

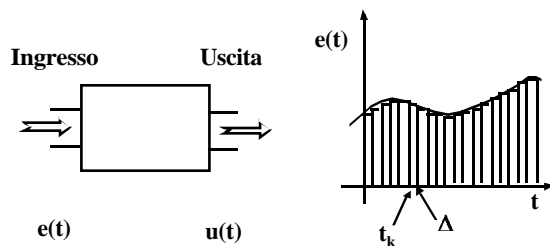
Lezione 42

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.1

Il punto di vista ingresso-uscita

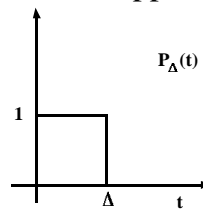
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.2

Ingresso - Uscita



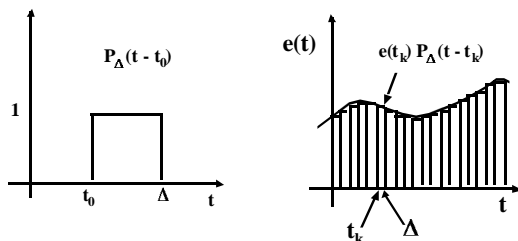
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.3

Impulso rettangolare finito applicato all'istante 0



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.4

Impulso rettangolare finito applicato all'istante t_0

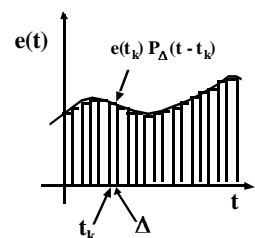


Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.5

Somma di impulsi rettangolari finiti

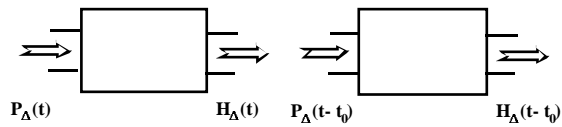
$$e^*(t) = \sum_{k=0}^N e(t_k) P_A(t - t_k)$$

Per Δ che tende a zero
 $e^*(t)$ tende a $e(t)$.



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.6

Risposta all'impulso rettangolare finito



Se la rete è passiva, tempo-invariante ed allo stato zero

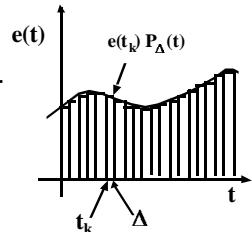
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.7

Sovrapposizione degli effetti

$$e^*(t) = \sum_{k=0}^N e(t_k) P_{\Delta}(t - t_k)$$

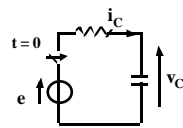
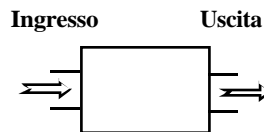
Se la rete è lineare, tempo-invariante, passiva ed allo stato 0

$$u^*(t) = \sum_{k=0}^N e(t_k) H_{\Delta}(t - t_k)$$



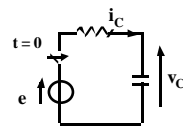
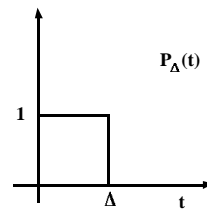
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.8

Ingresso - Uscita



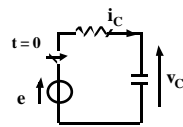
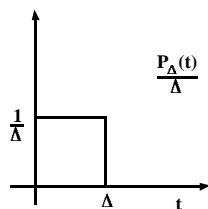
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.9

Ingresso - Uscita



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.10

Ingresso - Uscita



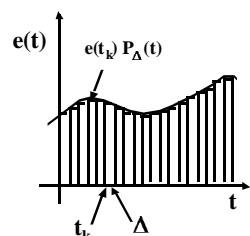
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.11

Sovrapposizione degli effetti

$$e^*(t) = \sum_{k=0}^N e(t_k) \frac{P_{\Delta}(t - t_k)}{\Delta} \Delta$$

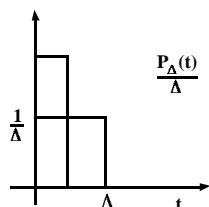
Se la rete è lineare, tempo-invariante, passiva ed allo stato 0

$$u^*(t) = \sum_{k=0}^N e(t_k) h_{\Delta}(t - t_k) \Delta$$



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.12

La funzione impulsiva

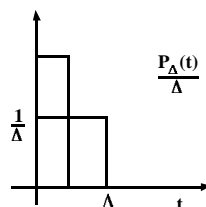


$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{P_{\Delta}(t)}{\Delta} dt = 1$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.13



La funzione impulsiva

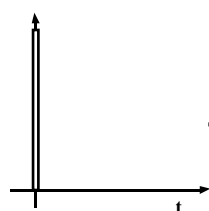


$$\delta(t) = \begin{cases} 0 & \text{per } t \neq 0 \\ \int_{-\varepsilon}^{+\varepsilon} \delta(t) dt = 1 & \text{con } \varepsilon > 0 \end{cases}$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.14



La funzione impulsiva



$$\delta(t) = \begin{cases} 0 & \text{per } t \neq 0 \\ \int_{-\varepsilon}^{+\varepsilon} \delta(t) dt = 1 & \text{con } \varepsilon > 0 \end{cases}$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.15



La funzione impulsiva

$$\delta(t-t_0) = \begin{cases} 0 & \text{per } t \neq t_0 \\ \int_{t_0-\varepsilon}^{t_0+\varepsilon} \delta(t-t_0) dt = 1 & \text{con } \varepsilon > 0 \end{cases}$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.16



Per Δ che tende a zero

$$e^*(t) = \sum_{k=0}^N e(t_k) \frac{P_{\Delta}(t-t_k)}{\Delta} \Delta \Rightarrow \int_0^T e(\tau) \delta(t-\tau) d\tau$$

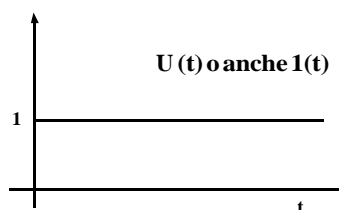
$$u^*(t) = \sum_{k=0}^N e(t_k) h_{\Delta}(t-t_k) \Delta \Rightarrow \int_0^T e(\tau) h(t-\tau) d\tau$$

Integrale di convoluzione

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.17



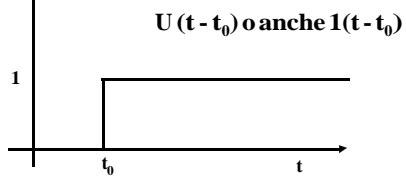
Gradino unitario



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.18

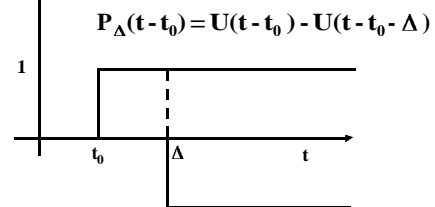


Gradino unitario applicato all'istante t_0



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.19

Impulso rettangolare finito e gradino unitario



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.20

Impulso e gradino unitario

$$\frac{P_{\Delta}(t - t_0)}{\Delta} = \frac{U(t - t_0) - U(t - t_0 - \Delta)}{\Delta}$$

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{P_{\Delta}(t - t_0)}{\Delta} = \frac{dU}{dt}$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.21

L'impulso è la derivata del gradino

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{P_{\Delta}(t - t_0)}{\Delta} = \frac{dU}{dt}$$

$$\delta(t) = \frac{dU}{dt}$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.22

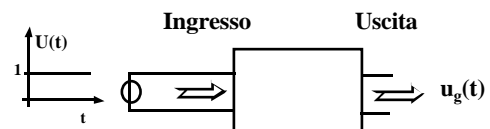
Risposta all'impulso

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{P_{\Delta}(t - t_0)}{\Delta} = \frac{dU}{dt}$$

$$\delta(t) = \frac{dU}{dt} \quad h(t) = \frac{du_g}{dt}$$

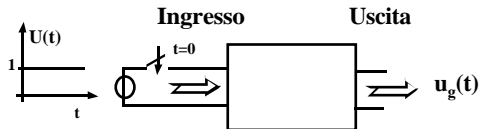
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.23

Ingresso - Uscita



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.24

Ingresso - Uscita



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.25

Impulso di tensione in un RC (Spice)

Pulse

*Carica impulsiva di un condensatore

V1 1 0 PULSE(0 50000 0 1e-5 1e-5 1e-5 4e-3)

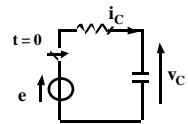
R1 2 1 10

C1 2 0 1e-4

.TRAN 1e-3 4e-3 0 1e-5

.PROBE

.END



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.26

Impulso di tensione in un RC (Spice)

Pulse

*Carica impulsiva di un condensatore

V1 1 0 PULSE(0 50000 0 1e-5 1e-5 1e-5 4e-3)

R1 2 1 10

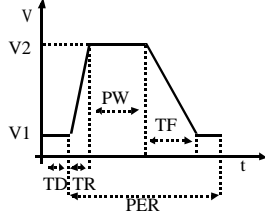
C1 2 0 1e-4

.TRAN 1e-3 4e-3 0 1e-5

.PROBE

.END

PULSE(V1 V2 TD TR TF PW PER)



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.27

Impulso di tensione in un RC (Spice)

Pulse

*Carica impulsiva di un condensatore

V1 1 0 PULSE(0 50000 0 1e-5 1e-5 1e-5 4e-3)

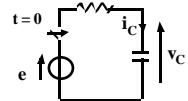
R1 2 1 10

C1 2 0 1e-4

.TRAN 1e-3 4e-3 0 1e-5

.PROBE

.END



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.28

Impulso di tensione in un RC (Spice)

Pulse

*Carica impulsiva di un condensatore

V1 1 0 PULSE(0 50000 0 1e-5 1e-5 1e-5 4e-3)

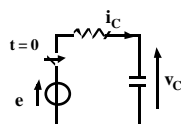
R1 2 1 10

C1 2 0 1e-4

.TRAN 1e-3 4e-3 0 1e-5

.PROBE

.END



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.29

Impulso di tensione in un RC (Spice)

Pulse

*Carica impulsiva di un condensatore

V1 1 0 PULSE(0 50000 0 1e-5 1e-5 1e-5 4e-3)

R1 2 1 10

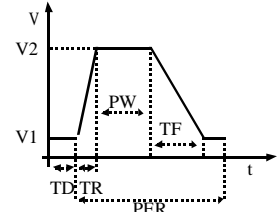
C1 2 0 1e-4

.TRAN 1e-3 4e-3 0 1e-5

.PROBE

.END

PULSE(V1 V2 TD TR TF PW PER)



Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.30

Impulso di tensione in un RC (Spice)

Pulse

*Carica impulsiva di un condensatore

V1 1 0 PULSE(0 500000 0 1e-5 1e-5 1e-5 4e-3)

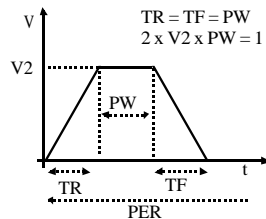
R1 2 1 10

C1 2 0 1e-4

.TRAN 1e-3 4e-3 0 1e-5

.PROBE

.END



PULSE(V1 V2 TD TR TF PW PER)

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.31

Impulso di tensione in un RC (Spice)

Pulse

*Carica impulsiva di un condensatore

V1 1 0 PULSE(0 500000 0 1e-5 1e-5 1e-5 4e-3)

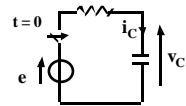
R1 2 1 10

C1 2 0 1e-4

.TRAN 1e-3 4e-3 0 1e-5

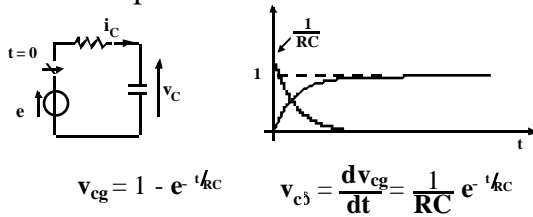
.PROBE

.END



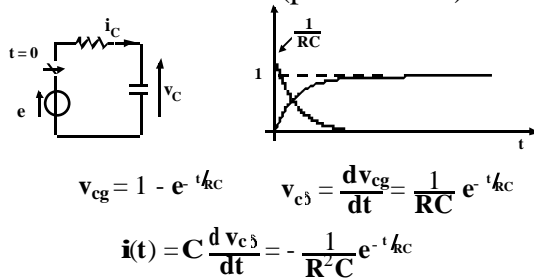
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.32

Impulso di tensione in un RC



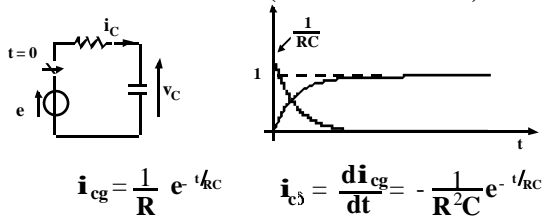
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.33

La corrente (primo modo)



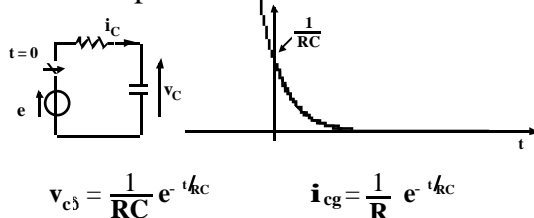
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.34

La corrente (secondo modo)

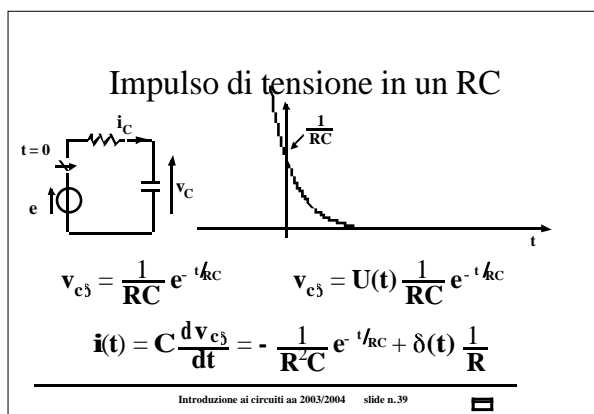
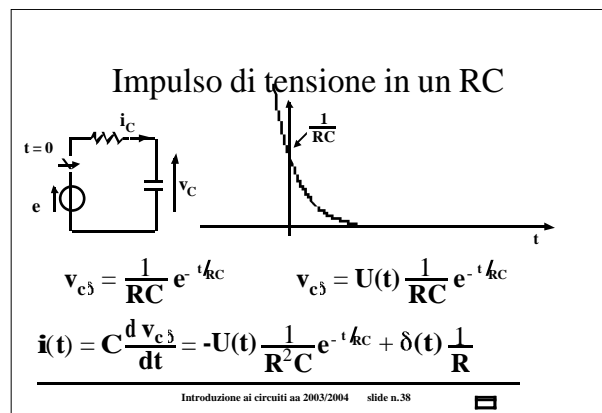
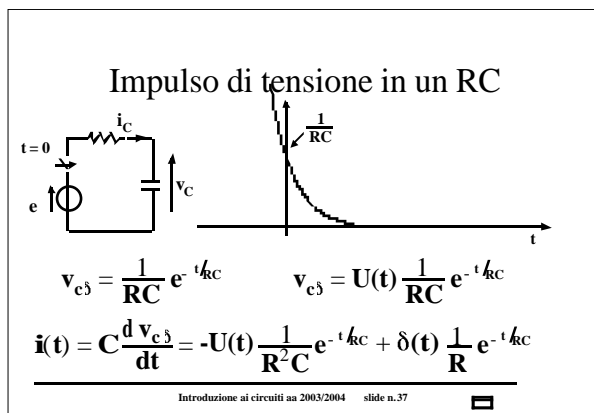


Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.35

Impulso di tensione in un RC



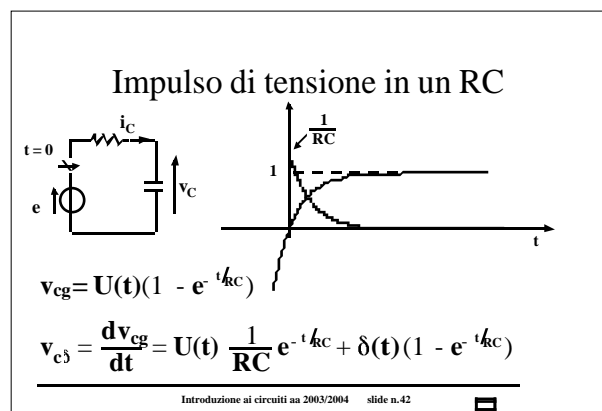
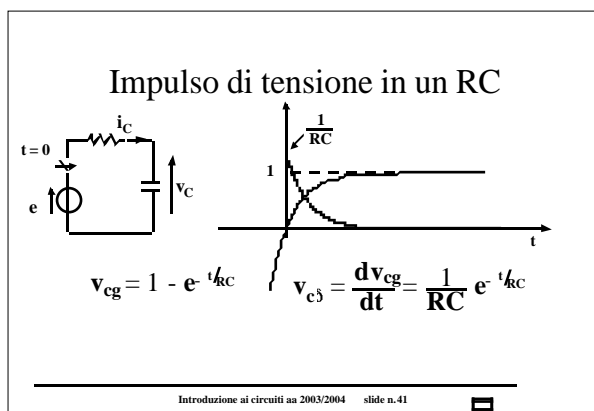
Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.36

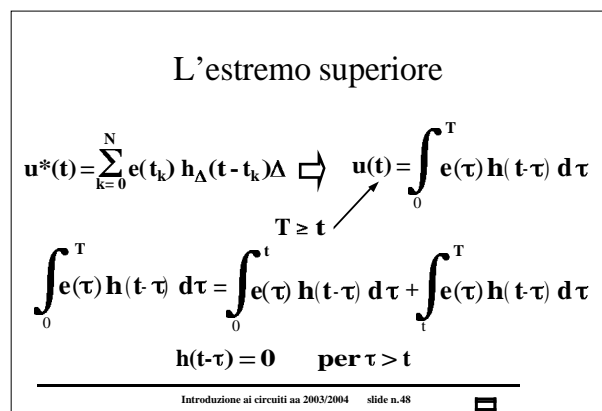
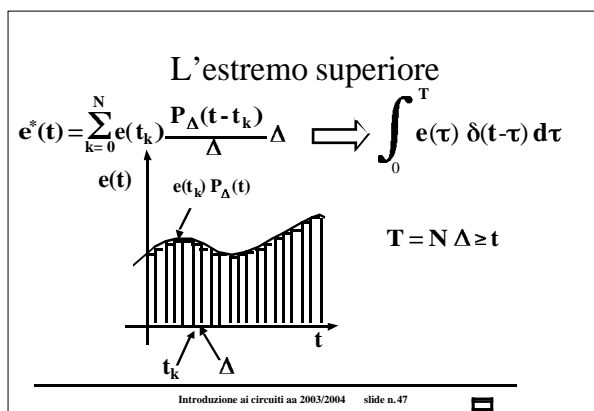
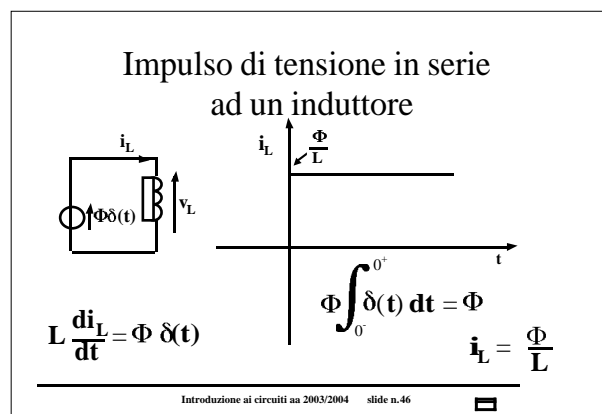
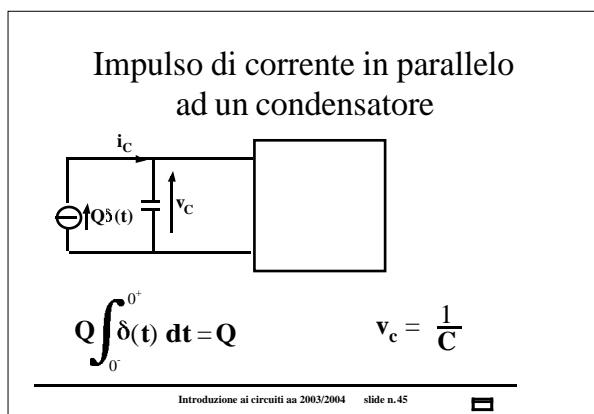
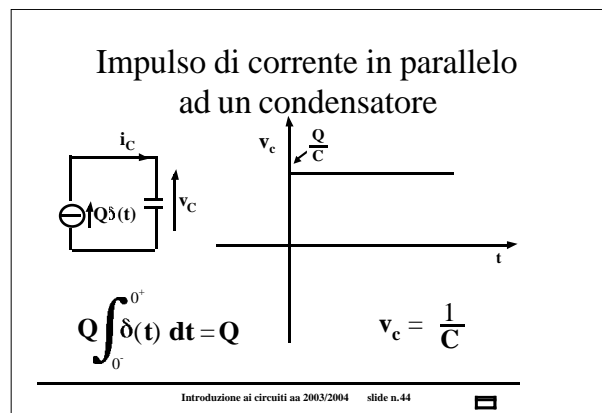
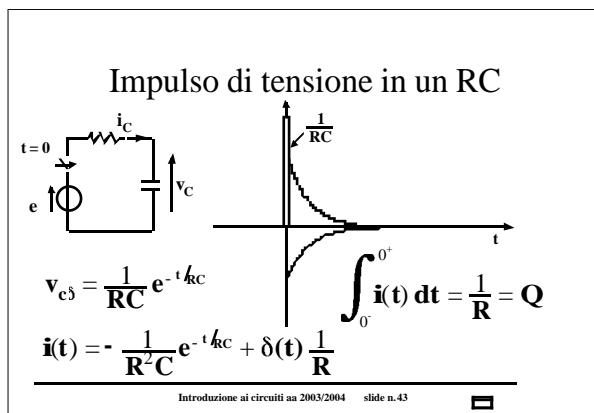


In presenza di impulsi

Bisogna fare attenzione al comportamento nell'origine delle funzioni che si derivano!

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n.40





Integrale di convoluzione

$$u(t) = \int_0^t e(\tau) h(t-\tau) d\tau$$

$$u(t) = \int_0^{t^+} e(\tau) h(t-\tau) d\tau$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n. 49



Bilanciamento degli impulsi

$$y^n + a_{n-1}y^{n-1} + \dots + a_1y' + a_0y = \sum b_r \delta^{(r)}(t)$$

$$\delta^{(r)}(t) = \begin{cases} 0 & \text{per } t \neq 0 \\ \int_{-\varepsilon}^{+\varepsilon} \delta^{(r)}(t) dt = \delta^{(r-1)}(t) & \text{con } \varepsilon > 0 \end{cases}$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n. 50



Bilanciamento degli impulsi

$$y^n + a_{n-1}y^{n-1} + \dots + a_1y' + a_0y = \sum b_r \delta^{(r)}(t)$$

$$\delta^{(1)}(t) = \begin{cases} 0 & \text{per } t \neq 0 \\ \int_{-\varepsilon}^{+\varepsilon} \delta^{(1)}(t) dt = \delta(t) & \text{con } \varepsilon > 0 \end{cases}$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n. 51



Bilanciamento degli impulsi

$$y^n + a_{n-1}y^{n-1} + \dots + a_1y' + a_0y = \sum b_r \delta^{(r)}(t)$$

$$y^n + a_{n-1}y^{n-1} + \dots + a_1y' + a_0y = 0$$

$$y_0(t) = \sum_{r=1}^n A_r e^{\alpha_r t} + \sum k_r \delta^{(r)}(t)$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n. 52



Bilanciamento degli impulsi

$$y_0^n + a_{n-1}y_0^{n-1} + \dots + a_1y_0' + a_0y_0 + \sum f_i(a_i)k_r \delta^{(r)}(t) = \sum b_r \delta^{(r)}(t)$$

$$y^n + a_{n-1}y^{n-1} + \dots + a_1y' + a_0y = 0$$

$$y_0(t) = \sum_{r=1}^n A_r e^{\alpha_r t} + \sum k_r \delta^{(r)}(t)$$

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n. 53



Riepilogo della Lezione 42

- Il punto di vista ingresso-uscita;
- La risposta all'impulso;
- Determinazione attraverso la risposta al gradino;
- Determinazione diretta;
- Esercizi.

Introduzione ai circuiti aa 2003/2004 slide n. 54

