅助变量（Ix）和附加方程
        ii. 含受控源
            1) 先将受控源当做独立源处理
            2) 若非受控电压源，则需要增加控制量和节点电压关系的附加方程
    c. 节点电压+集成运放
        i. 电阻中间且靠近u-,u+的那个点为节点，结合虚短虚断

★2. 叠加原理
    a. 步骤
        i. 只取其中一个独立源作用，其他独立源置零，受控源保留
            1) 电压源置零 短路
            2) 电流源置零 断路
    b. 特殊:P = UI （不满足叠加原理）
        i. P = U合*I合
    c. 集成运放+叠加原理

3. 抽象线性网络

4. 设计满足固定关系的运算放大器

★5. 戴维南等效电路和诺顿等效电路

        i. i(t0+) = i(t0-)

4. 集成运放
    a. 虚短（u+=u-=0)
    b. 虚断(i+ = i- = 0)

Tips:
1. 节点电压法中有多个电压源时，设Ix

a. 戴维南定理：
    i. 定义
        1) **电压源V+电阻R串联**等效线性有源单口网络
    ii. 步骤
        1) 开路电压Uoc
        2) 等效电阻Ro（所有独立源置零来做）
            a) 等效变化(不适合含受控源的电路)
                i) 将独立源置零，利用等效变换
            ★ b) 开路电压-短路电流法(含源来做)
                i) 求含源网络的开路电压Uoc
                ii) 求含源网络的短路电流Isc
                    One. 常常找某一回路（通常是外围回路）的KVL
                iii) Ro = Uoc/Isc
            c) 外施电源法(独立源置零来做)
    iii. 应用
        1) 把一个变化负载的负载剔除出来，其余的作为等效为戴维南电路
b. 诺顿定理
    i. 定义
        1) 电流源I+电阻R并联...
    ii. 步骤
        1) 电源等效规律

★6. 最大功率传输定理(戴维南等效电路外接负载R_L)
a. 含源单口网络情况下，即Uoc,Ro,RL串联
b. 条件： RL = R_o时， R_L取得最大功率$P_{Lmax} = U_{oc}^2/4R_o$

第三章 LTI系统的时域分析

1. 判断系统是否线性，时不变
   a. 线性系统
      i. 条件
         1) 可线性分解
         2) 零状态响应线性
         3) 零输入响应线性
   b. 时不变系统
      i. 条件
         1) 输入延时x(t-to)，则零状态响应同样延时yz(t-to)
2. 写动态电路的微分方程
   a. 按电路KVL电路列方程即可
3. ★ 求微分方程的完全解/动态电路的完全响应
   a. 经典法（完全响应=齐次解+特解）　（推荐）
      i. ★ 步骤(经典法：齐次解+特解)
         1) 求微分方程的**齐次解yh(t)（与输入无关的解）/系统自由响应**
            a) **令方程右边=0**
            b) **特征根法**
               i) 实数单根
               ii) k重实数根
         2) 求微分方程的**特解yp(t)（与输入有关的解/系统的强迫响应）　t>0**
            a) **步骤**
               i) **把x(t)代入方程，由方程右边(自由项)得到含待定系数的特解yp(t)**
               ii) **将特解yp(t)代入x(t)后的方程(即上一步得到的方程),解得待定系数**

Tips;

1. 更推荐用经典法解完全响应
2. 求激励信号加入后的系统响应(t>0时的完全响应)
3. ★ 求特解时，代入x(t)后，令**t>0**得到自由项
4. ★ 冲击平衡法只关注δ(t)及其导数,忽略有限项
5. ★ 冲激平衡法 构造t=0的方程

3) 求微分方程的**完全解y(t) = 齐次解yh(t)+特解yp(t)　/系统的完全响应**

   a) 将齐次解yh(t)和特解yp(t)相加得到完全解y(t)（待定系数）

   ★**b) 求边界条件y(0+)**

      i) 直接令完全解y(t) t=0+,即得到y(0+)

      ii) 冲击平衡法(激励在t>0时作用于系统)

         One. 作用：起始状态y(0-) → 初始状态y(0+)

         Two. 原t理：利用t=0时刻微分方程左右两边δ(t) 各阶数相等

         Three. 步骤 (代入x(t)得到的微分方程基础上(特解yp(t)))

            First. 方程右端δ(t)最左端高阶由最高阶y(t)项产生

            ★**Second. 得到t=0的冲激函数形式，y(t)最高项从δ(t)最高项一直到δ(t)都有的，**

            ★ **Third. y(0+)由 dy(t)/dt中的δ(t)决定，y'(0+)由 $d^2y(t)/dt$中的δ(t)决定，只关注冲激项δ(t)**

            Fourth. y(t)阶数越低，其包含的δ(t)阶数也越低

4) 将边界条件代入完全解，解得待定系数

b. 双零法（零输入响应+零状态响应）见下文

4. 求不同激励下的完全响应y(t)，判断其中的瞬态响应和稳态响应

5. 判断自由响应 (齐次解yh(t))和强迫响应(特解yp(t))

★ 6. 根据电路求含电容，电感动态电路的初始值

   a. 换路定则

      1) **条件：不含冲激及其导数**

      2) 求Uc(0+)/ iL(0+)

      3) 求其他变量初始值

         1) 利用换路定则后的等效电路求解

         ★2) 换路前电路达稳态：

            a) C电容断路

            b) L电感短路

         ？3) 换路前电容和电感均为储能

知识点：

1. 瞬态响应

   响应中，t→∞时，结果为0的项

2. 稳态响应

   a. 响应中，t→∞时，结果不为0的项

知识点;

1. 直流电源冲激下的一阶动态电路分析，(求初始值)

   a. 动态电路的换路定则

      a. 条件：不含冲激及其导数

      B. 电容电压不变

         i. Uc(0+) = Uc(0-)

      C. 电感电流不变

         i. iL(0+) = iL(0-)

   b. 其他变量初始值的求解步骤

      A. 求Uc(0-)和iL(0-)

b) L电感短路

? 3) 换路前电容和电感均为储能

a) C电容Uc(0-) = 0 → Uc(0+)=0 → **电容短路**

b) L电感iL(0-) = 0 → iL(0+) = 0 → **电感断路**

7. 求 n阶动态响应某一时刻响应f(t)

a. 一阶动态响应

★1) 动态电路三要素法

1) 条件：一阶电路 + 直流激励

2) 步骤

a) 求初始值f(0+)

i) 0- 换路定则（储能/稳定）→ Uc(0+), iL(0+)

ii) 0+时刻 →L/C替换成相应电源，求得初值

b) 求终值f(∞)

i) 电路达稳定，求终值uc(∞),iL(∞)

c) 求时间常数τ

i) 求等效电阻Ro **(t>0)**

One. Ro:从L/C两端看进去的等效电阻**(V短 A断)**

First. **若有受控源，则应开路电压-短路电流法**

ii) L：τ=L/Ro

iii) C: τ = C*Ro

3) 特例：换路俩次的电路，利用线性时不变特性

a) 利用三要素法公式写出式子

i) **f(t) = f(∞) + [f(0+)-f(∞)]*e^(-t/τ)**

2) 更简单的方法：非uc或iL的其他变量初始值利用uc和iL结合KCL、KVL求,避免了构建0+时刻电路来求其他变量的初始值（其他变量初始值通过iL(t),Uc(t)结合KVL,KCL来求）

★b. LTI连续时间系统的零输入响应和零状态响应（二阶及以上可以使用

1）双零法 （不推荐）

b. 其他变量初始值的求解步骤

A. 求Uc(0-)和iL(0-)

B. 利用环路定则得到Uc(0+)和iL(0+)

C. 电感L用电流源A代替，电容C用电压源V代替,得到等效电路求其他变量的初始值

Tips:

1. iL(0+)替换成电流源后，该支路电流就是iL(0+),不用担心有没有别的i加进来

2. 稳态时，电容C开路也可能是有电压的！

★3. 求等效电阻Ro时，是t>0后的电路，且是独立源置零的电路(V短A断)

Tips:

★b. LTI连续时间系统的零输入响应和零状态响应（二阶及以上可以使用

1) 双零法 （不推荐）
    1) 完全响应y(t)=零输入响应yzi(t)+零状态响应yzs(t)
    2) 步骤
        a) 求零输入响应 (**零输入响应yzi(t) = yh1(t)*ε(t)**)
            i) 方程右边=0→求得零输入响应初始值yzi(0-)=yzi(0+)
            ii) 特征根方程得齐次解→齐次解*ε(t)得到yzi(t)
            iii) 将零输入响应初始值yzi(0+)代入(2)求得零输入响应，求解齐次解待定系数A1,B1
        b) 求零状态响应 (**yzs(0-)=y'zs(0-)=0**)
            i) 代入x(t),得到方程，求零状态响应初始值yzs(0+)
            One. 冲激平衡法→求初始值yzs(0+)
            ii) 将代入x(t)的方程令**t>0**,得到特解yp(t)
            iii) 得到零状态响应完全解yzs(t) = yh2(t)+yp(t) （零状态响应的齐次解只改变待定系数A2,B2）
            iv) 将得到的完全解yzs(t)代入初始状态yzs(0+)，求解待定系数A2,B2
        c) 完全响应y(t)= yzi(t)+yzs(t)

8. 求系统的冲激响应h(t)和阶跃响应g(t)
    a. 冲激响应h(t)
        1) 单位冲激信号下的**零状态响应h(t)**→齐次解*ε(t)
            1) 解法
                a) 令x=δ(t),求零状态完全解
                b) 令x=ε(t), h(t)=dg(t)/dt
    b. 阶跃响应g(t)
        1) 单位阶跃信号下的**零状态响应**→齐次解*ε(t)
    c. h(t)与g(t)的转换关系

Tips:

1. 零输入响应yzi(t)只包含齐次解，不包含特解
2. 零输入响应yzi(t)与x(t)无关，不变
3. 零输入响应= 齐次解*ε（t）
4. 零状态响应起始值都为0：yzs(0-)=0
5. 零状态响应=齐次解+特解 **(t>0)**
6. 零状态响应和零输入响应齐次解的待定系数不一样
7. 求特解时注意让t>0(经典法和双零法都是如此)
8. 注意求零状态响应中筛选法的应用
9. 零状态响应与激励之间的线性关系
    a. 例子：yz3(t)= 5yzs(t)-3yzs2(t),而yzi(t)不变
10. 零状态响应与激励之间的时不变关系(延时)(**零输入响应yzi(t)永远不变)**
    a. X(t-to)→ yzs(t-to)
11. 单位冲激响应h(t)=齐次解*ε(t)
    a. 积分别忘了带上ε(t)

1) h(t)=dg(t)/dt ()
2) g(t)=∫h(τ)dτ (**右侧求积分时记得带上ε(t)**)

9. 动态电路求某输出变量f(t)
    a. 输入有限
        i. 换路定则
    b. 输入无限（冲激）
        i. 微分方程的冲击平衡法
    c. 步骤（例：求电路的冲激响应(yzs(t)),us(t)为输入，uc(t)为输出）
        i. 写出微分方程
        ii. 令x(t)=冲激，yzs(0-)=0
        iii. 令t>0,得特解
        iv. yzs(t)=齐次解+特解，并代入其初始条件yzs(0+),解得完全解的待定系数

10. 卷积
    a. 用定义计算卷积
    b. 利用卷积性质计算
    c. 利用零状态响应和激励求冲击响应h(t)

第四章 线性电路的正弦稳态分析

1. 比较正弦量的相位关系
    a. 条件：同频率,都化为cos（wt+ϕ）形式再比较（利用公式正弦不变）
    b. 相位差ϕ=ϕ1-ϕ2
        i. >0 i1超前i2
        ii. =0 同相
        iii. <0 i1滞后i2
2. 正弦量对应的有效值相量和最大值相量
    a. 有效值U=最大值Um/根号2

Tips:

1. j→相位增加90°
2. **A=a+jb=|A|(cosθ+j*sinθ)中**

2. 正弦量对应的有效值相量和最大值相量
    a. 有效值U=最大值Um/根号2
3. 由其他形式写出正弦量的表达式
    a. 正弦量的相量表示(复数，相量域)
        i. $A=a+jb=|A|\angle\theta=|A|e\text{^}(j\theta)=|A|(\cos\theta+j*\sin\theta)$
    b. 正弦量和相量的相互转换
        i. $u(t)=U\cos(wt+\theta)$→欧拉公式→$Ue\text{^}j(wt+\angle\theta)$→$Ue\text{^}(j\theta)*e\text{^}(jwt)$
4. 相量的计算
5. 计算**无源**单口网络的等效阻抗Z
    a. ZL = jwL
    b. ZC=1/jwC=-j/wC
    c. **计算方法: Z=U(相量值)/I(相量值)**
6. 线性电路分析法在相量域的应用(不同频率不可用相量法)
    a. 节点电压法
        i. **条件：几个独立源的频率相同**
        ii. 节点电压法也可解决多电源问题
    b. 叠加原理
        i. **几个独立源频率不同，只能用叠加法（w取值不同，相量域里阻抗也不同）**
    c. 戴维南等效电路
7. 电感，电容的电流表电压表读数
8. 单口网络的有功功率P，无功功率Q和复功率
    a. 定义
        i. 有功功率P
            1) $P=UI\cos\phi z$ (UI有效值)
        ii. 无功功率Q
            1) $Q=UI\sin\phi z$(UI有效值)

1. j→相位增加90°
2. **$A=a+jb=|A|(\cos\theta+j*\sin\theta)$中**
    a. **$|A|=(a^2+b^2)^{½}$**
    b. **$\theta=\arctan(b/a)$**
    c. **$a=|A|\cos\theta$**
    d. **$b=|A|\sin\theta$**（展开极坐标形式时用到)
3. 复数的运算
    a. 复数的加减
        i. 常用A=a+jb形式
        ii. 规则：相应相加减
    b. 复数的乘除
        i. 常用$A=|A|\angle\theta$形式
        ii. 规则：**模相乘除，相位相加减**
4. 相量的性质
    a. 线性性质
    b. **微分性质**
        i. **微分一次乘一个jw(极坐标形式/指数e形式)**
5. 无源单口网络的阻抗Z、导纳Y及等效变换
    a. Z=U/I=Um/Im (相量相除)
6. 阻抗元件的并联及其等效
    a. 并联：分子分母同乘分母共轭

        iii. 复功率
            1) ~S=UI*(共轭I*)
                a) 实部：有功功率P
                b) 虚部：无功功率Q
        iv. 视在功率S
            1) 端口UI有效值的乘积

b. 电阻R (cos0°，sin0°)
    i. $P=UI=I^2R$
    ii. Q=0

c. 电感L（ϕz=90°）电压超前电流90°
    i. P=0
    ii. $Q=UI=wLI^2$ (j在这里不用加进去)

d. 电容C(ϕz=-90°)
    i. P=0
    ii. $Q=-UI=-I^2/wC$

e. 功率因数λ
    i. **λ=有功功率P/视在功率S=cosϕz**

f. 提高功率因数到x
    i. 感性负载→并联电容
        1) 并联前后U∠0不变，I(相量)，有功功率，无功功率不变
        2) QL=Ptan**ϕ1**
        3) **ϕ1提升→ϕ2所需并联电容大小**
            a) **$C=P(\tan\phi_1-\tan\phi_2)/wU^2$（U为有效值)**

λ=有功功率P/视在功率S=cosϕz

ϕz=arccos(λ)

g. 最大功率传输定理
    i. 戴维南等效电路

Tips:

1. ϕz是单口网络端口电压与电流的相位差

1) 条件：共轭匹配

a) 外部负载ZL=Z*o内部负载

b) 最大功率$P_{Lmax}=U^2_{oc}/4R_o$ (Ro为戴维南等效电路的负载实部)

9. 计算单口网络的等效电感
   a. 方法：U(相量),i(相量)等效即可
10. 磁耦合电路的正弦稳态分析
    a. 含互感电路的正弦稳态分析
       i. 相量域VAR
          1) $U_1=jwL_1i_1+jwMi_2$
          2) $U_2=jwL_2i_2+jwMi_1$
          3) 常用某一个外围回路的KVL
       ii. 互感线圈电路的反映阻抗
          1) $Z_{ref}=(wM)^2/(jwL^2+L)$
          2) 次级电路可用KVL求电流i2等
    b. 含理想变压器电路的正弦稳态分析
       i. u1/u2 = 1/n(相量域，时域都满足)
       ii. i1/i2 = -n/1
       iii. 在理想变压器的**次级线圈**接负载ZL，
          1) 反映阻抗$Z_{ref} = Z_L/n^2$

相量域微分一次乘一个jw

第五章 信号的频谱分析与电路系统频域分析

1. 由图写出周期信号的三角形式和指数形式的傅里叶级数
2. 画频谱图 双边(指数形式)/单边（三角）
3. 连续周期信号傅里叶级数的性质
4. 由图求傅里叶变换
5. 由式子求得傅里叶变换/傅里叶反变换

第六章 连续时间系统的s域分析

1. 求函数的拉普拉斯变换，并求收敛域
2. 拉普拉斯→原函数

4. 由图求傅里叶变换
5. 由式子求得傅里叶变换/傅里叶反变换
6. 由频率响应H(w)和输出y(t)求x(t)
7. 滤波器,给出输出x(t)和频率特性H(jw)求输出y(t)
8. **傅里叶变换的性质：微分一次，乘一个jw**

1. 求函数的拉普拉斯变换，并求收敛域
2. 拉普拉斯→原函数
3. 利用拉普拉斯性质求卷积
4. 求函数逆变换的初值和终值