联系：wangkailing151@gmail.com

电路理论

集中参数电路：波长大于10倍尺寸

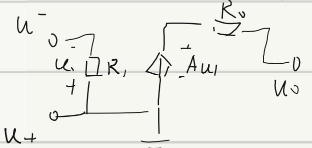
常规定电流出正入负

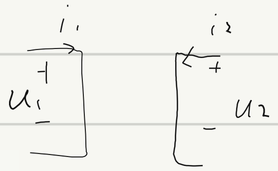
基本回路：一条连支　　基本割集：一根树支

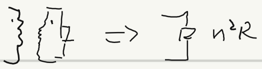
n 节点 = $n-1$ 树枝 = 割集数　　连支 $l = b-n+1$ = 回路数

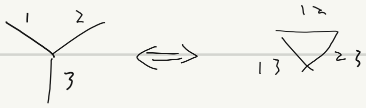
特勒根定理：只要有向图相同　$\sum u_1(t_1) I_2(t_2) = 0$（一致方向）

$r(t) \longleftrightarrow \varepsilon(t) \longleftrightarrow \delta(t) \longleftrightarrow \delta'(t)$

运算放大器： 令 $A \to +\infty$，有知 $u_+ = u_-$（短），$i_{+-} = 0$（断）

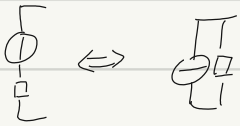
统一方向 

理想变压器：$\begin{cases} u_1 = n u_2 \\ i_1 = -\dfrac{i_2}{n} \end{cases}$ 

星三角公式 

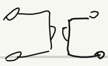
$R_{12} = \dfrac{R_1R_3 + R_2R_3 + R_1R_2}{R_3}$

$R_3 = \dfrac{R_{13}R_{23}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}$

电压电流转换  $\dfrac{U}{I} = R$

提醒：做题应善用对称性

二端口电路矩阵 指导书P32 熟背

理想回转器  $\begin{cases} u_1 = -r i_2 \\ u_2 = r i_1 \end{cases}$ $\begin{pmatrix} 0 & -r \\ r & 0 \end{pmatrix}$

二端口结论

互易网络：$g_{12} = g_{21} \Longleftrightarrow$ 互易定理一

$r_{12} = r_{21} \Longleftrightarrow$ 互易定理二

$h_{12} = -h_{21} \Longleftrightarrow$ 互易定理三

存在传参 $\Longleftrightarrow$ 行列式为1（$a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} = 1$）

观察 a 参数 $\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$　$a_{12} = 0$ 无 G　$a_{22} = 0$ 无 R　$\begin{bmatrix} H & G \\ R & \hat{H} \end{bmatrix}$

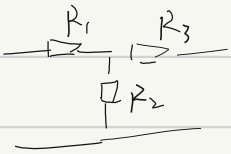
$a_{21} = 0$ 无 H　$a_{11} = 0$ 无 $\hat{H}$

行列式为0 无 $\hat{A}$　　h 参有类似结论 $\begin{bmatrix} G & \hat{A} \\ A & R \end{bmatrix}$

r 参 $\begin{bmatrix} \hat{H} & \hat{A} \\ A & H \end{bmatrix}$　g 参 $\begin{bmatrix} H & \hat{A} \\ A & \hat{H} \end{bmatrix}$

对称网络 $r_{11} = r_{22}$，$g_{11} = g_{22}$，$a_{11} = a_{22}$，H 行列式为1

常用等效：$R=\begin{bmatrix} R_1+R_2 & R_2 \\ R_2 & R_2+R_3 \end{bmatrix}$



INC：电流反向　　UNC：电压反向

叠加定理：独立源叠加，受控源保留

齐次定理：无源线性电阻性网络（条件）

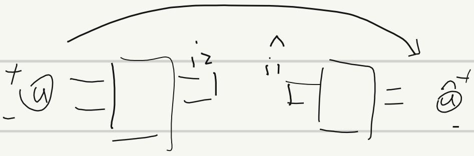
置换定理：有唯一解（条件）将支路替换为压/流（静态）

常用等效：戴维宁（诺顿）等效　开路电压+短路电流

最大功率传输（阻）$R_L=R_{eq}$

互易定理（应用窄）

① 电压源转移



$u\hat{i}_1=\hat{u}\,i_2$

② 电流源转移　$i_s\hat{u}_1=\hat{i}_s u_2$

③ 电流换电压　$i_1\hat{u}_1=i_2\hat{u}_s$

非线性（仅考理想二级管）

PN结二级管　$i=I_s(e^{\frac{qu}{kT}}-1)=I_s(e^{\frac{u}{U_T}}-1)$，$I_s$及$U_T$为常数

动态电路

全响应定义为零状态和（叠加）零响应

换路定理：电感电流电容电压一般不突变（确定 $i(0^+)$，$u(0^+)$）

零输入　$RC\frac{du_c}{dt}+u_c=0$　　$GL\frac{di_L}{dt}+i_L=0$

$u_c(t)=U_0e^{-\frac{t}{RC}}$，$\tau=RC$，　$i_L(t)=I_0e^{-\frac{R}{L}t}$，$\tau=GL$

零状态　$u_c=U(1-e^{-\frac{t}{RC}})$，$i_L=I(1-e^{-\frac{R}{L}t})$

全响应　$u_c=(U_0-U)e^{-\frac{t}{RC}}+U$（三要素 $u(0^+)$，$u(\infty)$，τ）　时不变

满足叠加定理：如 $i_s(t)=I(\varepsilon(t)-\varepsilon(t-t_0))$，$U(t)=RI(1-e^{-\frac{t}{RC}})\varepsilon(t)-RI(1-e^{-\frac{t-t_0}{RC}})\varepsilon(t-t_0)$

大多数电路可用戴维宁等效

正弦响应：形如 $C\frac{du}{dt}+\frac{u}{R}=A_1\cos(\omega t+\varphi_1)$，建议使用相量计算

冲激响应　$C\frac{du}{dt}+\frac{u}{R}=\delta(t)$，两边积分得 $u(0^+)=\frac{1}{C}(+u(0^-))$，$i(t)=\frac{1}{C}$

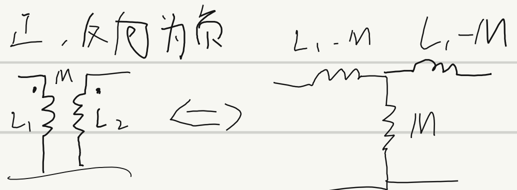
亦可由阶跃求导获得

耦合　简记为 $u=\begin{pmatrix} L_1 & M \\ M & L_2 \end{pmatrix}\frac{dI}{dt}$，M同向为正，反向为负

常用等效：串联 L_1+L_2+2M

耦合系数 $k=\frac{|M|}{\sqrt{L_1L_2}}$　并联 $\frac{L_1L_2-M^2}{L_1+L_2-2M}$

$k=1$：理想变压器



非共等效
（自命名）

二阶电路：形如并联 RLC，有 $LC\frac{d^2i_L}{dt^2}+\frac{L}{R}\frac{di_L}{dt}+i_L=0$

方程 $LCs^2+\frac{L}{R}s+1=0$

$s_1,s_2=-\alpha\pm\sqrt{\alpha^2-\omega_0^2}$，$\alpha=\frac{1}{2RC}$，$\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}$

$\Delta>0$时，$i_L(t)=k_1e^{s_1t}+k_2e^{s_2t}$ 过阻尼

$\Delta=0$时，$i_L(t)=(k_1+k_2t)e^{st}$ 临界阻尼

$\Delta<0$时，$i_L(t)=ke^{-\alpha t}\cos(\sqrt{\omega_0^2-\alpha^2}\,t+\theta)$ 欠阻尼

$\alpha=0$时（R断路）无阻尼 $i_L(t)=k\cos(\omega_0t+\theta)$

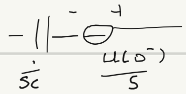
串、并对偶　　观察特征方程解的情况

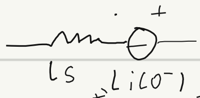
运算法 $F(s)=\mathcal{L}[f(t)]=\int_{0^-}^{\infty}f(t)e^{-st}dt$

最常用：$\delta^{(n)}(t)\Leftrightarrow s^n$　$e^{-at}\Leftrightarrow\frac{1}{s+a}$（n任取，0及负时亦适用）

次常用：$\cos(\omega t)\Leftrightarrow\frac{s}{s^2+\omega^2}$　$\sin(\omega t)\Leftrightarrow\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$

$e^{-at}\cos(\omega t)=\frac{s+a}{(s+a)^2+\omega^2}$　$e^{-at}\sin(\omega t)=\frac{\omega}{(s+a)^2+\omega^2}$　应用性质 $e^{-\alpha t}f(t)\Leftrightarrow F(s+\alpha)$

电容 $U(s)=\frac{u(0^-)}{s}+\frac{1}{sC}I(s)$ 　（复杂度）

电感  $U(s)=Li(0^-)+LsI(s)$　固有频率：感回+容割

耦合：用电感，电源加互感，较考就较错　　或元件 -（感割+容回）

网络函数：$H(s)=\frac{\text{零状态响应}Y(s)}{\text{输入激励}W(s)}$

单位冲激：反变换

单位阶跃：乘 $\frac{1}{s}$ 再反变换（求导）

相量法 $e^{j\theta}=\cos\theta+j\sin\theta$

$A_m\cos(\omega t+\varphi)=A\angle\varphi=A\cos\varphi+A\sin\varphi\, j$

最大值　$A_m=\sqrt{2}A$　有效值

电感 $L\Rightarrow j\omega L$

电容 $C\Rightarrow\frac{1}{教务处}$

感性 $a+bj$，电压超前电流，$\varphi>0$　　$\varphi=\varphi_u-\varphi_i$

容性 $a-bj$，电流超前电压，$\varphi<0$　　提高：$C=\frac{P}{\omega U^2}(\tan\varphi_1-\tan\varphi_2)$

功率　平均功率 $\bar{P}=UI\cos\varphi$ 功率因数

有效值

复功率 $\tilde{S}=\dot{U}\dot{I}^*=P+Qj$，表观 $S=UI=\sqrt{P^2+Q^2}$，$\cos\varphi=\frac{P}{S}$

最大传输匹配

共轭：$Z_L=Z_0^*$　　模匹配：模相等

谐振 $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

串谐 虚部为0 品质因数 $Q = \frac{U_C}{U} = \frac{1}{\omega_0 RC} = \frac{\omega_0 L}{R}$

此时 $\cos\varphi = 1$ 前容后感 阻抗模小 I大

并谐 $Q = \omega_0 CR = \frac{R}{\omega_0 L}$

导纳模小 I大

平均功率最大，无功为0

三相电路 $\dot{U}_u = U\angle 0$, $\dot{U}_v = U\angle -120°$, $\dot{U}_w = U\angle 120$ $U \to V \to W$

星形：$|U_{uv}|$(线) $= \sqrt{3}\,|U_{uN}|$(相)

三角：$|U_{线}| = |U_{相}|$ $|I_{线}| = \sqrt{3}\,|I_{相}|$

有效值 $\sqrt{A_0^2 + A_1^2 + \cdots}$ $\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T f^2(t)\,dt}$