

Elettrotecnica al computer

Matrici risolutive

Per risolvere un circuito qualsiasi contenente elementi lineari, induttori e condensatori, si può ricorrere a delle matrici. Il procedimento ricorsivo è questo:

- 1) Si sceglie un nodo di riferimento, contato come 0.
- 2) Si numerano tutti gli altri nodi
- 3) Si scrive la matrice quadrata risolutiva del sistema, secondo la seguente formula generale:

$$\begin{vmatrix} K_{1,1} & K_{1,2} & \dots & K_{1,n} \\ K_{2,1} & K_{2,2} & \dots & K_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ K_{n,1} & K_{n,2} & \dots & K_{n,n} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} M_1 \\ M_2 \\ \vdots \\ M_n \end{vmatrix} + \dots + \dots = \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_n \end{vmatrix}$$

$K_{i,i}$ = Somma dei valori K dei componenti connessi al nodo i

$K_{i,j}$ = Somma negativa dei valori K dei componenti connessi tra il nodo i e il nodo j

M_i = Termini incogniti, considerati tra il nodo 0 e il nodo i

I_i = Somma delle correnti dei generatori connessi al nodo i.

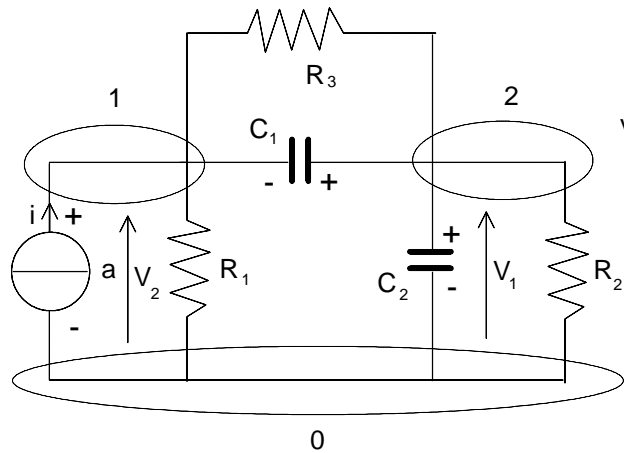
$I > 0$ se la corrente è entrante nel nodo

$I < 0$ se la corrente è uscente dal nodo

La tabella mostra i valori da inserire nella matrice a seconda del componente elettronico:

Valore	Resistori	Condensatori
K	Conduttanza $\frac{1}{R}$	Capacità C
M	Tensione: V	Derivata della tensione: $\frac{dv}{dt}$

Esempio:



La matrice finale risolutiva di questo circuito è:

$$\begin{vmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} & -\frac{1}{R_3} \\ -\frac{1}{R_3} & \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} V_1 \\ V_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} C_1 & -C_1 \\ -C_1 & C_1 + C_2 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \frac{dv_1}{dt} \\ \frac{dv_2}{dt} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a \\ 0 \end{vmatrix}$$

Elettrotecnica al computer

Programma Spice

Il linguaggio di programmazione Spice è stato creato appositamente per risolvere i circuiti elettronici a computer.

A) Caratteristiche generali

- 1) Spice non è Case Sensitive: maiuscole e minuscole hanno lo stesso significato
- 2) Spice lavora sempre sulle tensioni
- 3) Spice compie l'analisi in questo modo: legge la descrizione del circuito e il tipo di analisi da compiere da un file nome.cir, e scrive i risultati dell'analisi e gli eventuali errori in un file nome.out

B) Struttura del listato

- 1) Prima riga: non analizzata dal computer durante l'esecuzione. Serve per il titolo
- 2) Istruzioni di descrizione: descrivono al computer come è fatto il circuito. Ogni componente elettronico è indicato come segue:

Lettera che indica il componente + Numero del componente + Nodo Positivo + Nodo Negativo + Caratteristiche del componente

- 3) Istruzioni di comando: iniziano sempre con un punto, e specificano al computer come eseguire l'analisi
- 4) Commenti: si inseriscono scrivendo * seguito dal commento.

C) Rappresentazione dei valori

I valori dei componenti possono essere espressi in tre modi:

- 1) Valore semplice. Esempio: 10.000
- 2) Esponenziale ingegneristico: 10E3
- 3) Con prefissi: 10K

Tabella dei prefissi:

Valore	10^9	10^6		10^{-3}		10^{-9}	10^{-12}
Prefisso	g	meg	k	m	u	n	p

Elenco dei componenti

1) Resistenza

Sintassi: **Rn** N+ N- Val

Dove: n = numero di resistenza

N+ = Polo positivo

N- = Polo negativo

Val = valore in ohm della resistenza

2) Generatore indipendente di tensione

Sintassi: **Vn** N+ N- Tipo_Tensione Valore

Dove: n = numero di resistenza

N+ = Polo positivo

N- = Polo negativo

Tipo_Tensione: tipo di tensione erogata: (DC - PULSE - ecc)

Valore: tensione erogata

Nota: : I generatori seguono sempre la convenzione degli utilizzatori.

Tensione: parte dal polo - e va al polo +

Corrente: entra nel polo + e esce dal polo -

3) Generatore indipendente di corrente

Sintassi: **In** N+ N- Tipo_Corrente Valore

Dove: n = numero di resistenza

N+ = Polo positivo

N- = Polo negativo

Tipo_Corrente: tipo di corrente erogata: (DC - PULSE - ecc)

Valore: corrente erogata

4) Generatori pilotati in tensione

Sintassi: **En** N+ N- NC+ NC- Coeff

Gn N+ N- NC+ NC- Coeff

Dove: n = numero di resistenza

N+ = Polo positivo

N- = Polo negativo

NC+ = Polo positivo della tensione di controllo

NC- = Polo negativo della tensione di controllo

Coeff = coefficiente del generatore

E= Generatore di tensione pilotato in tensione

G= generatore di corrente pilotato in tensione

5) Generatori pilotati in corrente

Sintassi: **Gn** N+ N- Pilotante Coeff

Dove: n = numero di resistenza

N+ = Polo positivo

N- = Polo negativo

Pilotante = nome del dispositivo la cui corrente controlla il generatore. Di solito è un generatore

Coeff = coefficiente del generatore

F= Generatore di corrente pilotato in corrente

H= generatore di tensione pilotato in corrente

NB: poichè Spice lavora sempre con tensioni, non si può indicare la corrente che pilota il generatore. Bisogna ricorrere al seguente stratagemma: si sostituisce al punto in cui c'è la corrente un generatore di tensione con $v=0$, che equivale a un cortocircuito. Poi nella definizione del generatore pilotato si indica il nome del generatore di tensione nulla.

6) Definizioni di correnti/tensioni erogate

A) DC

Cosa: eroga corrente/tensioni continua

Sintassi: nessun parametro aggiuntivo

B) PULSE

Cosa: Eroga una pulsazione periodica di corrente definita dall'utente

Sintassi: I1 I2 Ritardo_I1 Durata_Salita Durata_Discesa Durata_I2 Periodo

Dove: I1 = Corrente 1 dalla quale inizia la pulsazione

I2 = Corrente 2 alla quale giunge la pulsazione

Ritardo_I1 = tempo iniziale durante il quale la corrente vale I1. E' considerato solo la prima volta, ma non si ripete nel ciclo

Durata_Salita = tempo durante il quale la corrente sale linearmente da I1 a I2

Durata_Discesa = tempo durante il quale la corrente scende linearmente da I2 a I1

Durata_I2 = tempo durante il quale la tensione resta a I2

Periodo = Periodo totale

Elenco dei comandi

A) Tipo di analisi

Sintassi: .DC Nome_Gen_V V_Inizio V_Fine V_Passo

Dove: Nome_Gen_V = il nome del generatore di tensione da prendere in considerazione per compiere l'analisi

V_Inizio = La tensione di inizio dalla quale partire per compiere l'analisi

V_Fine = La tensione finale dell'analisi

v_Passo = L'incremento nel passaggio da V_Inizio a V_Fine

B) Stampa dei dati su file

Sintassi: .PRINT Tipo_Analisi Valori

Dove: .PRINT = Stampa i dati in modalità testuale in nome.out

Tipo_Analisi = Il tipo di analisi da stampare nel file

Grandezze = Le grandezze da stampare nel file

Sintassi: .PROBE Valori

Dove: .PROBE = Stampa i dati in modalità grafica

Grandezze = Le grandezze da stampare nel file

C) Fine del programma

Sintassi: .END

Nota: è sempre necessario inserire .END alla fine del programma