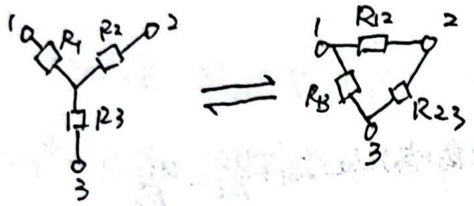
电路与电子学I－电路部分

第2章 线性直流电路

一、电阻网络的等效

1. 基本的串并联电阻等效

2. 星三角等效：



其中
$$\begin{cases} R_1=\dfrac{R_{12}R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}} \\ R_2=\dfrac{R_{12}R_{23}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}} \\ R_3=\dfrac{R_{23}R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}} \end{cases}$$
$\Rightarrow R=\dfrac{\text{△形联结中与该节点相连两电阻之积}}{\text{△形联结中各电阻之和}}$

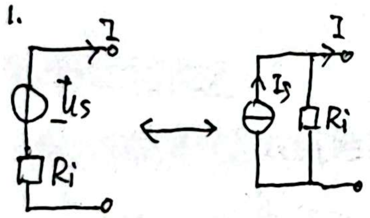
当电阻相同时有

$R_Y=\frac{1}{3}R_\triangle$

$$\begin{cases} R_{12}=\dfrac{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}{R_3} \\ R_{23}=\dfrac{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}{R_1} \\ R_{31}=\dfrac{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}{R_2} \end{cases}$$
$\Rightarrow R=\dfrac{\text{Y形联结中各电阻两两积之和}}{\text{Y形联结中不相邻电阻}}$

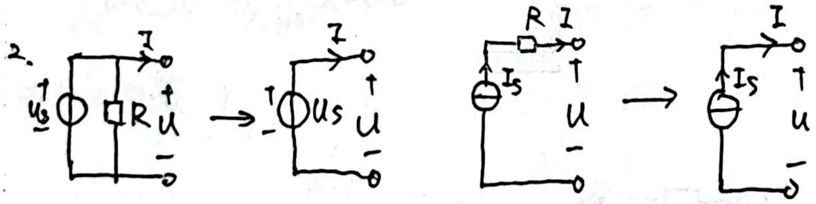
二、含源支路的等效变换

1.



其中$U_s=R_iI_s$

2.

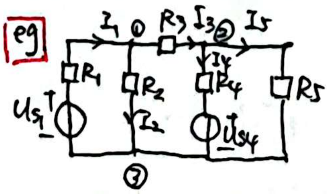


- "等效"只是外部电路进行等效，不包括内部电路
- 对受控源来说，其变换的过程应保证控制量的位置不变

三、支路电流法

以b条支路电流为待求量，对n个节点列n-1独立的KCL方程，再对b-n+1个节点列b-n+1独立的KVL方程

eg



对独立节点KCL：

$-I_1+I_2+I_3=0$

$-I_3+I_4+I_5=0$

KVL：

$R_1I_1+R_2I_2=U_{s1}$

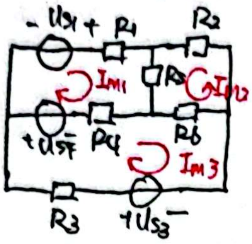
$-R_2I_2+R_3I_3+R_4I_4=-U_{s4}$

$-R_4I_4+R_5I_5=U_{s4}$

四. 回路电流法

对b-(n-1)个独立回路,列KVL方程.

eg.



回路1: $(R_1+R_5+R_4)I_{m1}+R_5I_{m2}-R_4I_{m3}=U_{s1}+U_{s4}$

回路2: $(R_2+R_5+R_6)I_{m2}+R_5I_{m1}+R_6I_{m3}=0$

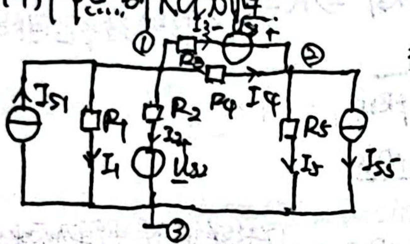
回路3: $(R_4+R_6+R_3)I_{m3}-R_4I_{m1}+R_6I_{m2}=U_{s3}-U_{s4}$

自阻　　互阻

五. 节点电压法.

对(n-1)个节点,列KCL方程.

eg.



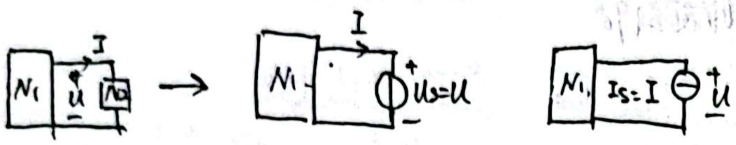
节点①: $(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4})U_{n1}-(\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4})U_{n2}=I_{s1}+\frac{U_{s2}}{R_2}-\frac{U_{s3}}{R_3}$

节点②: $(\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_5})U_{n2}-(\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4})U_{n1}=-I_{s5}+\frac{U_{s3}}{R_3}$

第3章 电路定理

一、置换定理:

对于任意线性和非线性电路中,已知某一端口的电压或电流,则可用电压源/电流源来代替



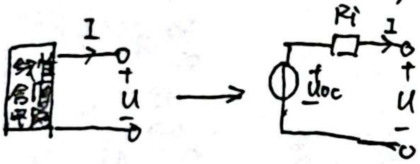
二、齐性定理&叠加定理.(线性电路)

1齐性定理: 激励$X \to KX$, 响应$Y \to KY$

2叠加定理: 对独立源$X_1.X_2$.单独作用产生响应$Y_1.Y_2$.则共同作用时$Y=Y_1+Y_2$

并同可以得出$Y=K_1X_1+K_2X_2+\cdots+K_mX_m$

三、戴维南定理:(线性电路)



求等效电阻的方法:

①简单串并联:独立源置零

②外加电源法:独立源置零,端口加电压源. $R=\frac{u}{i}$

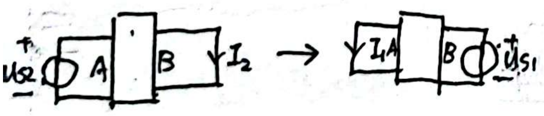
③开路短路法:求开路电压&短路电流 $R=\frac{u}{i}$

四、特勒根定理

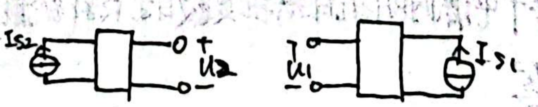
电路N中各支路电压u_k与电路$\hat{N}$中对应支路电流$\hat{i}_k$乘积之和为零即

$\sum_{k=1}^{b} u_k\hat{i}_k=0$ 或 $\sum_{k=1}^{b}\hat{u}_k i_k=0$

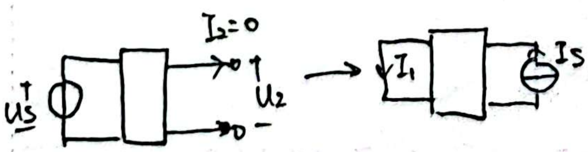
五、互易定理



$$\frac{U_{s1}}{U_{s2}}=\frac{I_1}{I_2}$$



$$I_{s2}U_1=U_2I_{s1}$$



$$I_1U_s=U_2I_s$$

第4.5章、正弦&非正弦周期电路

一、4.1~4.6内容

1. $I=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2 dt}$

2. 电感：电压比电流超前90°. 电容：电流比电压超前90°

二.正弦电流电路功率

1. 瞬时功率：

$p(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\varphi_u)\cdot\sqrt{2}I\cos(\omega t+\varphi_i)=2UI\cos(\omega t+\varphi_u)\cos(\omega t+\varphi_i)$

2. 平均功率[有功功率]：(单位W)

$P=UI\lambda=UI\cos\varphi=UI\cos(\varphi_u-\varphi_i)$ [λ称作功率因数]

3. 无功功率：(单位：var)

$Q=UI\sin\varphi$ ，($\varphi>0 \cdot Q>0$，$\varphi<0 \cdot Q<0$)

4. 视在功率：(单位V·A)

$S=\sqrt{Q^2+P^2}=UI$

5. 复功率：(单位V·A)

$\bar{S}=P+jQ=UI\cos\varphi+jUI\sin\varphi=\dot{U}\overset{*}{I}$ [电流相量的共轭]

三.最大功率传输定理

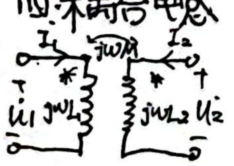
1. 当负载阻抗等于电源内阻抗的共轭复数时.负载获最大功率.

$P_{Lmax}=\frac{U_s^2}{4R_s}$

2. 当只有负载阻抗模可改变时. $|Z_L|=|Z_s|$时.功率最大

$P_{Lmax}=\frac{U_s^2\cos\varphi_L}{2|Z_s|[1+\cos(\varphi_s-\varphi_L)]}$

四.耦合电感

1. 

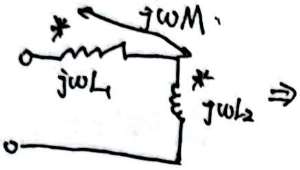
$\dot{U}_1=j\omega L_1\dot{I}_1\pm j\omega M\dot{I}_2$

$\dot{U}_2=j\omega L_2\dot{I}_2\pm j\omega M\dot{I}_1$

[正负取值的判断：I_1与U_2流入星标端方向是否相同
I_2与U_1流入星标端方向是否相同]

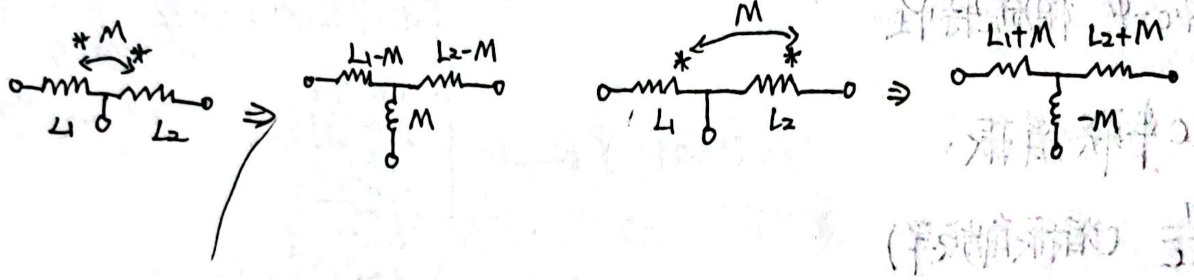
$k=\frac{M}{\ }$

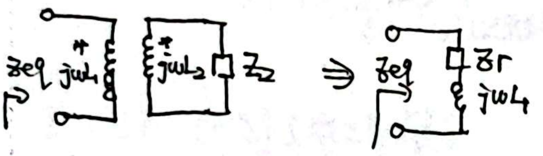
2. 互感元件的等效电路：



⇒ 正串：$L_{eq}=L_1+L_2+2M$

反串：$L_{eq}=L_1+L_2-2M$

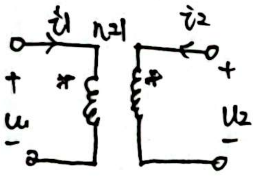




$Z_{eq}=\dfrac{(\omega M)^2}{(\text{二次侧回路总阻抗})}+j\omega L_1$

一次侧向二次侧等效阻抗公式相同

五. 理想变压器



$\dfrac{i_1}{i_2}=-\dfrac{1}{n}$. $\dfrac{u_1}{u_2}=n$.

同名端为负，非同名端为正

两次侧阻抗折算到一次侧：$Z_i=n^2Z_2$.

一次侧阻抗折算到二次侧 $Z_i=\dfrac{Z_1}{n^2}$

六. 非正弦周期电路的有效值：

$$A=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T [f(t)]^2dt}\Rightarrow A=\sqrt{A_0^2+\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{2}A_{m}^2}=\sqrt{\sum_{n=0}^{\infty}A_i^2}$$

振幅.

$$P=U_0I_0+\sum_{k=1}^{\infty}U_kI_k\cos\varphi$$

第7章. 频率特性与谐振现象

一、特性:

$|H(j\omega)| = \frac{U_C}{U}$. 幅频特性

$\theta(\omega) = \psi_C - \psi$. 相频特性

二、RLC串联谐振:

1. $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ (谐振角频率)

$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$. (特性阻抗)

$Q = \frac{\rho}{R} = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{R\omega_0 C} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$. (品质因数)

2. 频率特性:

$|H_R(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}$

$\theta_R(\omega) = -\arctan Q\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)$

截止频率: $\omega_{c1} = \omega_0\left(-\frac{1}{2Q}+\sqrt{\frac{1}{4Q^2}+1}\right)$ $\Rightarrow \Delta\omega = \frac{\omega_0}{Q}$

$\omega_{c2} = \omega_0\left(\frac{1}{2Q}+\sqrt{\frac{1}{4Q^2}+1}\right)$

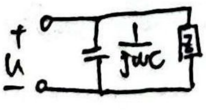
三、RLC并联谐振:

1. $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, $\rho' = \sqrt{\frac{C}{L}}$ (特性导纳)

$Q = \frac{\rho'}{G} = \frac{1}{G}\sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{\omega_0 C}{G} = \frac{1}{\omega_0 L G}$ ☆与串联谐振的Q为倒数

$\left(R\sqrt{\frac{C}{L}}\right)$

当谐振模型为:



$R+j\omega L$ $\Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}-\frac{R^2}{L^2}}$ (前提 $R<\sqrt{\frac{L}{C}}$)