



# Planificaciones

6666 - Seminario de Electrónica II

Docente responsable: CARAM LEONIDAS FACUNDO

## OBJETIVOS

1. QUE EL ALUMNO ESTE EN CONDICIONES DE RESOLVER PROBLEMÁTICAS RELACIONADAS CON LOS CONCEPTOS TEÓRICOS EXPLICADOS EN CLASE.
2. QUE EL ALUMNO COMIENZE A FAMILIARIZARSE CON EL VOCABULARIO ESPECÍFICO DE TEMAS RELACIONADOS A LA COMPUTACIÓN E INFORMACIÓN CUÁNTICA.
3. QUE EL ALUMNO PUEDA REALIZAR UNA BÚSQUEDA ESPECÍFICA Y AUTÓNOMA DE BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA EN LA TEMÁTICA.
4. QUE EL ALUMNO, UNA VEZ FINALIZADO EL CURSO, PUEDA ENCARAR EN FORMA AUTÓNOMA EL APRENDIZAJE DE TEMAS RELACIONADOS CON LA COMPUTACIÓN E INFORMACIÓN CUÁNTICA

## CONTENIDOS MÍNIMOS

### PROGRAMA SINTÉTICO

Unidad 1: Computación Cuántica y Formalismo de Dirac.

Unidad 2: Operadores relevantes en Computación Cuántica.

Unidad 3: Postulados de la Mecánica Cuántica en términos de la notación de Dirac.

Unidad 4: Orígenes de la Computación Cuántica.

Unidad 5: Qubits y Sistemas de Qubits.

Unidad 6: Compuertas Cuánticas de un Qubit.

Unidad 7: Compuertas Cuánticas de dos o más Qubits.

Unidad 8: Algoritmos Cuánticos

### PROGRAMA ANALÍTICO

UNIDAD 1: Computación Cuántica y Formalismo de Dirac

Formalismo de Dirac: kets, bras, operadores cuánticos. Notación de Dirac para el producto escalar. Notación de Dirac para el conmutador de dos operadores cuánticos. Acción de un operador sobre un ket. Conjugado Hermítico de un operador y de un ket. Notación de Dirac para un operador adjunto. Notación de Dirac para obtener el conjugado Hermítico (o adjunto) de cualquier expresión compuesta por: constantes, kets, bras y operadores cuánticos. Traza de un operador lineal en la notación de Dirac. Definición de la operación de conmutación cuántica entre dos operadores. Propiedades de la operación de conmutación cuántica. Base del espacio de estados (caso discreto). Definición de la base computacional.

UNIDAD 2: Operadores relevantes en Computación Cuántica

Operadores Hermíticos (asociados a observables).

Operadores unitarios (asociados a cambios de base en el espacio de estados).

Observables (asociados a las magnitudes físicas medibles)

Operadores de Proyección o Proyectores (asociados a la medición de observables).

UNIDAD 3: Postulados de la Mecánica Cuántica en términos de la notación de Dirac

Descripción del estado de un sistema mediante el ket de estado

Descripción y Medición de cantidades físicas

Principio de descomposición espectral

Reducción del ket de estado

Evolución temporal del ket de estado

UNIDAD 4: Orígenes de la Computación Cuántica

Paradigmas del origen de la Computación Cuántica. Propuesta de Richard Feynman. Ley de Moore y el límite de la escala de integración. Diferencias entre la Computación Clásica y Cuántica. Ventajas de la Superposición Cuántica en la velocidad de procesamiento.

UNIDAD 5: Qubits y Sistemas de Qubits

Experimento de Stern y Gerlach. Estados de spin y operador densidad para partículas de spin  $\frac{1}{2}$ . Base computacional del espacio de estados del spin  $\frac{1}{2}$ . Estados de spin  $\frac{1}{2}$  puros y mezcla. Qubit (quantum bit), representación de un qubit en la esfera de Bloch. Sistema de qubits. Estados entrelazados. Estados de Bell o estados EPR. Operaciones sobre qubits: medida cuántica sobre qubits.

UNIDAD 6: Compuertas Cuánticas de un Qubit

Analogías y diferencias entre la computación cuántica y la clásica: Álgebra de Boole. Compuertas y circuitos lógicos clásicos combinacionales y secuenciales.

Compuertas cuánticas y transformaciones unitarias.

Compuertas cuánticas de un qubit: compuerta identidad, compuerta NOT, compuerta Z, compuerta cambio de

fase, compuerta de Hadamard. Compuertas asociadas a los operadores de Pauli. Representación matricial de las compuertas cuánticas en la base computacional.

UNIDAD 7: Compuertas Cuánticas de dos o más Qubits

Compuerta NOT controlada (CNOT), compuerta swap, compuerta Toffoli, compuerta Fredkin, compuerta cuántica función booleana  $U_f$ , Transformada (compuerta) de Walsh-Hadamard (aplicación en paralelo de la compuerta Hadamard para generar estados de superposición cuántica de  $n$  qubits). Paralelismo cuántico. Circuitos cuánticos. Representación de las compuertas cuánticas en los circuitos cuánticos. Reglas para construir circuitos cuánticos.

UNIDAD 8: Algoritmos Cuánticos

Algoritmo de Deutch, algoritmo de Deutch-Jozsa, algoritmo de codificación densa, protocolo de teleportación cuántica, algoritmo de Shor; circuitos cuánticos asociados a los algoritmos cuánticos.

Teorema de no clonación de un estado cuántico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Quantum Computation and Quantum Information, Michael A. Nielsen & Isaac L. Chuang, Cambridge University Press, New York, 2010.
- Introduction to Quantum Information Science, Vlatko Vedral, Oxford University Press, New York, 2006.
- Information and Computation: Classical and quantum aspects, A. Galindo & M. A. Martín-Delgado, Reviews of Modern Physics, Vol. 74 (2002) 347-423 (The American Physical Society).
- The role of relative entropy in quantum information theory, Vlatko Vedral, Reviews of Modern Physics, Vol. 74 (2002), APS: The American Physical Society.
- Quantum information and computation, Charles H. Bennett & David P. DiVincenzo, Nature, 404, 247-255 (16 March 2000), doi:10.1038/35005001.
- Quantum Computing, Hagar, Amit. The Stanford Encyclopedia of Philosophy: (Spring 2011 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL <http://plato.stanford.edu/entries/qt-quantcomp/>
- Quantum Computing for the determined; Michael Nielsen <https://www.youtube.com/playlist?list=PL1826E60FD05B44E4>
- Seminario de introducción a la Computación y Criptografía Cuántica 1, Video Realizado por el Gabinete de Tele-Educación de la Universidad Politécnica de Madrid <http://www.youtube.com/watch?v=3zsg3DGfWFg>
- Seminario de introducción a la Computación y Criptografía Cuántica 2, Video Realizado por el Gabinete de Tele-Educación de la Universidad Politécnica de Madrid <http://www.youtube.com/watch?v=sW11m1JzXDs>
- Seminario de introducción a la Computación y Criptografía Cuántica 3, Video Realizado por el Gabinete de Tele-Educación de la Universidad Politécnica de Madrid [http://www.youtube.com/watch?v=T723gMJmp\\_s](http://www.youtube.com/watch?v=T723gMJmp_s)
- Diseño Digital Principios y Prácticas, John F. Wakerly - Tercera Edición - Prentice Hall.
- Teoría de Conmutación y Diseño Lógico, F. Hill y G. Peterson – Limusa.
- Quantum Mechanics, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu & Franck Laloë, John Wiley & sons Inc. France, 1977.
- Quantum Mechanics A Modern Development, Leslie E. Ballentine, World Scientific, Singapore, 1998.
- Quantum Theory: Concepts and Methods, Asher Peres, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1993.

## RÉGIMEN DE CURSADA

### Metodología de enseñanza

Clases Teórico-Prácticas: Exposición teórica de conceptos fundamentales, con resolución de problemas tipo.

Clases Prácticas: Resolución por parte de los alumnos, guiados por los docentes, de ejercicios correspondientes a las guías de trabajos prácticos por escrito.

Total de 6 horas semanales divididas en dos días semanales de clases de 3 horas cada una. Lo que hace un total de 96 horas cuatrimestrales.

### Modalidad de Evaluación Parcial

Se evaluará en todo momento del curso el manejo de conceptos, aplicación de conocimientos y dominio de técnicas mediante la resolución de problemas por escrito en:

- la evaluación parcial y en
- la evaluación integradora

Las evaluaciones parciales e integradoras son por unidades o sub-unidades temáticas.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Unidad 1: Computación Cuántica y Formalismo de Dirac	Guía 1: Notación de Dirac				
<2> 16/03 al 21/03	Unidad 1: Computación Cuántica y Formalismo de Dirac	Guía 1: Notación de Dirac				
<3> 23/03 al 28/03	Unidad 2: Operadores relevantes en Computación Cuántica	Guía 2: Cambio de Base, Proyectores, Propiedades de Operadores Hermíticos, Producto Tensorial				
<4> 30/03 al 04/04	Unidad 2: Operadores relevantes en Computación Cuántica	Guía 2: Cambio de Base, Proyectores, Propiedades de Operadores Hermíticos, Producto Tensorial				
<5> 06/04 al 11/04	Unidad 3: Postulados de la Mecánica Cuántica en términos de la notación de Dirac	Guía 3: Postulados de la Mecánica Cuántica. Uso de la notación de Dirac.				
<6> 13/04 al 18/04	Unidad 3: Postulados de la Mecánica Cuántica en términos de la notación de Dirac	Guía 3: Postulados de la Mecánica Cuántica. Uso de la notación de Dirac.				
<7> 20/04 al 25/04	Unidad 4: Orígenes de la Computación Cuántica Primer parcial	Guía 3: Postulados de la Mecánica Cuántica. Uso de la notación de Dirac.				
<8> 27/04 al 02/05	Unidad 5: Qubits y Sistemas de Qubits	Guía 4: Estados Puros y Estados Mezcla de Qubits, Operador Densidad para estados mezcla de Qubits.				
<9> 04/05 al 09/05	Unidad 5: Qubits y Sistemas de Qubits	Guía 5: Mediciones sobre Sistemas de Qubits, Estados Entrelazados				
<10> 11/05 al 16/05	Unidad 6: Compuertas Cuánticas de un Qubit	Guía 6: Analogía con Circuitos Digitales				
<11> 18/05 al 23/05	Unidad 6: Compuertas Cuánticas de un Qubit	Guía 6: Analogía con Circuitos Digitales				
<12> 25/05 al 30/05	Unidad 7: Compuertas Cuánticas de dos o más Qubits	Guía 7: Compuertas Cuánticas de un Qubit				
<13> 01/06 al 06/06	Unidad 7: Compuertas Cuánticas de dos o más Qubits	Guía 8: Compuertas Cuánticas de dos o mas Qubits				
<14> 08/06 al 13/06	Unidad 7: Compuertas Cuánticas de dos o más Qubits	Guía 8: Compuertas Cuánticas de dos o mas Qubits				
<15> 15/06 al 20/06	Unidad 8: Algoritmos Cuánticos	Guía 9: Circuitos y Algoritmos Cuánticos				
<16> 22/06 al 27/06	Unidad 8: Algoritmos Cuánticos Recuperatorio del parcial	Guía 9: Circuitos y Algoritmos Cuánticos				

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	14	10/06	19:00	
2º	16	22/06	19:00	
3º	16	24/06	19:00	
4º				
Otras observaciones				
El seminario se dictará los días Lunes y Miércoles de 19 a 22hs				