

Tesis de Licenciatura en Física

Título de la tesis

Nombre del tesista

Nombre del director

Director

Nombre del co-director

Co-director

Fecha

**Departamento de Física
Universidad Nacional de San Luis
Argentina**

A mi familia,
que la quiero mucho,
a mis perros y gatos

Resumen

La superconductividad es un fenómeno
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....

Esta tesis está organizada de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se presenta
.....
.....

En el capítulo 2 se presenta
.....
.....

En el capítulo 3 se presenta
.....
.....

Y por último, en el capítulo 4

Índice general

1	Título del capítulo 1	1
1.1	Primer sección	2
1.2	Segunda sección	2
2	Título del capítulo 2	3
2.1	Métodos de Heun y de Runge-Kuttas	3
3	Título del capítulo 3	5
3.1	Primer sección	5
3.2	Segunda sección	5
4	Título del capítulo 4	7
4.1	Primer sección	7
4.2	Segunda sección	7
5	Conclusiones Generales	9
	Agradecimientos	13

Capítulo 1

Título del capítulo 1

Nota: para compilar en linux con comandos usar el siguiente esquema:

- pdflatex Tesis.tex
- pdflatex Tesis.tex
- bibtex Tesis.aux
- pdflatex Tesis.tex
- pdflatex Tesis.tex

Uno de los principales objetivos de esta tesis es

..... [1]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

En la figura 1.1 vemos una red cuadrada

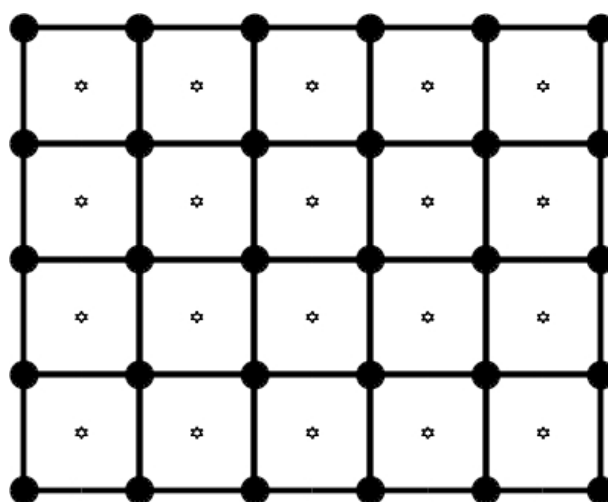


Figura 1.1: Red cuadrada.

```

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

```

```

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

```

```

*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****

```

```

*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****

```

Capítulo 2

Título del capítulo 2

Uno de los principales objetivos de esta tesis es
..... [1]
.....
.....
.....
.....
.....

2.1. Métodos de Heun y de Runge-Kuttas

Consideremos el problema de encontrar la solución $x(t)$ de una ecuación diferencial ordinaria unidimensional, a partir de una condición inicial dada a $t = t_0$:

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x(t)) \quad \text{y} \quad x(t_0) = x_0, \quad (2.1)$$

donde $f[t, x(t)]$ es una función conocida que depende tanto de t como de $x(t)$.

El método de Heun (ver por ejemplo Referencia [2], página 47) para resolver numéricamente una ecuación diferencial ordinaria consta de dos pasos: primero a partir del valor de la función en un dado tiempo, $x(t)$, se determina un *predictor* $\tilde{x}(t + \Delta t)$ mediante el método de Euler y luego, usando la regla trapezoidal, se estima el valor final de la función $x(t + \Delta t)$. En otras palabras:

$$\tilde{x}(t + \Delta t) = x(t) + f(t, x(t))\Delta t \quad (2.2)$$

$$x(t + \Delta t) = x(t) + \left[\frac{f(t, x(t)) + f(t + \Delta t, \tilde{x}(t + \Delta t))}{2} \right] \Delta t. \quad (2.3)$$

Si en lugar del sistema determinista (2.1) tenemos una ecuación diferencial estocástica,

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x(t)) + g(t, x(t))\eta(t) \quad \text{y} \quad x(t_0) = x_0, \quad (2.4)$$

donde $g[t, x(t)]$ es otra función conocida que también depende tanto de t como de $x(t)$, y $\eta(t)$ es un ruido blanco Gaussiano, entonces el método de Heun también funciona e incluso es posible emplear el mismo número random en ambas etapas de

cálculo [2]. En la práctica sólo se expanden las funciones f y g (el ruido Gaussiano se toma a tiempo t):

$$\tilde{x}(t + \Delta t) = x(t) + f(t, x(t))\Delta t + g(t, x(t))\Delta W \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} x(t + \Delta t) = x(t) &+ \left[\frac{f(t, x(t)) + f(t + \Delta t, \tilde{x}(t + \Delta t))}{2} \right] \Delta t + \\ &+ \left[\frac{g(t, x(t)) + g(t + \Delta t, \tilde{x}(t + \Delta t))}{2} \right] \Delta W, \end{aligned} \quad (2.6)$$

donde $\Delta W = \eta\Delta t$, siendo $W(t)$ un proceso de Wiener. Para una dinámica estocástica controlada por la temperatura T , la varianza de ΔW depende tanto de T como de Δt . Hay que destacar que el método de Heun converge a la solución de la ecuación (2.4) en la convención de *Stratonovich*, mientras que el de Euler converge a la convención de *Itô* (ver apéndice C en Referencia [3]).

Otro método que converge a la solución de *Stratonovich* es el de Runge-Kutta de orden dos [2]. Para la ecuación diferencial estocástica (2.4), este método consta de dos etapas (ver Referencia [2], página 45)

$$\begin{aligned} \tilde{x}(t + \Delta t/2) &= x(t) + f(t, x(t))\frac{\Delta t}{2} + g(t, x(t))\frac{\Delta W_1}{\sqrt{2}} \quad (2.7) \\ x(t + \Delta t) &= x(t) + f(t + \Delta t/2, \tilde{x}(t + \Delta t/2))\Delta t + g(t + \Delta t/2, \tilde{x}(t + \Delta t/2))\frac{(\Delta W_2 + \Delta W_1)}{\sqrt{2}} \quad (2.8) \end{aligned}$$

donde, a diferencia del método Heun, vemos que ahora se necesitan calcular dos números random en lugar de uno (por eso se introdujeron índices a ΔW_1 y ΔW_2).

Capítulo 3

Título del capítulo 3

Uno de los principales objetivos de esta tesis es [1]

3.1. Primer sección

[illegible]

3.2. Segunda sección

```
.....
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
```

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Capítulo 4

Título del capítulo 4

Uno de los principales objetivos de esta tesis es
..... [1]
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4.1. Primer sección

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4.2. Segunda sección

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Capítulo 5

Conclusiones Generales

En esta tesis se estudiaron Los
resultados obtenidos más relevantes son resumidos a continuación.

XXXXXX

[illegible]

yyyyyyyyyy

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Perspectivas Futuras

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bibliografía

- [1] V. Panchito, Science **280**, 720 (1998).
- [2] G. W. Wysin, *Stochastic Spin Dynamics & Langevin-Landau-Gilbert Simulations. Notas extraídas de la página web <http://www.phys.ksu.edu/personal/wysin/>* (PUBLISHER, ADDRESS, YEAR).
- [3] J. L. García-Palacios y F. J. Lázar, Phys. Rev. B **58**, 14937 (1998).

Agradecimientos

A mis compañeros de estudio

Quisiera comenzar agradeciendo a
.....
.....
.....

A por se tan buen amigo
.....
.....
.....
.....

A la familia y amigos...

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Para finalizar, quisiera agradecerle a las instituciones
.....
.....
.....

Nombre autor

