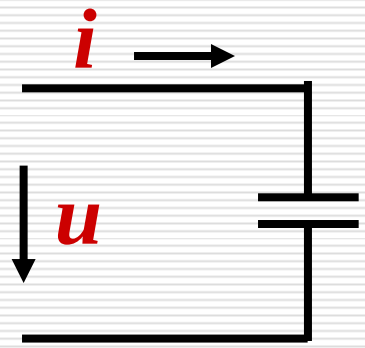
一阶RC矩形脉冲响应

1. 基本RC交流电路

2. 积分电路与微分电路

1.RC交流电路



1) 电压电流间的关系

基本关系式:

$$i = C\frac{du}{dt}$$

瞬时值表示式: 设 $u = \sqrt{2}U\sin\omega t$

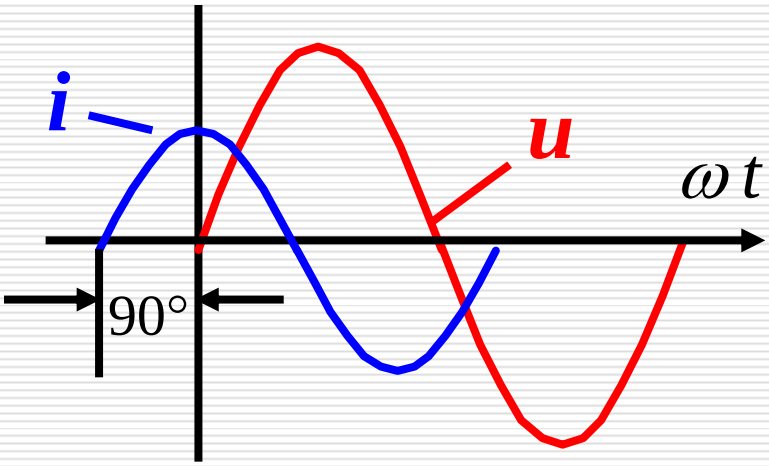
$$i = C\frac{du}{dt} = \sqrt{2}UC\omega\cos\omega t$$

$$= \sqrt{2}\frac{U}{1/\omega C}\cdot\sin(\omega t + 90^\circ)$$

1.RC交流电路

设 $u = \sqrt{2}U \sin \omega t$

$$i = \sqrt{2}\frac{U}{1/\omega C} \cdot \sin(\omega t + 90°)$$



小结：**u-i关系**

(1) 频率相同

(2) 相位相差 （**u落后i**）90^0

(3) 有效值: $I = U \cdot \omega C$ 或 $U = \frac{1}{\omega C} I$

容抗: $X_C = \frac{1}{\omega C}$

1.RC交流电路

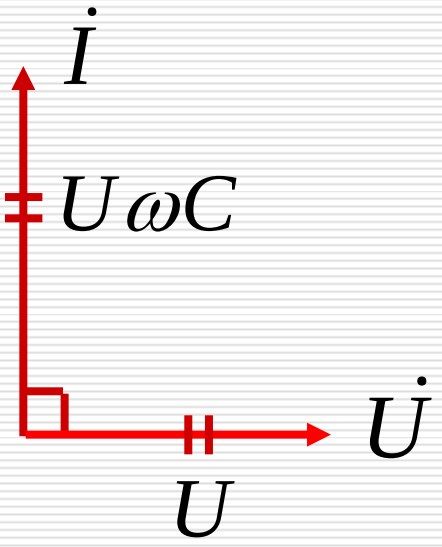
设 $u=\sqrt{2}U\sin\omega t$

$$i=\sqrt{2}\frac{U}{1/\omega C}\cdot\sin(\omega t+90°)$$

(4) 相量关系式:

设 $\dot{U}=U\angle 0^{O}$

则: $\dot{I}=I\angle 90^{0}=U\omega C\angle 90^{0}$



$$\dot{U}=\frac{1}{\omega C}\dot{I}\angle -90^{0}=\dot{I}(-j\frac{1}{\omega C})$$

复数容抗

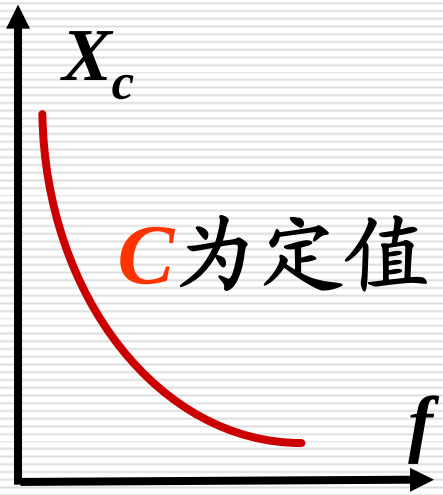
$\dot{U}=\dot{I}(-jX_C)$ 伏安关系相量表达式

1.RC交流电路

(5) 容抗X_C：

X_C是频率的函数：　$X_c = \dfrac{1}{\omega C}$

（单位：　ω:rad/s　C:f　X_L:Ω）

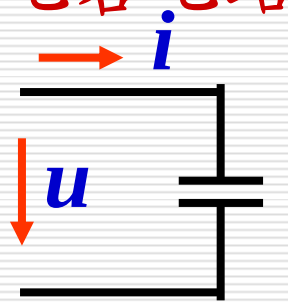


f越高X_C越小,表示电容对电流的阻碍作用越小(电流越易通过)

电容具有通高频，阻低频的特性

1.RC交流电路

2) 电容电路中的功率

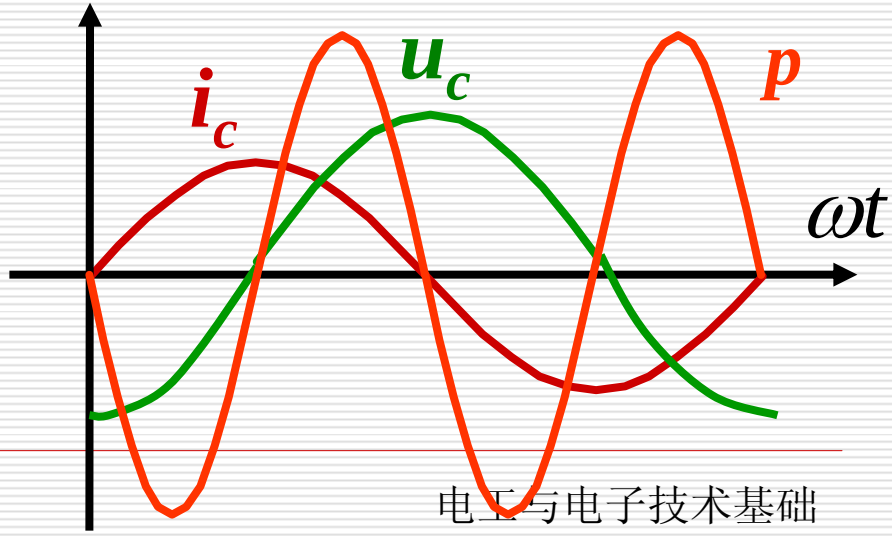


$$i = \sqrt{2} I \sin \omega t$$

$$u = \sqrt{2} U \sin(\omega t - 90^0)$$

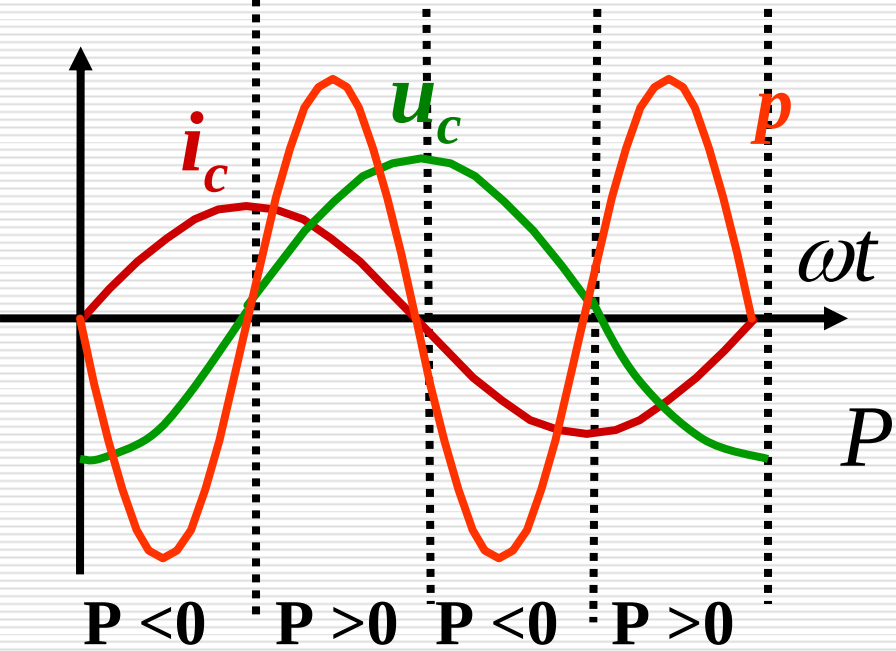
(1) 瞬时功率p

$$p = i \cdot u = U I \sin 2\omega t$$



1.RC交流电路

电容的瞬时功率 $p = i \cdot u = UI\sin 2\omega t$



能量转换过程可逆！

(2) 平均功率**P**:

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T P dt = \frac{1}{T}\int_0^T UI\sin 2\omega t = 0$$

(3) 无功功率**Q**:

瞬时功率达到的最大值（吞吐规模）

$$Q = UI = I^2 X_C = \frac{U^2}{X_C}$$

1.RC交流电路

1) 电阻为耗能元件，*L*、*C*为储能元件

电感储能: $W_L = \int u_L i_L dt = \frac{1}{2} L i_L^2$

电容储能: $W_C = \int u_C i_C dt = \frac{1}{2} C u_C^2$

2) 伏安关系的相量表达式

电阻电路: $\dot{U} = \dot{I} R$

电感电路: $\dot{U} = \dot{I}(j X_L)$

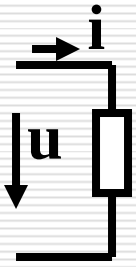
电容电路: $\dot{U} = \dot{I}(-j\frac{1}{\omega C}) = \dot{I}(-jX_C)$

1.RC交流电路

电路参数：**R**

基本关系 $u = iR$

电路图（正方向）



阻抗 R

功率

有功功率：UI

无功功率：0

电压、电流关系

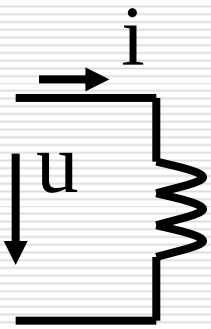
瞬时值	有效值	相量图	相量式
设 $u = \sqrt{2}U\sin\omega t$ 则 $i = \sqrt{2}I\sin\omega t$	$U = IR$	$\dot{I}$ $\dot{U}$ u，i 同相	$\dot{U} = \dot{I}R$

1.RC交流电路

电路参数 L

基本关系 $u = L\dfrac{di}{dt}$

电路图（正方向）



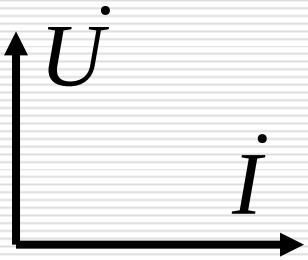
复阻抗 $jX_L = j\omega L$

功率

有功功率：0

无功功率：UI 或 I^2X_L

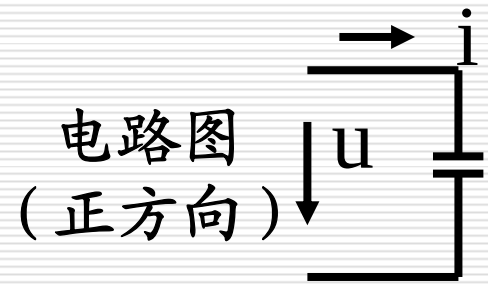
电压、电流关系

瞬时值	有效值	相量图	相量式
设 $i = \sqrt{2}I\sin\omega t$ 则 $u = \sqrt{2}I\omega L$ $\sin(\omega t + 90°)$	$U = IX_L$ $X_L = \omega L$	 u领先 I 90°	$\dot{U} = \dot{I}(jX_L)$

1.RC交流电路

电路参数 C

基本关系 $i = C\dfrac{du}{dt}$



电路图
（正方向）

复阻抗 $-jX_C = \dfrac{-j}{\omega C}$

功率

有功功率: 0

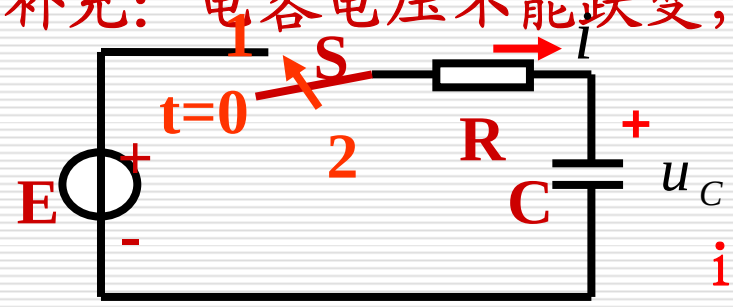
无功功率: UI 或 I^2X_C

电压、电流关系

瞬时值	有效值	相量图	相量式
设 $u = \sqrt{2}U\sin\omega t$ 则 $i = \sqrt{2}\dfrac{U}{1/\omega C}$ $\sin(\omega t + 90°)$	$U = IX_C$ $X_C = 1/\omega C$	$\dot{I}$ $\dot{U}$ u落后i 90°	$\dot{U} =$ $\dot{I}(-jX_C)$

1.RC交流电路

补充：电容电压不能跃变，是在电容电流有界的前提下的。



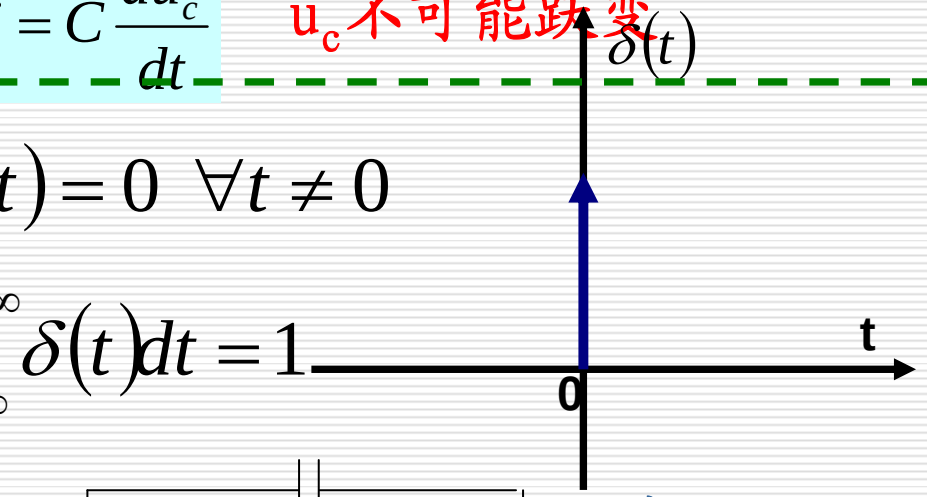
$$i=\frac{E-u_c}{R}$$

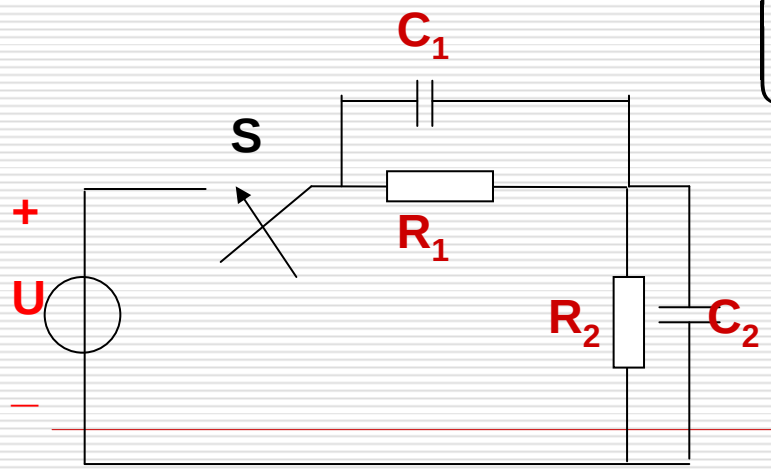
限制了电流的大小

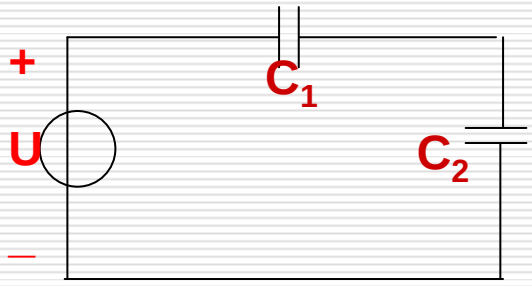
i有限 $i=C\frac{du_c}{dt}$ u_c不可能跃变

若电流无限，如冲击函数

$$\begin{cases}\delta(t)=0 \ \ \forall t\neq 0\\ \int_{-\infty}^{+\infty}\delta(t)dt=1\end{cases}$$

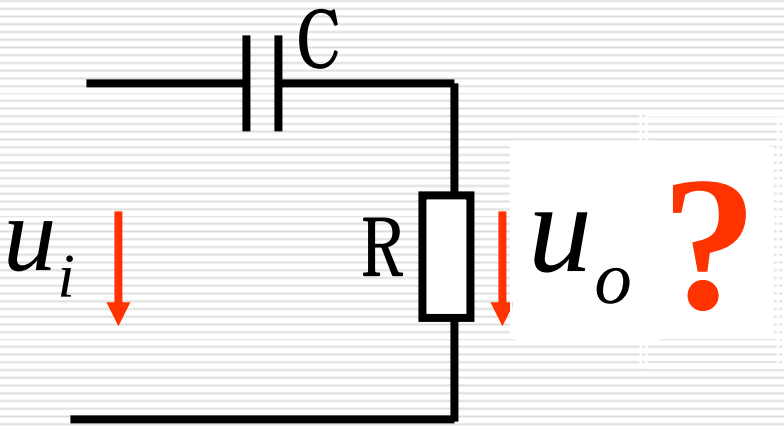


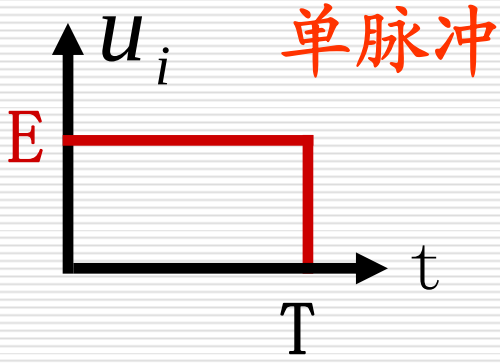


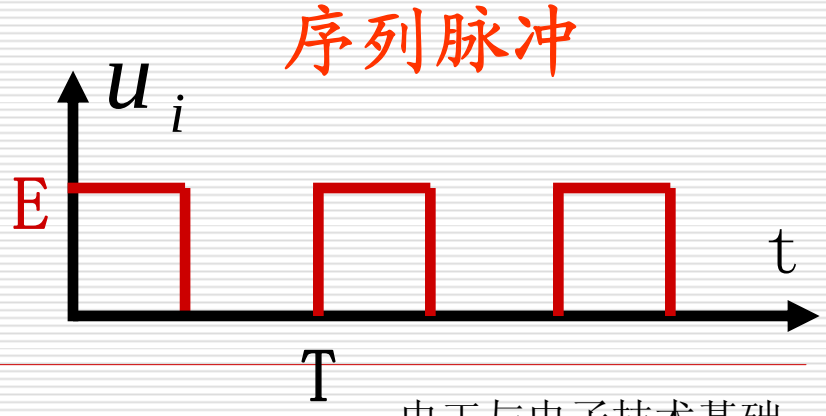


见书例6. 3. 4

2.积分电路与微分电路

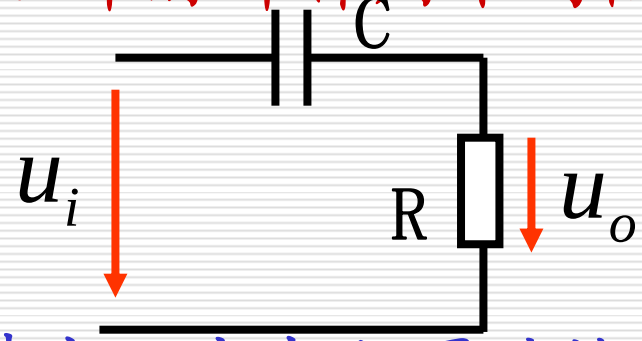


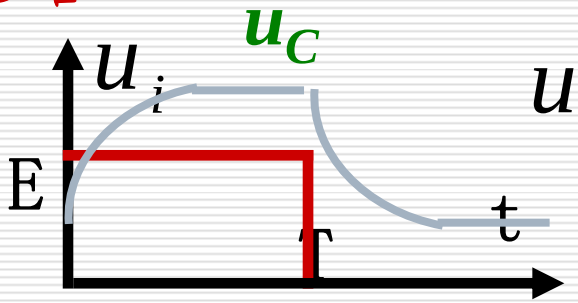




2.积分电路与微分电路

一、单脉冲作用下的微分电路

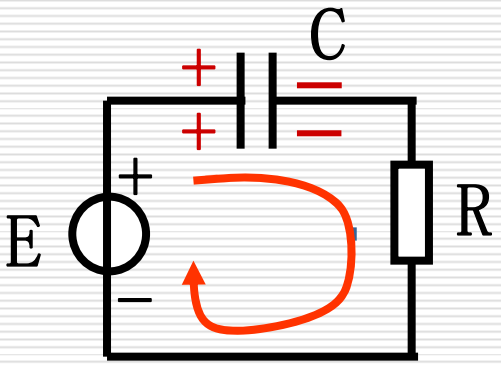




$$u_C(0^-)=0$$

特点：由电阻两端输出，$\tau \ll T$

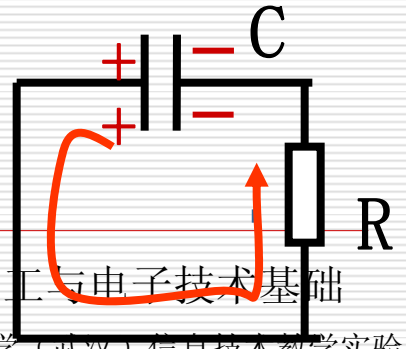
过渡过程进行得快？还是慢？



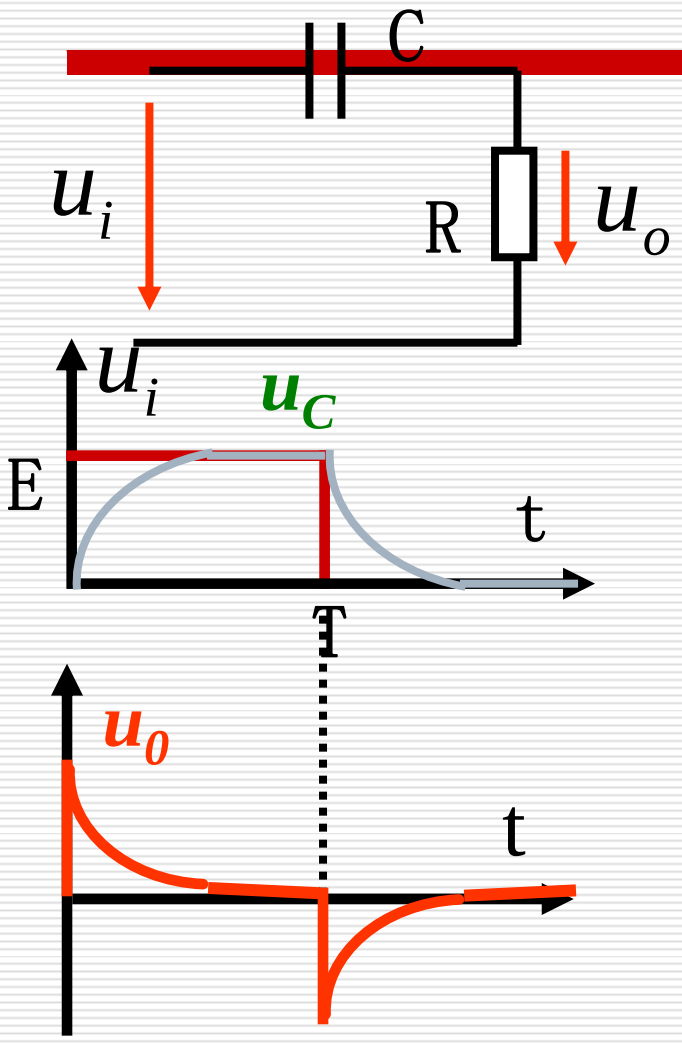
分析：

$t:0\sim T$ 电容充电。

$t \geq T$ 电容放电。



2.积分电路与微分电路



特点：由电阻两端输出，

$\tau \ll T$。 $u_C(0^-)=0$

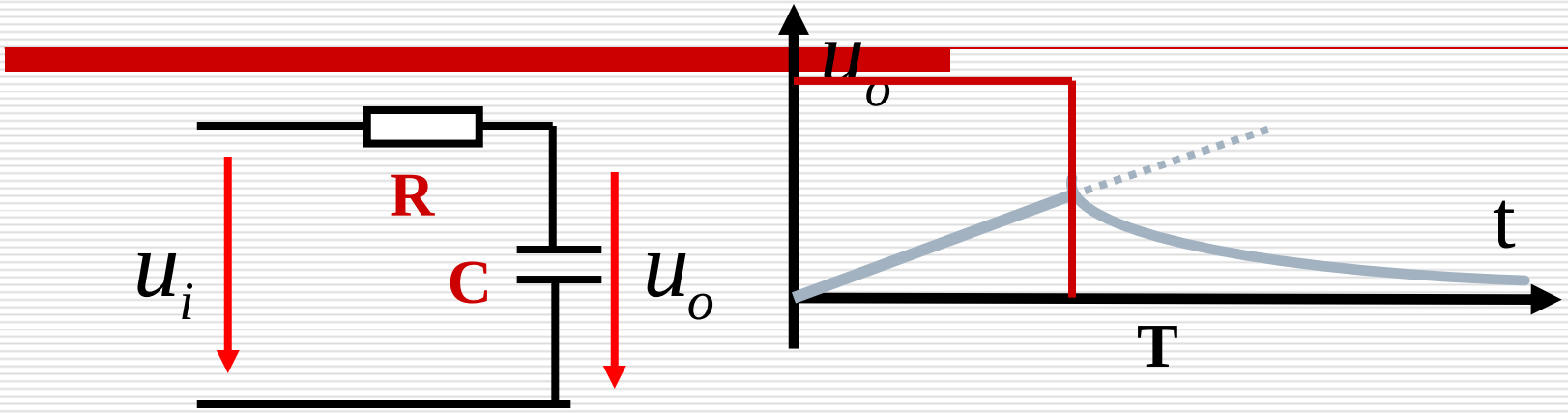
输出只反映输入的变化！相当于数学上的微分。

用数学式子表示：$(u_C \approx u_i)$

$$u_0 = iR = R \cdot C \frac{d\,u_c}{dt}$$

$$\approx RC \frac{d\,u_i}{dt}$$

2.积分电路与微分电路



特点： $\tau >> T$，由电容两端输出。

用数学式子表示：

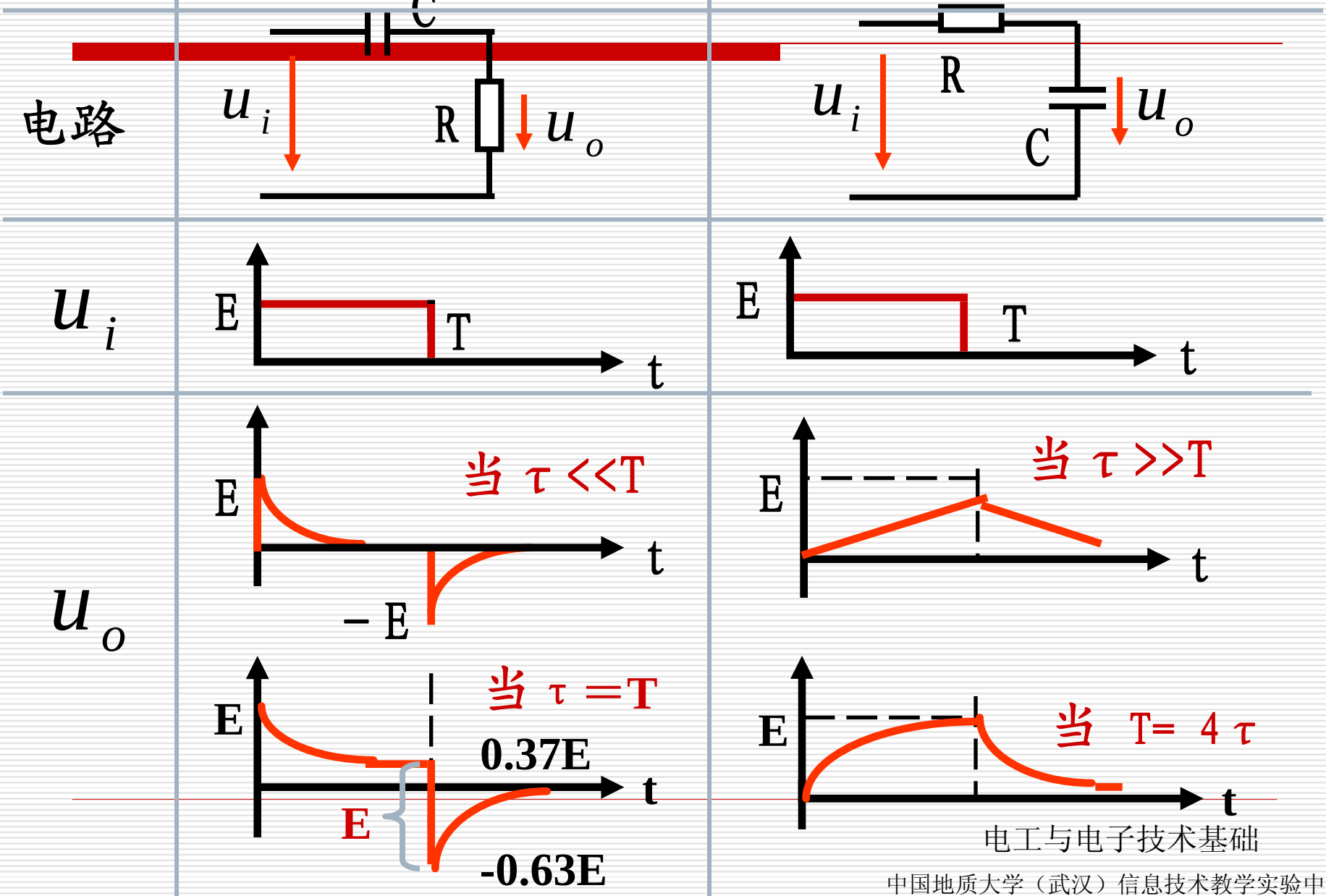
$$u_i \approx u_R$$

$$i = u_R/R \approx u_i/R$$

$$u_0(t) = u_C(t) = \frac{1}{C}\int i \cdot dt$$

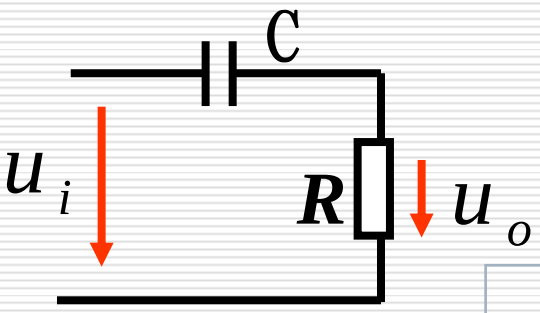
$$\approx \frac{1}{RC}\int u_i \, dt$$

2.积分电路与微分电路


电路
C
u_i
R
u_o
u_i
R
C
u_o
u_i
E
T
t
E
T
t
u_o
E
当 τ <<T
t
−E
E
当 τ >>T
t
E
当 τ =T
0.37E
t
E
-0.63E
E
当 T= 4 τ
t

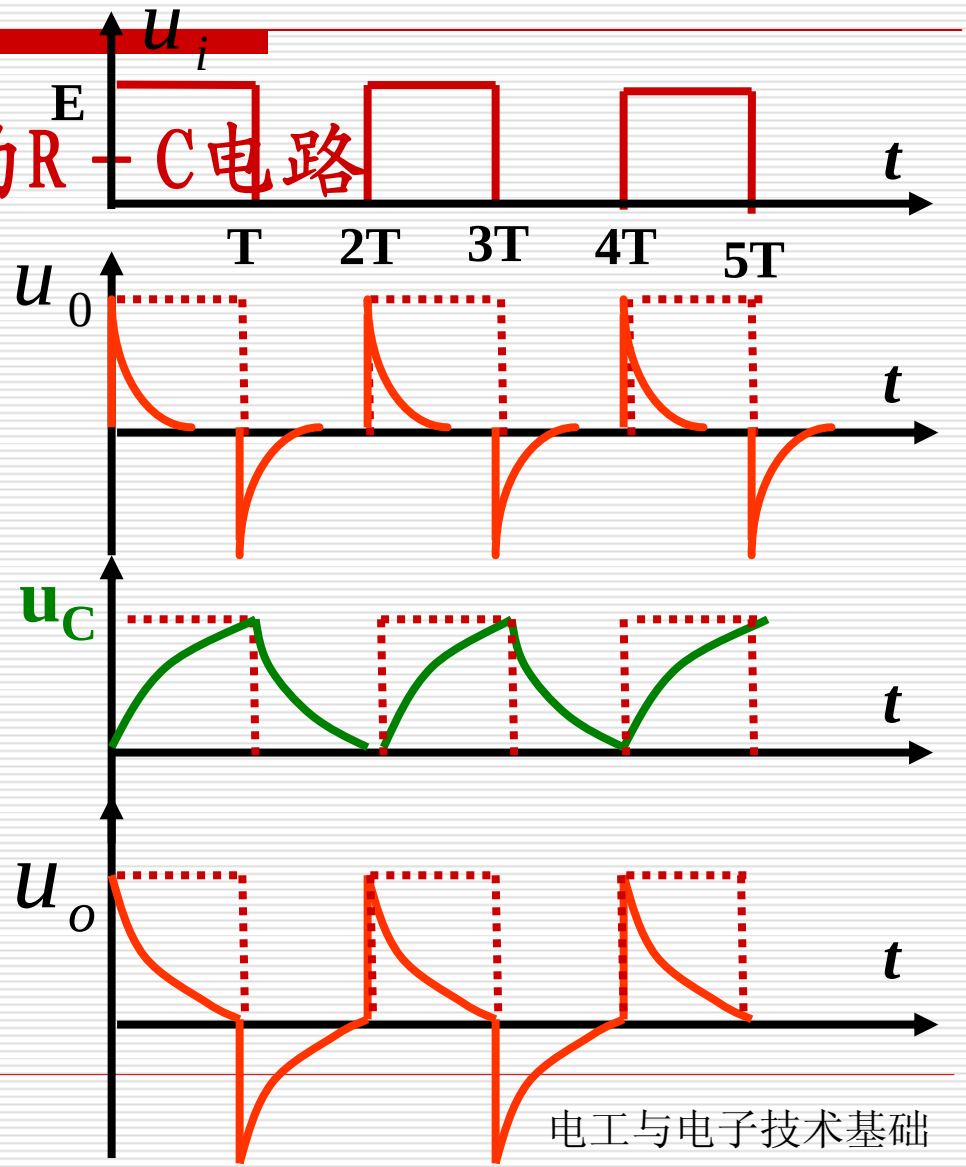
2.积分电路与微分电路

三、序列脉冲作用下的R－C电路

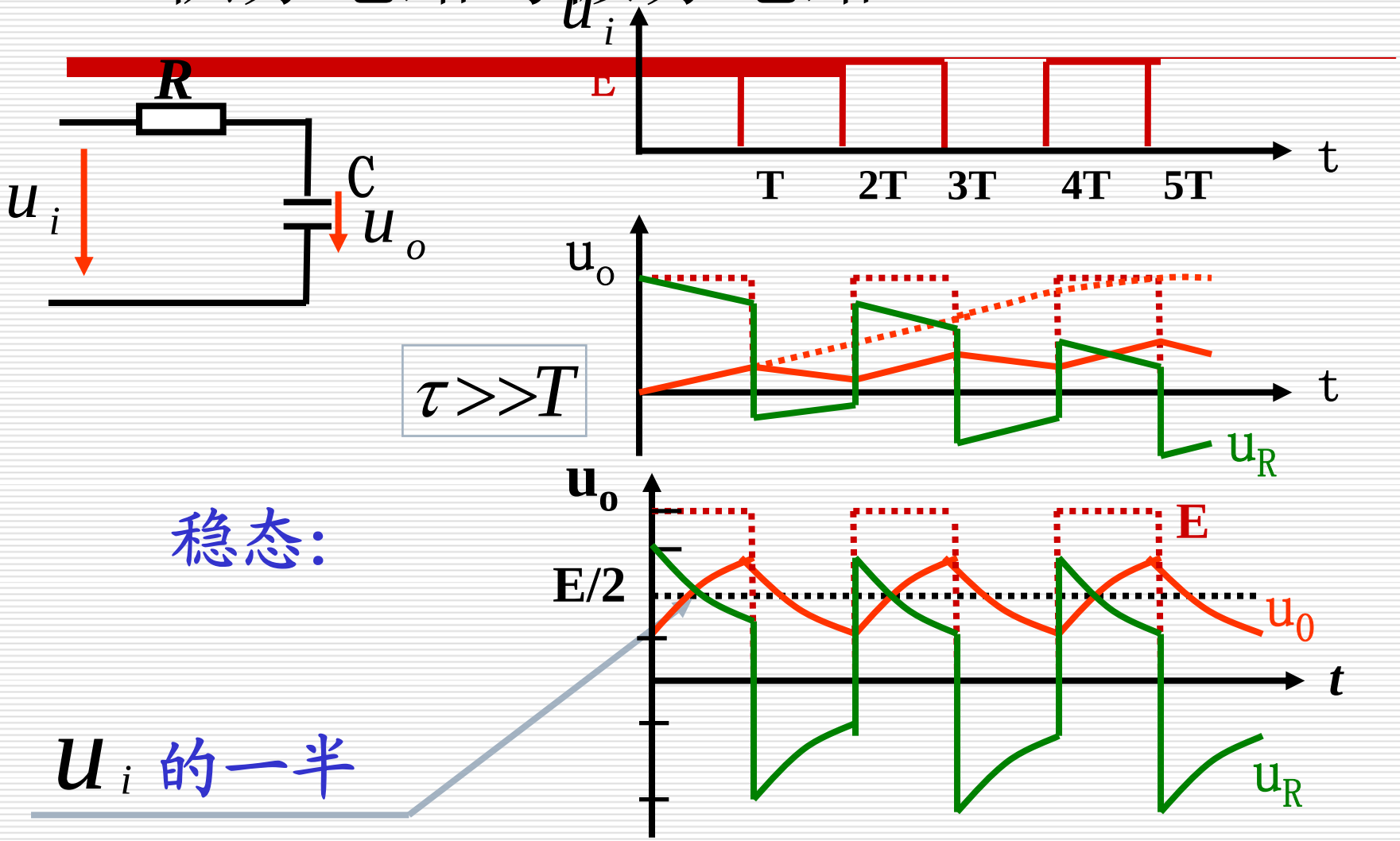


$\tau \ll T$

$\tau = (4 \sim 5)T$



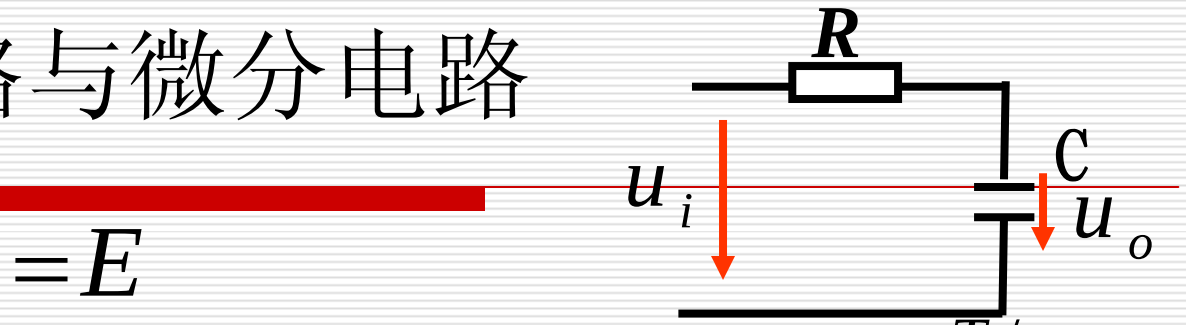
2.积分电路与微分电路



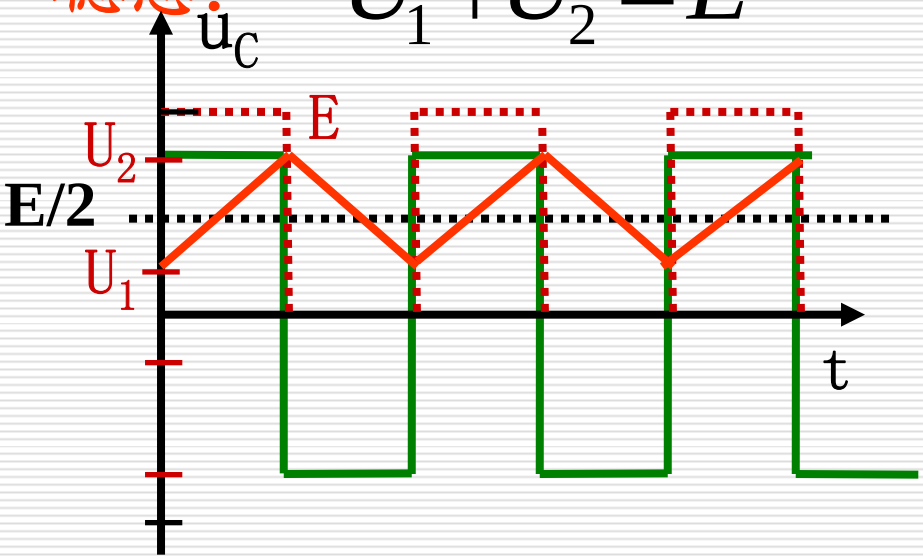
稳态：

u_i 的一半

2.积分电路与微分电路



稳态：$U_1+U_2=E$



$$U_1=\frac{E(1-e^{-T/\tau})}{1-e^{-2T/\tau}}$$

$$U_2=\frac{E(1-e^{-T/\tau})e^{-T/\tau}}{1-e^{-2T/\tau}}$$

u_0稳态：若 τ很大，输入信号为方波，输出信号为近似上下对称的方波（电容将直流成分留下）。