



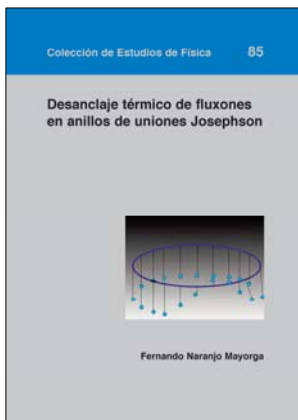
Prensas Universitarias
Universidad Zaragoza

Novedades

Desanclaje térmico de fluxones en anillos de uniones Josephson

Fernando Naranjo Mayorga

Prensas Universitarias de Zaragoza
Colección de Estudios de Física, 85
2011, XIV, 163 pp., 17 x 25
978-84-15274-63-6
46 euros



El libro presenta un estudio computacional del efecto de la temperatura en las propiedades dinámicas, fundamentalmente el desanclaje o “depinning”, de cuantos de flujo magnético (fluxones) en un anillo formado por uniones Josephson. Los fluxones en redes superconductoras son una realización física de los llamados solitones, unas estructuras paradigmáticas de la ciencia no lineal. Se trata por lo tanto de un trabajo de física estadística y no lineal en el contexto de dispositivos superconductores.

Índice

| | |
|--|-------------|
| Prólogo | XIII |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Unión Josephson | 1 |
| 1.1.1. Superconductividad | 1 |
| 1.1.2. Efecto Josephson | 2 |
| 1.1.3. Uniones túnel superconductoras. Ecuaciones de Josephson | 4 |
| 1.1.4. Modelo RCSJ de una unión | 6 |
| 1.1.5. JJ y ciencia no lineal | 6 |
| 1.1.6. Curva IV | 7 |
| 1.1.7. Uniones Josephson “largas” | 9 |
| 1.2. Efecto de la temperatura | 10 |
| 1.2.1. Adición de ruido térmico | 10 |
| 1.2.2. Modelo de salto de barrera y efecto de la temperatura | 10 |
| 1.2.3. El “problema de Kramers” y uniones Josephson | 12 |
| 1.3. Redes de uniones Josephson | 13 |
| 1.3.1. Redes en serie | 14 |
| 1.3.2. rf-SQUID | 15 |
| 1.3.3. dc-SQUID | 16 |
| 1.3.4. Red de uniones Josephson en paralelo | 17 |
| 1.3.5. La escalera de uniones Josephson | 18 |
| 1.3.6. Redes bidimensionales | 19 |
| 2. El anillo de uniones Josephson | 21 |
| 2.1. Ecuaciones de la dinámica del sistema | 21 |
| 2.2. Energía del sistema | 25 |
| 2.2.1. Configuraciones de mínima energía | 27 |
| 2.3. Anillo de uniones Josephson y física no lineal | 28 |
| 2.3.1. Modelo Frenkel-Kontorova (FK) | 28 |
| 2.3.2. La ecuación de sine-Gordon | 30 |
| 2.3.3. Solitones en física no lineal | 31 |
| 2.3.4. Solitones en el anillo de uniones Josephson | 32 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 2.4. | Efecto Ratchet en ciencia no-lineal | 34 |
| 2.4.1. | Rocking ratchet | 36 |
| 2.4.2. | Flashing ratchet | 37 |
| 2.5. | Dispositivos ratchet para fluxones | 38 |
| 3. | Fluxón como una partícula | 43 |
| 3.1. | Redes regulares | 43 |
| 3.1.1. | La barrera y el potencial de Peierls-Nabarro | 45 |
| 3.1.2. | Espectro de modos lineales | 48 |
| 3.1.3. | La masa efectiva del fluxón | 51 |
| 3.1.4. | Un experimento numérico | 53 |
| 3.1.5. | Dependencia con i | 54 |
| 3.2. | Redes Ratchet | 55 |
| 3.2.1. | Red ratchet de periodo 2 | 56 |
| 3.2.2. | Red ratchet de periodo 3 | 58 |
| 4. | Desanclaje Térmico de Fluxones en Redes regulares | 67 |
| 4.1. | Introducción | 67 |
| 4.2. | Red regular con 9 uniones y un fluxón | 71 |
| 4.2.1. | Consideraciones sobre la rampa | 71 |
| 4.2.2. | Curvas $I-V$ a temperatura nula: Regímenes de Amortiguamiento | 73 |
| 4.2.3. | Curvas $I-V$: el efecto de la temperatura | 76 |
| 4.2.4. | Desanclaje térmico del fluxón: $\langle i_{\text{dep}}(T) \rangle$ | 78 |
| 4.2.5. | Comparación del escape del fluxón con el escape térmico de partícula en un potencial metaestable | 80 |
| 4.2.6. | Difusión del Fluxón | 86 |
| 4.2.7. | Tasas de escape | 91 |
| 4.3. | Red regular de 30, 60, 120 y 300 uniones | 93 |
| 4.3.1. | Curvas $I-V$ | 94 |
| 4.3.2. | Estudio de $\langle i_{\text{sw}}(T) \rangle$ para sistemas de diferentes tamaños | 98 |
| 4.4. | Red regular de 9 uniones con 2 y 3 fluxones | 101 |
| 4.4.1. | 2 fluxones | 102 |
| 4.4.2. | 3 fluxones | 104 |
| 4.4.3. | Comparación entre los sistemas de 9 uniones Josephson con diferente número de fluxones | 105 |
| 4.4.4. | Resultados sobre $\langle i_{\text{dep}}(T) \rangle$, $\langle i_{\text{sw}}(T) \rangle$, y σ | 106 |
| 5. | Desanclaje térmico de fluxones en redes ratchet | 109 |
| 5.1. | Introducción | 109 |
| 5.2. | Ecuaciones | 110 |
| 5.3. | Red ratchet con 9 uniones y un fluxón | 111 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 5.3.1. | Curvas I - V | 112 |
| 5.3.2. | $\langle i_{\text{dep}}(T) \rangle$ | 116 |
| 5.4. | Red ratchet con 9 uniones y dos fluxones | 122 |
| 5.4.1. | Curvas I - V | 122 |
| 5.4.2. | $\langle i_{\text{dep}}(T) \rangle$ | 125 |
| 6. | Activación térmica en el régimen de amortiguamiento débil. | 129 |
| 6.1. | Teoría de Kramers estándar | 130 |
| 6.1.1. | Teoría de Kramers para amortiguamiento débil | 131 |
| 6.1.2. | Extensiones de la teoría de Kramers al régimen de amortiguamiento moderado-débil. | 133 |
| 6.2. | Correcciones de barrera finita | 135 |
| 6.3. | Tasa de escape: resultados numéricos | 139 |
| 6.4. | El problema de las condiciones iniciales | 143 |
| 6.5. | Resultados sobre la corriente de <i>switching</i> | 145 |
| 6.6. | Discusión | 147 |
| | Discusión y conclusiones | 149 |
| | Bibliografía | 155 |