

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre		
F15037	Coloquio: Cúbits superconductores: una plataforma para la computación cuántica		
Nombre en Inglés			
Colloquium: Superconducting qubits: A quantum computing platform			
Créditos	Horas de Cátedra Semanal	Horas de Docencia Auxiliar Semanal	Horas de Trabajo personal Semanal
3	3	0	14
Requisitos			Carácter del curso
F17002 Mecánica cuántica 2 o F17020 Sistemas cuánticos abiertos o F17026 Introducción a la óptica cuántica			presencial
Resultados de Aprendizaje			
<p><i>Dominar los conceptos de la implementación de los procesos físicos necesarios para la computación cuántica: compuertas lógicas de uno y dos cúbits, inicialización de estados, y medición de estados.</i></p> <p><i>Dominar los conceptos de la teoría de circuitos superconductores, incluyendo la cuantización de circuitos eléctricos, sistemas cuánticos abiertos, fuentes de ruido y tiempos de coherencia.</i></p>			
Metodología Docente		Evaluación General	
Clases presenciales		Tareas y presentaciones de artículos.	

UNIDADES TEMÁTICAS

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Conceptos básicos de la computación cuántica	1
2	Conceptos básicos de los circuitos superconductores	3
3	Conceptos básicos de la operación y medición de cúbits	1

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Conceptos básicos de la computación cuántica	1
Contenidos	Resultados de aprendizaje de la Unidad	Referencias bibliográficas
<ul style="list-style-type: none"> -Física cuántica como una teoría de amplitudes de probabilidad -Interferometría de Ramsey -Compuertas lógicas -Circuito cuántico -La computación cuántica como amplificación de amplitudes de probabilidad -Noción básica de clases de complejidad -Los requerimientos y desafíos de la computación cuántica 	<p>Entender la motivación de la computación cuántica y la idea de un cómputo cuántico como amplificación de amplitudes de probabilidad.</p> <p>Comprender los requerimientos y desafíos de la computación cuántica.</p> <p>Poder escribir e interpretar circuitos cuánticos.</p>	<p>M. Nielsen and I. Chuang, Quantum computation and quantum information. (Cambridge University Press, 2010)</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Conceptos básicos de los circuitos superconductores	3
Contenidos	Resultados de aprendizaje de la Unidad	Referencias bibliográficas
<ul style="list-style-type: none"> -Cuantización de circuitos eléctricos -Circuito LC -La juntura de Josephson -Cúbit "transmón" y ruido de carga -Cúbit "flux" y ruido de flujo -Sistemas cuánticos abiertos. -Ecuación de Lindblad. -Decaimiento y decoherencia de un cúbit y un resonador. 	<ul style="list-style-type: none"> -Aplica la cuantización a circuitos eléctricos. -Comprende la importancia de la juntura de Josephson. -Identifica los elementos básicos de un cúbit superconductor. -Identifica las fuentes de ruido en los cúbits superconductores. -Comprende la importancia del modelamiento de los cúbits como sistemas cuánticos abiertos. -Relaciona las fuentes de ruido con los procesos de decaimiento y decoherencia. -Comprende la ecuación de Lindblad y la aplica para describir el decaimiento y decoherencia de un cúbit y resonador. 	<ul style="list-style-type: none"> -Girvin, S. M. (2014). Circuit QED: superconducting qubits coupled to microwave photons. <i>Quantum machines: measurement and control of engineered quantum systems</i>, 96, 113-256. -Blais, A., Grimsmo, A. L., Girvin, S. M., & Wallraff, A. (2021). Circuit quantum electrodynamics. <i>Reviews of Modern Physics</i>, 93(2), 025005. -Krantz, P., Kjaergaard, M., Yan, F., Orlando, T. P., Gustavsson, S., & Oliver, W. D. (2019). A quantum engineer's guide to superconducting qubits. <i>Applied physics reviews</i>, 6(2).

		<p>-Rasmussen, S. E., Christensen, K. S., Pedersen, S. P., Kristensen, L. B., Bækkegaard, T., Loft, N. J. S., & Zinner, N. T. (2021). Superconducting circuit companion—an introduction with worked examples. <i>PRX Quantum</i>, 2(4), 040204.</p> <p>-Ciani, A., DiVincenzo, D. P., & Terhal, B. M. (2023). Lecture notes on quantum electrical circuits. <i>arXiv preprint arXiv:2312.05329</i>.</p>
--	--	---

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Conceptos básicos de la operación y medición de cúbits	1
Contenidos	Resultados de aprendizaje de la Unidad	Referencias bibliográficas
<p>-Compuertas lógicas de uno y dos cúbits superconductores.</p> <p>-Medición homodina y heterodina del campo de un resonador.</p> <p>-Medición de Stern-Gerlach de un espín.</p> <p>-Medición dispersiva del estado de un cúbit.</p> <p>-Medición del número de fotones de un resonador.</p>	<p>-Comprende cómo se hace construye el Hamiltoniano de una compuerta lógica y cómo se realiza en la práctica mediante pulsos de microondas o modulaciones de flujo.</p> <p>-Comprende la importancia de la medición homodina y heterodina para fotones de baja frecuencia.</p> <p>-Comprende la importancia de la interacción dispersiva para medición no destructiva.</p>	<p>-Girvin, S. M. (2014). Circuit QED: superconducting qubits coupled to microwave photons. <i>Quantum machines: measurement and control of engineered quantum systems</i>, 96, 113-256.</p> <p>-Blais, A., Grimsmo, A. L., Girvin, S. M., & Wallraff, A. (2021). Circuit quantum electrodynamics. <i>Reviews of Modern Physics</i>, 93(2), 025005.</p> <p>-Krantz, P., Kjaergaard, M., Yan, F., Orlando, T. P., Gustavsson, S., & Oliver, W. D. (2019). A quantum engineer's guide to superconducting qubits. <i>Applied physics reviews</i>, 6(2).</p>

Bibliografía
<p>M. Nielsen and I. Chuang, Quantum computation and quantum information (Cambridge University Press, 2010).</p> <p>Girvin, S. M. (2014). Circuit QED: superconducting qubits coupled to microwave photons. <i>Quantum machines: measurement and control of engineered quantum systems</i>, 96, 113-256.</p> <p>Blais, A., Grimsmo, A. L., Girvin, S. M., & Wallraff, A. (2021). Circuit quantum electrodynamics. <i>Reviews of Modern Physics</i>, 93(2), 025005.</p> <p>Krantz, P., Kjaergaard, M., Yan, F., Orlando, T. P., Gustavsson, S., & Oliver, W. D. (2019). A quantum engineer's guide to superconducting qubits. <i>Applied physics reviews</i>, 6(2).</p> <p>Rasmussen, S. E., Christensen, K. S., Pedersen, S. P., Kristensen, L. B., Bækkegaard, T., Loft, N. J. S., & Zinner, N. T. (2021). Superconducting circuit companion—an introduction with worked examples. <i>PRX Quantum</i>, 2(4), 040204.</p>

Ciani, A., DiVincenzo, D. P., & Terhal, B. M. (2023). Lecture notes on quantum electrical circuits. *arXiv preprint arXiv:2312.05329*.

Vigencia desde:	11 junio 2025
Elaborado por:	Cristóbal Liedó