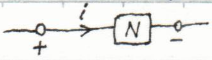
No. 电路

Date 直流

忽略电磁波

研究范围:理想,集总,线性,时不变

关联参考方向  此时 $ui>0$ 吸收功率

VCVS: $u=\mu u_1$, VCCS: $i=gu_1$, CCVS: $u=ri_1$, CCCS: $i=\beta i_1$

支路 流过同一电流 节点 ≥3支路 回路 支路构成的闭合路径 网孔 最简回路

基尔霍夫电流定律(KCL) 所有流出(广义)结点的支路电流代数和恒为零 } 集总,可非线性,时变

基尔霍夫电压定律(KVL) 任一回路所有支路电压代数和恒为零 } 任何时刻都成立

$R_Y=\frac{R_{\Delta相邻1}R_{\Delta相邻2}}{\sum R_\Delta}$ $R_\Delta=\frac{\sum R_1R_2}{R_{Y不相邻}}$ 弥尔曼定理 只有一个独立节点 $U=\frac{\sum GU}{\sum G}$

①激励电压(流)相等同向的电压(流)源才可并(串)联 ②$U_s=0$短路,$I_s=0$开路 ③与恒压(流)源并(串)联外特性不变

电源变换 $r=\frac{U_{oc}}{I_{sc}}$ ①对内不等效 ②方向一致 ③理想电源不可互换 ④受控源控制量不变

支路法 b条支路 n个结点 ①选参考方向 ②$(n-1)$个独立结点 KCL方程 ③$(b-n+1)$个独立回路KVL方程 ④无伴电源附加写

回路法 $\{R_{自}i_{自}+\sum R_{互}i_{互}=u_s$,两回路电流反向$R_{互}$取负,电流源变换,无伴同上,受控源同理($R_{互}$不对称)

结点法 $\{G_{自}u_{自}+\sum G_{互}u_{互}=i_s$,$G_{互}$总是负的,电压源变换,无伴同上或电源移去法,受控源同理

叠加定理 线性电阻电路中某处电压电流是电路各独立电源单独作用叠加 ①不适用非线性 ②受控源保留 ③功率非线性

齐性定理 所有独立电源激励同时变为K倍,响应也变为K倍

替代定理 线性电路(不含受控源的)支路电压或电流已知,可用等大独立电源代替,对外等效

戴维宁定理 含源线性一端口可用电压源等效,电压U_{oc},内阻 独立电源置零输入电阻

诺顿定理 含源线性一端口可用电流源等效,电流I_{sc},内阻独立电源置零输入电阻

① $R_{eq}=\frac{设想电压}{求电流}$ ② $R_{eq}=\frac{U_{oc}}{I_{sc}}$ ③直接写出 $u=(U)-(R_{eq})i$ $i=(I)-(G_{eq})u$

一端口/二端(网络)引出一对端子,流入电流等于流出 输入电阻 吸收功率能力 输出电阻 内阻,带负载能力

最大功率传输定理 负载$R_L=R_{eq}$(匹配条件)时,R_L获得最大功率 $P_{Lmax}=\frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}}$ $Z=Z_{eq}^*$

特勒根定理1 集总电路功率守恒 $\sum u_k i_k=0$

特勒根定理2/拟功率定理 电路ui和$\hat{u}\hat{i}$有相同的图,则 $\sum u_k\hat{i}_k=0$, $\sum\hat{u}_k i_k$

互易定理 仅含线性电阻电路中,单一激励和响应互换位置后比例不变(受控源是不可互易元件)

对偶原理 对偶电路中对偶元素关系可彼此转换

运放〈模电5〉

直流定理全适用，只是是复数(共轭)

$i=I_m\cos(\omega t+\phi_i) \xrightarrow{Re[t=0]} \dot{I}=Ie^{j\phi_i}=I\angle\phi_i\ (A)$ $\sin\phi=\cos(\phi-90°)$

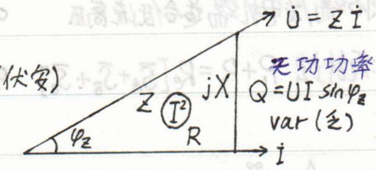
振幅 $I_m=i_{max}$ 峰-峰值 $I_{p-p}=i_{max}-i_{min}$ 有效值 $I=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2 dt}$ $>$ 平均值 $I_{av}=\frac{1}{T}\int_0^T |i| dt$

同频前提下，超(越前) $\Delta\phi>0$，滞(落)后 $\Delta\phi<0$，同相 $\Delta\phi=0$，正交 $|\Delta\phi|=\frac{\pi}{2}$，反相 $|\Delta\phi|=\pi$

电阻 resistance
电导 conductance ~~V,R~~ 串并联 抗Z 纳Y

capacitance
电容 $i=C\frac{du}{dt}$ 同电导 $\frac{1}{j\omega C}$ $j\omega C$

inductance
电感 $u=L\frac{di}{dt}$ 同电阻 $j\omega L$ $\frac{1}{j\omega L}$



复功率 $\bar{S}=\dot{U}\dot{I}^*=P+jQ=I^2Z=U^2Y^*$，能叠加，频率 2ω

瞬时功率 $p=ui$ 有功功率 $P=\frac{1}{T}\int_0^T p\,dt$ W(瓦)，共轭匹配时达最大功率

功率守恒 $\sum P=0,\ \sum Q=0,\ \sum\bar{S}=0$ 功率因数 $\lambda=\cos\varphi_Z$ 补偿在感性负载端并联电容

谐振 谐振部分 $I_m(Z_{输入})=0$ 谐振/固有/自由频率 $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{L_{eq}C_{eq}}}$

串联/电压谐振品质因数 $Q=\frac{\omega_0 L}{R}=\frac{\frac{1}{\omega_0 C}}{R}=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}=\frac{U_L}{U_R}=\frac{U_C}{U_R}=\frac{|Q(指无功功率)|}{P}$ $R\to0$ $Q\to\infty$ 短路 并联谐振 断路

网络函数 $H(j\omega)=\frac{\dot{R}_k(j\omega)\ 响应}{\dot{E}_{sj}(j\omega)\ 激励}$ 正弦激励下响应稳定后与之同频，$k=j$(同端口)：阻抗或导纳，$k\neq j$：转移函数

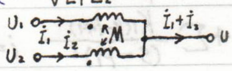
$\eta=\frac{\omega}{\omega_0}$，$H_R(j\eta)=\frac{\dot{U}_R}{\dot{U}_S}=\frac{1}{1+jQ(\eta-\frac{1}{\eta})}$ 通用曲线 相频特性 $\phi(j\eta)=-\arctan[Q(\eta-\frac{1}{\eta})]$ 幅频特性 $|H_R(j\eta)|=\cos[\phi(j\eta)]$

通(频)带带宽 $BW=|H_R(j\eta)|\geq\frac{1}{\sqrt{2}}$ 对应 ω 范围 $=\frac{\omega_0}{Q}$ 分贝 $\frac{1}{\sqrt{2}}=20\lg(\frac{1}{\sqrt{2}})\ dB\approx-3dB$

并联/电流谐振品质因数 $Q=\frac{\omega_0 C}{G}=\frac{\frac{1}{\omega_0 L}}{G}=\frac{1}{G}\sqrt{\frac{C}{L}}=\frac{I_L}{I_G}=\frac{I_C}{I_G}=\frac{|Q(指无功功率)|}{P}$ $G\to0$ $Q\to\infty$ 开路

同名端 施感电流各从同名端流入(或同时流出)时，同向耦合磁场相互增强，变压器中是同极性端

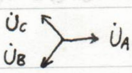
耦合因数 $k=\frac{M}{\sqrt{L_1L_2}}\leq1$ 互感电压 可用CCVS等效，M只占虚部不耗能

去耦法  [方程变形] 

理想变压器 无损耗，紧耦合 $k=1$，无需励磁 $L、M\to\infty$ 比值为定值

一次/原边/初级回路 N Ψ $\sqrt{L}$ U I 折合 $\frac{R}{n^2}$ $\frac{L}{n^2}$ n^2C

二次/副边/次级回路 nN $n\Psi$ $n\sqrt{L}$ nU $\frac{1}{n}$I R L C

正/顺序三相电压  三相三线制 三角形/△形电源，无环流

三相四线制 星形/Y形电源，正极引出端/相/火线，中性点引出中(性)/零线，实际三相五线(安全地线)

L 线电流 流经输电线的电流 线电压 电源端或负载端各线端间的电压

P 相电压(流) 电源和负载每一相的电压(流)

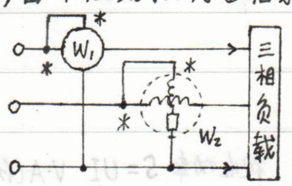
对称三相电路 相等或$\sqrt3$关系 $220\sqrt3 \approx 380$ $\bar S = 3\bar S_A$，且瞬时功率平衡 $p \equiv 3P_A$

不对称三相电路 中性点位移，由中性线强制各相独立，三瓦计法(无中性线才可用二瓦计法)

功率表 $P=Re[\dot U \dot I^*]$ 有两种接法

同名端/发电机端 适合低流高压

二瓦计法 $P_1+P_2=Re[\bar S_A+\bar S_B+\bar S_C]$



负载	U_L	I_L	$S=3U_pI_p$	$P=I_p^2Z$
Y	$\sqrt3U_p$	I_p	$\sqrt3U_LI_L$	P_Y
△	U_p	$\sqrt3I_p$	$\sqrt3U_LI_L$	$3P_Y$

$f(t)=\frac{A_0}{2}+\sum_{k=1}^{\infty}A_{km}\cos(k\omega_1 t+\phi_k)$，$\omega_1=\frac{2\pi}{T}$ 恒定/直流分量 $\frac{A_0}{2}$ 基波 $k=1$ 高次谐波 $k\geq2$，k次谐波

余弦波 $A=\frac{A_m}{\sqrt2}$，$A_{av}=\frac{2A_m}{\pi}$ 三角波 $\frac{A_{max}}{\sqrt3}$，$\frac{A_{max}}{2}$ 方脉冲(脉冲宽αT) $\sqrt\alpha A_{max}$，αA_{max}

非正弦有效值 $I=\sqrt{I_0^2+\sum_{k=1}^{\infty}I_k^2}$ 平均功率(有功功率 $P=\frac1T\int_0^T p\,dt$)$=U_0I_0+\sum_{k=1}^{\infty}U_kI_k\cos\varphi_k$ [不同频积分为零，同频代数和]

无功功率较复杂，视在功率 $S=UI$ 〈信号〉P320

仪表

磁电系/直流仪表：恒定分量 $\frac1T\int_0^T i\,dt$，电磁系仪表 有效值 I，整流系(绝对)平均值 I_{av} [例?]

模电：非正弦不能测出平均值 I_0

换路定则 电容电流(电感电压)有限，则换路瞬间电容电压(电感电流)不能跃变，否则按总电荷量(磁通链)守恒

零输入响应 工程上$3\tau\sim5\tau$过渡过程结束 零状态响应 $W_R=\frac12CU_s^2=W_C$

全响应(直流或正弦激励一阶电路) $f(t)=f_\infty(t)+[f(0_+)-f_\infty(0_+)]e^{-\frac t\tau}$ 时间常数 $\tau_C=RC$ $\tau_L=\frac LR$

阶跃响应 三要素法 冲激响应 $\delta(t)=\frac{d\varepsilon(t)}{dt}$ [KVL、$\int_{0_-}^{0_+}$]

〈数物9〉〈信号〉

常用拉氏变换 $\mathcal L^{-1}\left[\frac{K}{(s-p)^{q+1}}\right]=K\frac{t^q}{q!}e^{pt}$ $\mathcal L^{-1}\left[\frac{|K|e^{j\theta}}{\alpha+j\omega}+\frac{|K|e^{-j\theta}}{\alpha-j\omega}\right]=2|K|e^{\alpha t}\cos(\omega t+\theta)$

部分分式 $F(s)=A+\frac{N_m(s)}{D_n(s)}$，$\mathcal L^{-1}(A)=A\delta(t)$，$n>m$ $=\sum\frac{K_i}{s-p_i}+\sum\frac{K_{1(q-i+1)}}{(s-p_1)^i}$ $i=1,2,\cdots,q$

则 $K_i=\frac{N(s)}{D'(s)}\Big|_{s=p_i}$ $K_{1(q-i+1)}=\frac{1}{(q-i)!}\left(\frac{d}{ds}\right)^{q-i}\left[(s-p_1)^qF(s)\right]\Big|_{s=p_1}$

$\mathcal L$[VCR]：电阻 $U(s)=RI(s)$ 电感 $U(s)=sLI(s)-Li(0_-)$ 电容 $U(s)=\frac{1}{sC}I(s)+\frac{u(0_-)}{s}$ 运算电路 附加电压(流)源

运算阻抗 $Z(s)=R+sL+\frac{1}{sC}$ (阶跃)恒压(流)源：$\frac{U_s}{s}$ $\left(\frac{I_s}{s}\right)$ KCL：$\sum I(s)=0$ KVL：$\sum U(s)=0$

s域网络函数 $H(s)=\frac{R(s)}{E(s)}=H_0\frac{\prod(s-z_i)}{\prod(s-p_j)}$ 零点 z_i 极点 p_i 补偿 $Re[p]<0$ 电路稳定，否则要引入相应零点对消

$H(j\omega)$ 应用很少用 〈信号〉P269

numerator / denominator