



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

ANÁLISIS DE LAS REDES CURRICULARES DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA A NIVEL IBEROAMERICANO

Denis Javier Picén Castañeda

Asesorado por el Ing. Guillermo Antonio Puente Romero

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE LAS REDES CURRICULARES DE LA INGENIERÍA
ELECTRÓNICA A NIVEL IBEROAMERICANO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DENIS JAVIER PICÉN CASTAÑEDA

ASESORADO POR EL ING. GUILLERMO ANTONIO PUENTE ROMERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL III | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Juan Carlos Molina Jiménez |
| VOCAL V | Br. Mario Maldonado Muralles |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. César Ernesto Urquizú Rodas |
| EXAMINADORA | Inga. María Martha Wolford Estrada |
| EXAMINADORA | Inga. Nora Leonor García Tobar |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS DE LAS REDES CURRICULARES DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA A NIVEL IBEROAMERICANO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 1 de agosto de 2011.



Denis Javier Picén Castañeda

Guatemala, 25 de julio de 2012

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Urquizú:

Por este medio me permito dar aprobación al Trabajo de Graduación titulado: "ANÁLISIS DE LAS REDES CURRICULARES DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA A NIVEL IBEROAMERICANO", desarrollado por el estudiante Denis Javier Picén Castañeda con carné No. 2006-11019 de la carrera de Ingeniería Industrial, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos, por lo que el autor y mi persona somos responsables del contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,



Ingeniero Guillermo Antonio Puente Romero

ASESOR

Colegiado Activo 5898

Guillermo A. Puente R.
INGENIERO ELECTRONICO
COL. # 5898

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.207.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DE LAS REDES CURRICULARES DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA A NIVEL IBEROAMERICANO**, presentado por el estudiante universitario **Denis Javier Picén Castañeda**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

María Martha Wolford Estrada
Ingeniera Industrial
Colegiada 8659

Inga. María Martha Wolford Estrada de Hernández
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

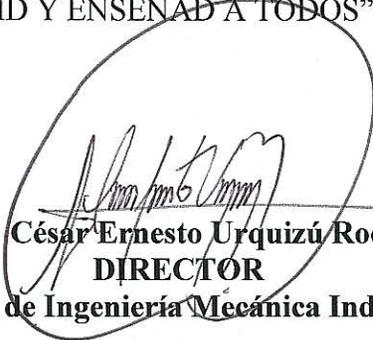
Guatemala, octubre de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DE LAS REDES CURRICULARES DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA A NIVEL IBEROAMERICANO**, presentado por el estudiante universitario **Denis Javier Picén Castañeda**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2012.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

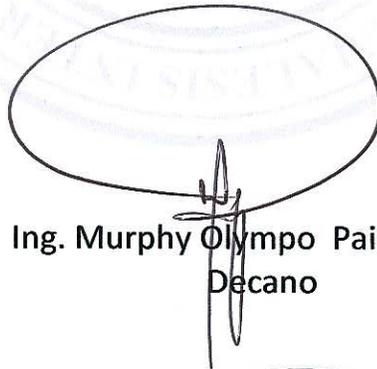


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 633.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DE LAS REDES CURRICULARES DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA A NIVEL IBEROAMERICANO**, presentado por el estudiante universitario: **Denis Javier Picén Castañeda**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 27 de noviembre de 2012.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por iluminar mi camino a lo largo de mi vida, y por haberme dado la fuerza y empeño para poder alcanzar las metas que me he propuesto.
- Mis padres** Marcelo Picén y Martha Castañeda, por darme todo su amor y cariño, así como los grandes sacrificios que han hecho para darme todo en la vida.
- Mi hermanos** Fredy, Edwin, Mónica, Wendy y Fernando Picén Castañeda, por su cariño y aprecio durante toda la vida y por los grandes momentos que hemos vivido.
- Mi familia** Por sus constantes muestras de afecto y estar siempre presente en mi vida, especialmente mi abuela Cleotilde Castañeda, mi tía Glenda Rivera y todos sus hijos
- Mis padrinos** Por estar presentes en los momentos importantes de mi vida.

Mis amigos

Que de una forma u otra estuvieron involucrados en apoyarme para culminar la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi asesor

Por ser mi guía en la elaboración de este trabajo de graduación.

Ingenieros EIME

Por su ayuda para realizar este trabajo.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por haberme otorgado la dicha de ser un profesional al servicio de Guatemala y disfrutar de estos momentos que recordaré por siempre.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VII |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN..... | XIII |
| OBJETIVOS | XV |
| INTRODUCCIÓN..... | XVII |
| | |
| 1. ANTECEDENTES GENERALES | 1 |
| 1.1. Fundación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica | 1 |
| 1.2. Planta física | 4 |
| 1.3. Misión, visión y objetivos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica | 4 |
| 1.3.1. Misión..... | 5 |
| 1.3.2. Visión | 5 |
| 1.3.3. Objetivos | 5 |
| 1.3.4. Organigrama | 7 |
| | |
| 2. SITUACIÓN ACTUAL | 9 |
| 2.1. Descripción de la red curricular actual..... | 9 |
| 2.1.1. Red curricular de Ingeniería Electrónica | 11 |
| 2.2. Áreas de la red curricular | 20 |
| 2.2.1. Área de Telecomunicaciones | 20 |
| 2.2.1.1. Comunicaciones 1 | 21 |
| 2.2.1.1.1. Contenido del curso | 21 |
| 2.2.1.2. Comunicaciones 2 | 22 |
| 2.2.1.2.1. Contenido del curso | 23 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.2.1.3. | Comunicaciones 3..... | 24 |
| 2.2.1.3.1. | Contenido del curso..... | 24 |
| 2.2.1.4. | Comunicaciones 4..... | 25 |
| 2.2.1.4.1. | Contenido del curso..... | 25 |
| 2.2.1.5. | Radiocomunicaciones Terrestres | 27 |
| 2.2.1.5.1. | Contenido del curso..... | 27 |
| 2.2.1.6. | Telecomunicaciones y Redes Locales..... | 28 |
| 2.2.1.6.1. | Contenido del curso..... | 28 |
| 2.2.1.7. | Proyectos de Computación Aplicados a Ingeniería Electrónica..... | 29 |
| 2.2.1.7.1. | Contenido del curso..... | 29 |
| 2.2.1.8. | Teoría Electromagnética 2 | 30 |
| 2.2.1.8.1. | Contenido del curso..... | 31 |
| 2.2.2. | Área Digital | 32 |
| 2.2.2.1. | Electrónica 3 | 32 |
| 2.2.2.1.1. | Contenido del curso..... | 32 |
| 2.2.2.2. | Electrónica 5 | 34 |
| 2.2.2.2.1. | Contenido del curso..... | 34 |
| 2.2.2.3. | Electrónica 6 | 35 |
| 2.2.2.3.1. | Contenido del curso..... | 36 |
| 2.2.2.4. | Electrónica Aplicada 1 | 37 |
| 2.2.2.4.1. | Contenido del curso..... | 37 |
| 2.2.2.5. | Electrónica Aplicada 2..... | 38 |
| 2.2.2.5.1. | Contenido del curso..... | 38 |
| 2.2.2.6. | Robótica..... | 38 |
| 2.2.2.6.1. | Contenido del curso..... | 39 |
| 2.2.3. | Área Analógica | 39 |
| 2.2.3.1. | Electrónica 1 | 40 |
| 2.2.3.1.1. | Contenido del curso..... | 40 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.2.3.2. | Electrónica 2..... | 41 |
| | 2.2.3.2.1. Contenido del curso | 41 |
| 2.2.3.3. | Electrónica 4..... | 42 |
| | 2.2.3.3.1. Contenido del curso | 42 |
| 2.2.3.4. | Instalación de Equipos Electrónicos | 44 |
| | 2.2.3.4.1. Contenido del curso | 44 |
| 2.2.3.5. | Sistemas de Control 1..... | 45 |
| | 2.2.3.5.1. Contenido del curso | 45 |
| 2.2.4. | Área de Electrotecnia | 46 |
| 2.2.4.1. | Circuitos Eléctricos 1 | 46 |
| | 2.2.4.1.1. Contenido del curso | 46 |
| 2.2.4.2. | Circuitos Eléctricos 2 | 48 |
| | 2.2.4.2.1. Contenido del curso | 49 |
| 2.2.4.3. | Electricidad y Electrónica Básica | 53 |
| | 2.2.4.3.1. Contenido del curso | 54 |
| 2.2.4.4. | Instrumentación Eléctrica..... | 56 |
| | 2.2.4.4.1. Contenido del curso | 56 |
| 2.2.4.5. | Teoría Electromagnética 1 | 59 |
| | 2.2.4.5.1. Contenido del curso | 60 |
| 2.2.5. | Área de Ciencias Básicas y Complementarias | 61 |
| 2.2.5.1. | Introducción a la Programación de Computadoras | 61 |
| | 2.2.5.1.1. Contenido del curso | 62 |
| 2.2.5.2. | Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Electrónica | 64 |
| | 2.2.5.2.1. Contenido del curso | 64 |
| 2.3. | Posicionamiento de la Universidad de San Carlos respecto de las universidades de cada país de Iberoamérica | 66 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 2.3.1. | Comparación de las universidades iberoamericanas y la USAC | 66 |
| 2.3.1.1. | Criterios de comparación | 66 |
| 2.3.2. | <i>Ranking</i> de universidades a nivel iberoamericano | 67 |
| 2.3.3. | Universidades seleccionadas..... | 69 |
| 3. | COMPARACIÓN, ANÁLISIS Y PROPUESTA DE CONTENIDOS ACADÉMICOS..... | 71 |
| 3.1. | Comparación de los cursos de la red curricular de la Universidad de San Carlos de Guatemala con la de las universidades iberoamericanas..... | 71 |
| 3.1.1. | Metodología de comparación de los cursos | 87 |
| 3.1.2. | Comparación y análisis del área de Telecomunicaciones | 88 |
| 3.1.2.1. | Resultados de la comparación | 88 |
| 3.1.3. | Comparación y análisis del área Digital | 92 |
| 3.1.3.1. | Resultados de comparación | 93 |
| 3.1.4. | Comparación y análisis del área Analógica..... | 96 |
| 3.1.4.1. | Resultados de la comparación | 96 |
| 3.1.5. | Comparación y análisis del área de Electrotecnia..... | 99 |
| 3.1.5.1. | Resultados de la comparación | 99 |
| 3.1.6. | Comparación y análisis del área de Ciencias Básicas y Complementarias..... | 102 |
| 3.1.6.1. | Resultados de la comparación | 102 |
| 3.2. | Propuesta de contenidos académicos a implementarse | 114 |
| 3.2.1. | Área de Telecomunicaciones..... | 114 |
| 3.2.2. | Área Digital | 116 |
| 3.2.3. | Área Analógica | 119 |
| 3.2.4. | Área de Electrotecnia..... | 120 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 3.2.5. | Área de Ciencias Básicas y Complementarias | 121 |
| 4. | IMPLEMENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS ACADÉMICOS | 125 |
| 4.1. | Implementación y ordenamiento del contenido académico propuesto..... | 125 |
| 4.1.1. | Área de Telecomunicaciones | 125 |
| 4.1.2. | Área Digital..... | 126 |
| 4.1.3. | Área Analógica | 128 |
| 4.1.4. | Área de Electrotecnia | 131 |
| 4.1.5. | Área de Ciencias Básicas y Complementarias | 135 |
| 5. | SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS ACADÉMICOS | 137 |
| 5.1. | Metodología para futuras actualizaciones | 137 |
| 5.2. | Plan de evaluación..... | 143 |
| 5.2.1. | Criterios de evaluación | 144 |
| 5.2.2. | Estimación de recursos | 148 |
| 5.2.2.1. | Recursos económicos | 148 |
| 5.2.2.2. | Recursos humanos..... | 149 |
| 5.2.2.3. | Tiempo de duración | 151 |
| 5.3. | Posibles resultados | 154 |
| 5.4. | Identificación de posibles impedimentos para el cambio | 157 |
| 5.5. | Alternativas contra la resistencia al cambio..... | 159 |
| 5.6. | Propuesta de herramienta de evaluación | 159 |
| | CONCLUSIONES..... | 161 |
| | RECOMENDACIONES..... | 165 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 167 |
| | ANEXO..... | 171 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|---|-----|
| 1. | Organigrama de la EIME..... | 8 |
| 2. | Cursos por semestre..... | 11 |
| 3. | Secuencia de los cursos obligatorios | 17 |
| 4. | Horas totales al finalizar la carrera | 75 |
| 5. | Distribución de horas de las áreas básica y profesional | 76 |
| 6. | Distribución de las horas profesionales | 77 |
| 7. | Distribución para universidades por semestre..... | 82 |
| 8. | Distribución para universidades por cuatrimestre..... | 82 |
| 9. | Distribución para la Universidad Simón Bolívar..... | 83 |
| 10. | Proporción de los cursos básicos y profesionales | 84 |
| 11. | Proporción de cursos sin equivalente dentro de la USAC | 86 |
| 12. | Proporción de los cursos de Telecomunicaciones | 92 |
| 13. | Proporción de los cursos del área Digital | 94 |
| 14. | Proporción de los cursos del área Analógica | 97 |
| 15. | Proporción de los cursos del área de Electrotecnia | 100 |
| 16. | Distribución de los cursos básicos de la USAC..... | 107 |
| 17. | Distribución de los cursos básicos de la UBA | 107 |
| 18. | Distribución de los cursos básicos de la UNAM | 108 |
| 19. | Distribución de los cursos básicos de la UIS..... | 108 |
| 20. | Distribución de los cursos básicos de la PUCP | 109 |
| 21. | Distribución de los cursos de la UPV | 109 |
| 22. | Distribución de los cursos de la USB | 110 |
| 23. | Propuesta de orden para el curso Señales y Sistemas | 116 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 24. | Nueva secuencia para los cursos de programación | 123 |
| 25. | Etapas para proceso de comparación | 140 |
| 26. | Etapas al realizar cuestionarios y entrevistas | 142 |
| 27. | Etapas del proceso de evaluación | 148 |

TABLAS

| | | |
|-------|--|----|
| I. | FODA Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica | 19 |
| II. | Posicionamiento de las mejores universidades iberoamericanas a nivel mundial | 67 |
| III. | Universidades seleccionadas | 69 |
| IV. | Características de las redes curriculares..... | 72 |
| V. | Distribución de horas para las áreas profesionales | 78 |
| VI. | Distribución para universidades que utilizan semestres | 80 |
| VII. | Distribución para universidades que utilizan cuatrimestres | 81 |
| VIII. | Distribución para la Universidad Simón Bolívar..... | 81 |
| IX. | Análisis de los cursos básicos..... | 84 |
| X. | Cantidad de cursos sin equivalentes dentro de la USAC | 86 |
| XI. | Características del área de Telecomunicaciones | 90 |
| XII. | Cantidad de cursos del área de Telecomunicaciones para cada universidad | 91 |
| XIII. | Cantidad de cursos del área Digital para cada universidad | 93 |
| XIV. | Características del área Digital | 95 |
| XV. | Cantidad de cursos del área Analógica para cada universidad | 96 |
| XVI. | Características del área Analógica..... | 98 |

| | | |
|--------|---|-----|
| XVII. | Cantidad de cursos del área de Electrotecnia para cada universidad | 99 |
| XVIII. | Características del área de Electrotecnia | 101 |
| XIX. | Cantidad de cursos del área de Ciencias Básicas y Complementarias para cada universidad | 104 |
| XX. | Proporción de las áreas dentro de los cursos básicos | 106 |
| XXI. | Detalle de la cantidad de cursos de computación | 112 |
| XXII. | Características de los cursos de computación | 113 |
| XXIII. | Cronograma para método del <i>benchmarking</i> | 152 |
| XXIV. | Cronograma para cuestionarios y entrevistas | 153 |

GLOSARIO

| | |
|----------------------------|--|
| Alianza | Acuerdo o pacto. |
| Asamblea | Reunión de personas para algún fin. |
| <i>Benchmarking</i> | Proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente los productos, servicios y procesos de trabajo en organizaciones. |
| Ciclo académico | Periodo de tiempo en que se desarrollan las actividades estudiantiles. |
| Crédito | Unidad de valoración de un curso. |
| Contenido académico | Conjunto de temas que conforman los programas de curso. |
| Convenio | Acuerdo entre personas, organizaciones, instituciones, etc. |
| Eficaz | Hacer efectivo un intento o propósito. |
| Eficiente | Conseguir un propósito utilizando la mínima cantidad de recursos posible. |

| | |
|--------------------------|---|
| Estrategia | Plan de acción a largo plazo para lograr un objetivo. |
| FODA | Metodología de estudio de la situación actual de una organización, estableciendo sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. |
| Malla curricular | Estructura secuencial de asignaturas lectivas y prácticas que forman un programa de estudios, señalando requisitos, duración y objetivos. |
| Organigrama | Representación gráfica de la organización de una entidad o empresa. |
| Plan de estudios | Es una síntesis instrumental mediante la cual se organiza y ordena una serie de factores tales como propósitos, metas, disciplinas, recursos y perfiles, para fines de enseñanza aprendizaje de una profesión que se considere social y culturalmente importante. |
| Programa de curso | Documento que contiene la descripción, objetivos contenido académico y planificación de un curso. |

RESUMEN

La carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad de San Carlos no contaba hasta el 2011 con un registro en donde se estableciera un análisis de todos los aspectos relacionados con su pensum de estudios, y que pudieran compararse con los que tienen otras universidades para determinar cuál es la situación en que se encuentra la universidad a nivel iberoamericano.

Con el proyecto propuesto, ahora pueden mostrarse todos los cursos profesionales de la carrera, su descripción y todos los temas que conforman cada uno los programas de curso, separados por cada área de la carrera.

Se establecen las diferencias que existen en los aspectos generales de los planes de estudio de todas las universidades y para mostrar las similitudes y diferencias encontradas entre las universidades tomadas en cuenta, se presentan análisis por medio de tablas y gráficas.

Por último, se establece la forma a través de la cual se pueda realizar una evaluación al pensum de la carrera y los métodos que se pueden adoptar para obtener los que la escuela plantea para la formación de los estudiantes.

OBJETIVOS

General

Analizar y comparar la red curricular de la Ingeniería Electrónica de la Universidad de San Carlos de Guatemala a nivel iberoamericano.

Específicos

1. Comparar los cursos del pensum de estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica con la de las universidades más destacadas a nivel iberoamericano.
2. Establecer las deficiencias y fortalezas que existen actualmente en el pensum de la carrera de Ingeniería Electrónica, comparadas con las redes curriculares de las universidades iberoamericanas.
3. Proponer y establecer contenidos académicos actualizados dentro del pensum, y que se adapten a los requerimientos de la sociedad actual.
4. Establecer la inclusión y orden de los contenidos académicos propuestos, dentro de los cursos del pensum de la carrera de Ingeniería Electrónica.
5. Proponer la forma para realizar la continuación de la mejora del plan de estudios de la carrera.

INTRODUCCIÓN

La actualización en los temas que se imparten dentro de los cursos de cualquier carrera, es importante debido a fenómenos como la globalización, que crean en las sociedades la tendencia a exigir estándares más altos para los productos y servicios, lo cual también exige de personal calificado, para que puedan competir tanto al nivel de los mercados nacionales e internacionales; por lo que el requerimiento de tener entidades educativas calificadas para poder graduar profesionales que sean capaces de adaptarse a los cambios del mundo moderno se convierte en una realidad.

Se presentan los aspectos que la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica establece como directrices para la formación de los estudiantes de la carrera, la organización de dicha escuela y la forma en que se seleccionan las universidades para realizar las comparaciones.

Para establecer que el trabajo realizado por la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encuentra al nivel de las universidades iberoamericanas y que sus egresados cuentan con los mismos los conocimientos y habilidades de esas entidades, se realiza la comparación de su plan de estudios con el de algunas universidades iberoamericanas, para identificar las similitudes y diferencias que existen, y obtener el mejor beneficio de ellas.

Debido a que es importante asegurar que estos conocimientos se mantengan actualizados al paso de los años, es necesario realizar la evaluación del pensum y el establecimiento de métodos que permitan mantenerlos actualizados.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Fundación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Entre los años 1965 y 1966 se decidió iniciar la creación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica como consecuencia de la creciente demanda de ingenieros formados en esas áreas, que planteaba el desarrollo de la industria de la electrificación y de las telecomunicaciones, así como también por los avances tecnológicos en esas áreas y además por las necesidades del sector comercial, principalmente por el auge de la electrónica y de la electrotecnia.

Fue entonces, que se envió a México un grupo de estudiantes de ingeniería, que hasta ese momento estaban inscritos en la carrera de Ingeniería Civil, a estudiar al Tecnológico de Monterrey, con el propósito de que al regresar fueran los catedráticos de la escuela.

La creación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica fue aprobada por el honorable Consejo Superior Universitario en agosto de 1967. Inició sus labores a principios de 1968 bajo la dirección de su fundador, el Ingeniero Rodolfo Koenigsberger, quien también fue el primer director y profesor de la misma, siendo decano el ingeniero Amando Vides Tobar.

Los primeros profesores fueron: Ing. Rodolfo Koenigsberger Badrian, Ing. César Osorio, Ing. Roberto Balsells Figueroa, Ing. René Woc García, Ing. Efraín Enrique de la Vega Molina, Ing. Carlos Enrique Zaparolli Portilla (q.e.p.d.), Inga. Olga Heminia Jiménez Muñoz e Ing. Julio Colón.

Los directores de la escuela después del Ing. Koenigsberger han sido: Ing. René Woc García, Ing. Federico Eduardo Mirón Soto, Ing. Carlos Enrique Zaparolli Portilla (q.e.p.d.), Ing. René Amilcar Roca Ceballos, Ing. Jorge Luis Cabrera Morales, Ing. Julio Roberto Urdiales Contreras, que ocupó el cargo dos veces; el Ing. Rodolfo Koenigsberger ocupó nuevamente el cargo de director en forma ad-honorem, Ing. Edgar Florencio Montúfar Urizar, quien también fue dos veces director, Ing. José Luis Herrera Gálvez, Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra, Ing. Enrique Edmundo Ruiz Carballo, que también lo fue dos veces, Ing. Mario Renato Escobedo Martínez y el actual director es el Ing. Guillermo Antonio Puente Romero.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica al ser creada, tenía a su cargo las carreras de Ingeniería Eléctrica y la combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica; debido al avance tecnológico en el campo de la electrónica en la rama de la Ingeniería Eléctrica, en 1989 bajo la dirección del Ing. Edgar Montúfar, se creó la carrera de Ingeniería Electrónica.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica tiene en su organización interna tres áreas: Electrotecnia, Potencia y Electrónica; esta última coordina los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Electrónica. Los primeros coordinadores de área, fueron: Ing. Edwin Alberto Solares Martínez, coordinador del Área de Electrónica, Comunicaciones y Control, el Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra, Coordinador del Área de Potencia, Ing. Julio Roberto Urdiales Contreras, coordinador del Área General y de Electrotecnia, Ing. Otto Armando Girón Estrada, coordinador de los laboratorios de Electrotecnia, Ing. Mario Estuardo Vásquez Cáceres, coordinador de laboratorios de Electrónica, Ing. Jorge Luís Cabrera Morales, catedrático investigador.

En 2008 se conmemoró los 40 años de la fundación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica (EIME)

El marco legal de la fundación de la EIME se fundamenta en el acta número novecientos cincuenta y nueve (959), cuya transcripción dice: “en la Ciudad de Guatemala, siendo las ocho horas y cuarenta y cinco minutos, del doce de agosto de mil novecientos sesenta y siete, reunidos en el salón de sesiones del Consejo Superior Universitario, con el objeto de celebrar sesión ordinaria, en el punto sexto se declara lo siguiente:

“Creación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Electricista en la Facultad de Ingeniería.”

Después de una amplia deliberación en la que se puso de manifiesto la importancia que tiene para el desarrollo económico del país la nueva carrera que se propone y satisfacer la creciente demanda de profesionales especializados en Ingeniería Eléctrica.

Las evidentes facilidades ya existentes en el la Facultad de Ingeniería para el funcionamiento de la nueva Escuela propuesta, facilidades que no sólo abarcan aspectos administrativos, sino también docentes, por cuanto que la vinculación de la nueva carrera con otras ya establecidas, incide en cursos comunes, utilización de laboratorios funcionando y economía del personal docente para impartir las materias de especialización.

Las adquisiciones permanentes que se han hecho de equipo para los laboratorios que requiere la nueva carrera y las opiniones favorables emitidas por organizaciones públicas y privadas, el consejo, por unanimidad, acordó:

- Aprobar el proyecto de creación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Electricista, presentado por la Facultad de Ingeniería.
- Condicionar su funcionamiento para el próximo ciclo lectivo a la consecución de los fondos necesarios, para lo cual, además de las gestiones directas que en el sentido puedan llevar a cabo las autoridades universitarias y facultativas correspondientes, el Departamento Financiero de la Universidad, deberá hacer los estudios financieros del caso al elaborar el proyecto de presupuesto de la Universidad para el ejercicio fiscal mil novecientos sesenta y ocho, debiéndose conocer los resultados obtenidos cuando se discuta dicho proyecto de presupuesto.”

1.2. Planta física

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica estuvo ubicada en un principio en el edificio T-5 y fue trasladada luego al edificio T-1 bajo la dirección del Ing. Roberto Urdiales, donde actualmente se encuentra.

1.3. Misión, visión y objetivos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

La EIME tiene definida claramente la manera para lograr la formación de sus estudiantes, todo esto está establecido en los siguientes puntos.

1.3.1. Misión

“Formar profesionales consientes de la realidad nacional, con valores éticos, actitud crítica, reflexiva y espíritu emprendedor, comprometidos con su país, que busquen la excelencia en todas sus manifestaciones, con capacidad de liderazgo, dispuestos a tomar decisiones y afrontar las responsabilidades que de ellas deriven, que sean capaces de generar soluciones creativas a problemas en las especialidades de ingeniería mecánica eléctrica, eléctrica y electrónica, así como incorporarse al sector productivo y de investigación, a través de la aplicación de la ciencia y tecnología apropiada, aprendizaje participativo y el desarrollo de proyectos que contribuyan al bien común y desarrollo sostenible del país, aplicando los conocimientos en beneficio de la sociedad.”

1.3.2. Visión

“Aportar a la sociedad, profesionales en el campo de la ingeniería mecánica eléctrica, eléctrica y electrónica, líderes comunitarios comprometidos con su país, con un alto nivel de conocimientos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, así como habilidades para analizar, diseñar, operar e innovar sistemas mecánicos eléctricos, eléctricos y electrónicos, que sean capaces de adecuarse a los cambios tecnológicos e integrarse en los diversos sectores de la sociedad.”

1.3.3. Objetivos

- Desarrollar el proceso enseñanza-aprendizaje de los cursos de ciencias de ingeniería y profesionales de las carreras de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica.

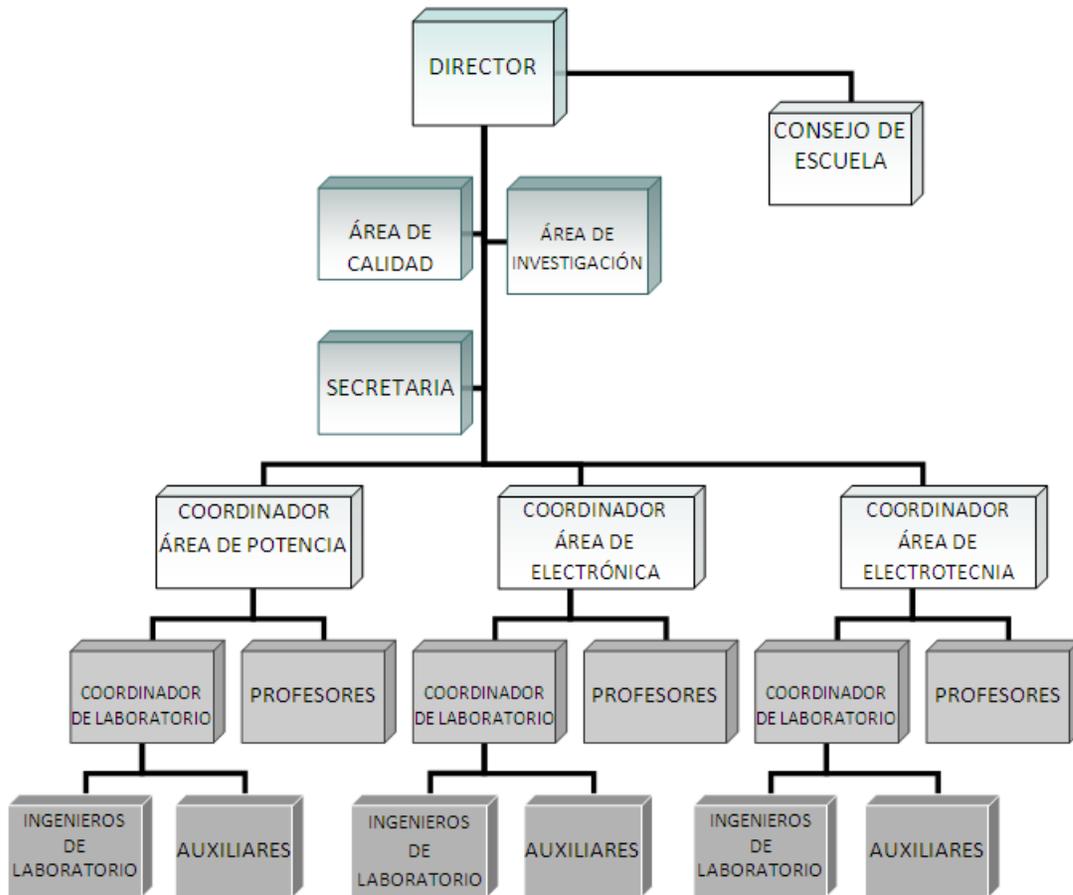
- Desarrollar las prácticas de laboratorios que coadyuven en la formación ingenieril de los estudiantes de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica.
- Desarrollar tesis o trabajos de graduación en las carreras mencionadas, enfocadas en la solución de problemas relacionados con las disciplinas de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica en Guatemala.
- Graduar a los estudiantes en las carreras de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica.
- Promover el desarrollo de los laboratorios de la escuela.
- Promover la capacitación del personal docente y personal administrativo de la escuela.
- Orientar e informar a los estudiantes de las actividades que deben desarrollar en el ejercicio de sus estudios en relación con las carreras que se sirven en la escuela.
- Contar con pensum de estudios actualizados acordes a las necesidades y cambios tecnológicos que se prevean en el mediano y largo plazo en las carreras que se imparten en la escuela.
- Formar profesionales capacitados a nivel de licenciatura para servir en las distintas áreas productivas del país, en las especialidades de: Electrónica, Comunicaciones, Potencia, Electrotecnia, Electromecánica y otras afines, para satisfacer las necesidades actuales del país y promover su transformación requerida.

- Difundir los conocimientos y avances tecnológicos de las distintas disciplinas que comprende cada área, a través de actividades extra aula.
- Desarrollar la capacidad para autoformarse y fomentar el espíritu de investigación de los estudiantes.

1.3.4. Organigrama

A continuación, se muestra el organigrama de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Figura 1. Organigrama de la EIME



Fuente: Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción de la red curricular actual

A finales del 2008 la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos presentó una nueva reproducción de la red de estudios o pensum de la carrera de Ingeniería Electrónica y que se encuentra vigente hasta el presente.

La carrera de Ingeniería Electrónica cuenta con las siguientes seis áreas: Telecomunicaciones, Digital, Analógica, Ciencias Básicas y Complementarias, EPS y Diplomado en Administración. El área de Telecomunicaciones cuenta con ocho cursos, siendo todos obligatorios. El área Digital tiene seis cursos y todos son obligatorios.

El área de Ciencias Básicas y Complementarias cuenta con 65 cursos; de estos, 32 tienen carácter obligatorio, aunque pueden ser 36 si el estudiante decide tomar los cursos de inglés, pues se tiene la opción de no llevarlos y presentar la constancia de aprobación del nivel 12 de CALUSAC o la aprobación del examen único de inglés; para el área Analógica se tiene cinco cursos, todos obligatorios. El área de EPS se refiere a los cursos de Prácticas Iniciales, Prácticas Intermedias y Prácticas Finales, todos obligatorios y los cursos del Diplomado en Administración suman siete en total, los cuales son opcionales.

La red curricular actual presenta la forma en que los estudiantes deberán tomar los cursos de la carrera por cada semestre; estos en total suman diez, lo que significa que se completa en el transcurso de cinco años, pero que por

tener la característica de ser un “pensum abierto” se tiene la posibilidad de completarlo en menos de los cinco años estipulados.

Adjunto a la representación de la malla curricular se explica brevemente los diferentes números y símbolos que aparecen dentro de los recuadros, que representan a cada uno de los cursos de la carrera. Se explica que se tiene un código de curso, que es el número ubicado en la esquina superior izquierda del recuadro; en la esquina inferior izquierda se encuentra el número de créditos que se obtiene por aprobar el curso.

En el centro del recuadro se ubica el nombre del curso y sobre él aparecerá un punto si el curso es de carácter obligatorio, de lo contrario el curso será optativo. Por último, en la parte derecha del recuadro aparecerá uno o varios números, indicando si el curso tiene a otro u otros como predecesores; esto establece la forma en que los estudiantes deben tomar los cursos así como las posibles combinaciones para hacerlo.

El pensum actual tiene como diferencia respecto del anterior presentado en el año 2005, la obligatoriedad de la aprobación de los cursos Orientación y Liderazgo y Técnicas de Estudio y de Investigación, para los estudiantes con carné del año 2008 y posterior.

El curso Orientación y Liderazgo debe de ser llevado durante el primer semestre de la carrera y el curso Técnicas de Estudio y de Investigación durante el segundo, este último no tiene prerrequisito de aprobación de algún otro curso o de la obtención de créditos aprobados.

El resto de los cursos relacionados con las demás áreas de la Ingeniería Electrónica no presentan cambio alguno.

2.1.1. Red curricular de Ingeniería Electrónica

A continuación se presentan los cursos por cada semestre de la carrera. Las letras dentro del rectángulo vertical representan las áreas de la carrera. (CBC = Ciencias Básicas y Complementarias, A = Analógica, D = Digital, T = Telecomunicaciones, EPS = Ejercicio Profesional Supervisado, DA = Diplomado en Administración)

Figura 2. Cursos por semestre

| | | Semestre 1 | | Semestre 2 | | |
|-----|----------|--------------------------|---|------------|--|--------------|
| CBC | 003 1 | Orientación y Liderazgo | • | 005 3 | Técnicas de Estudio e Investigación | • |
| | 017 4 | Social Humanística 1 | • | 019 4 | Social Humanística 2 | • 017 |
| | 101 7 | Matemática Básica 1 | • | 769 4 | Introducción a la Programación de Computadoras 1 | • 101 17c |
| | 069 3 | Técnica Complementaria 1 | • | 103 7 | Matemática Básica 2 | • 101 |
| | 006 2 | Idioma Técnico 1 | | 008 2 | Idioma Técnico 2 | 006 |
| | 039 1 | Deportes 1 | | 040 1 | Deportes 2 | 039 |
| | 248 • | Química General 1 | • | 071 3 | Técnica Complementaria 2 | 006 |
| | | | | 147 8 | Física Básica | • 101 |

Continuación de la figura 2.

| | | Semestre 3 | | Semestre 4 | | |
|-----|-----------|---|------------|------------|---------------------------|------------|
| CBC | 991 3 | Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica • | 769 | 011 2 | Idioma Técnico 4 | 009 |
| | 008 2 | Química 2 | 101 147 | 732 5 | Estadística 1 • | 107 005 |
| | 150 6 | Física 1 • | 103 147 | 114 5 | Matemática Intermedia 3 • | 107 |
| | 009 2 | Idioma Técnico 3 | 008 | 073 3 | Dibujo Técnico Mecánico | 069 60c |
| | 018 3 | Filosofía de la Ciencia | 019 | 112 5 | Matemática Intermedia 2 • | 107 |
| | 107 10 | Matemática Intermedia 1 • | 103 | 147 8 | Física 2 • | 101 |
| EPS | 2025 | Práctica Inicial • | 103 | | | |

Continuación de la figura 2.

| | | Semestre 5 | | Semestre 6 | |
|-----|-----|-----------------------------------|-------------------|------------|-----------------------------|
| CBC | 204 | Circuitos Eléctricos 1 | 112 114 152 | 022 | Psicología Industrial 90c |
| | 6 | | | 3 | |
| | 368 | Principios de Metrología | 732 152 348 | 736 | Análisis Probabilístico 732 |
| | 3 | | | 4 | |
| | 123 | Matemática Aplicada 5 | 112 114 | 120 | Matemática Aplicada 2 118 |
| | 4 | | | 6 | |
| | 154 | Física 3 | 152 | 650 | Contabilidad 1 90c |
| 6 | | | 3 | | |
| | 462 | Electricidad y Electrónica Básica | 152 | 156 | Física 4 154 |
| | 5 | | | 6 | |
| | 734 | Estadística 2 | 732 | | |
| | 5 | | | | |
| | 118 | Matemática Aplicada 1 | 112 114 | | |
| | 6 | | | | |
| A | | | | 232 | Electrónica 1 204 462 |
| | | | | 6 | |
| DA | | | | 022 | Psicología Industrial 90c |
| | | | | | |
| | | | | 662 | Legislación 1 90c |
| | | | | | |

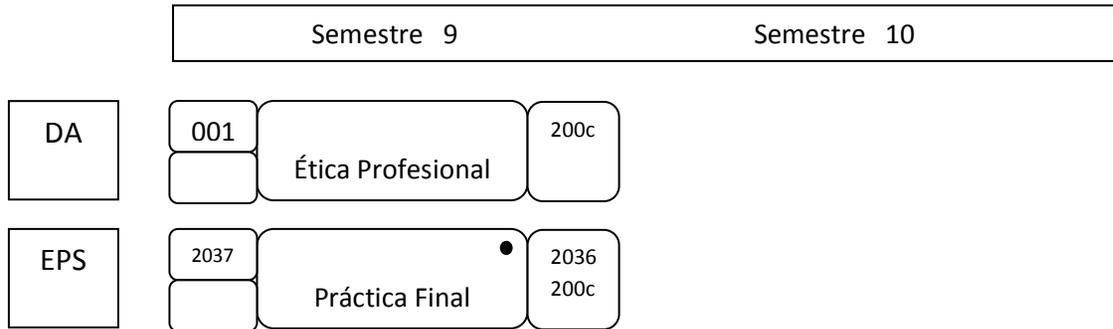
Continuación de la figura 2.

| | Semestre 7 | | | Semestre 8 | | |
|-----|------------|---|------|------------|---|------|
| CBC | 736 | Instrumentación Eléctrica • | 732 | 218 | Líneas de Transmisión | 204 |
| | 4 | | | 5 | | 210 |
| | 808 | Métodos Matemáticos de | 120 | 122 | Matemática Aplicada 4 | 118 |
| | 5 | | | 4 | | |
| | 212 | Conversión de Energía Electromecánica 1 | 204 | 700 | Ingeniería Económica 1 | 204 |
| 5 | 210 | | 5 | 210 | | |
| | 116 | Matemática Aplicada 3 | 112 | | | |
| | 5 | | 114 | | | |
| A | 240 | Electrónica 2 • | 156 | 234 | Electrónica 4 • | 240 |
| | 6 | | 206 | 6 | | |
| D | 246 | Electrónica 3 • | 232 | 248 | Electrónica 5 • | 246 |
| | 6 | | | 6 | | |
| T | 242 | Comunicaciones 1 • | 216 | 211 | Teoría Electromagnética 2 • | 210 |
| | 6 | | 210 | 5 | | |
| | | | | 242 | Proyecto de Comp. aplicados a Ing. Elec • | 991 |
| | | | | 6 | | 160c |
| | | | | 244 | Comunicaciones 2 • | 242 |
| | | | 6 | | | |
| DA | 658 | Administración de Personal | 022 | 656 | Administración de Empresas 1 | 150c |
| | | | | | | |
| | 664 | Legislación 2 | 662 | | | |
| | | | | | | |
| EPS | 2036 | Práctica Intermedia • | 2025 | | | |
| | | | 120c | | | |

Continuación de la figura 2.

| | | Semestre 9 | | | Semestre 10 | | |
|-----|----------|---|-----------------|----------|---|-----------------|--|
| CBC | 601 5 | Investigación de Operaciones 1 | 991 | 238 6 | Automatización Industrial | 214 | |
| | 001 4 | Ética Profesional | 200c | 658 3 | Administración de Personal | 022 | |
| | 288 4 | Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental | 190c | 335 3 | Gestión de Desastres | 706 | |
| | 706 4 | Preparación y Evaluación de Proyectos 1 | 700 190 | 656 5 | Administración de Empresas 1 | 150c | |
| | 799 4 | Seminario de Investigación | 200c | 708 4 | Preparación y Evaluación de Proyectos 2 | 706 | |
| | 214 6 | Máquinas Eléctricas | 206 212 | | | | |
| A | 249 6 | Sistemas de Control 1 | • 232 | 209 5 | Instalación de Equipos Electrónicos | • 249 | |
| D | 233 5 | Electrónica Aplicada 1 | • 234 248 | 245 6 | Robótica | • 244 | |
| | 249 6 | Electrónica 6 | • 248 | 239 5 | Electrónica Aplicada 2 | • 249 233 | |
| T | 245 6 | Comunicaciones 3 | • 244 | 245 6 | Radiocomunicaciones Terrestres | • 244 | |
| | 242 6 | Telecomunicaciones y Redes Locales | 991 169c | 243 5 | Comunicaciones 4 | • 245 | |

Continuación de la figura 2.



Fuente: elaboración propia.

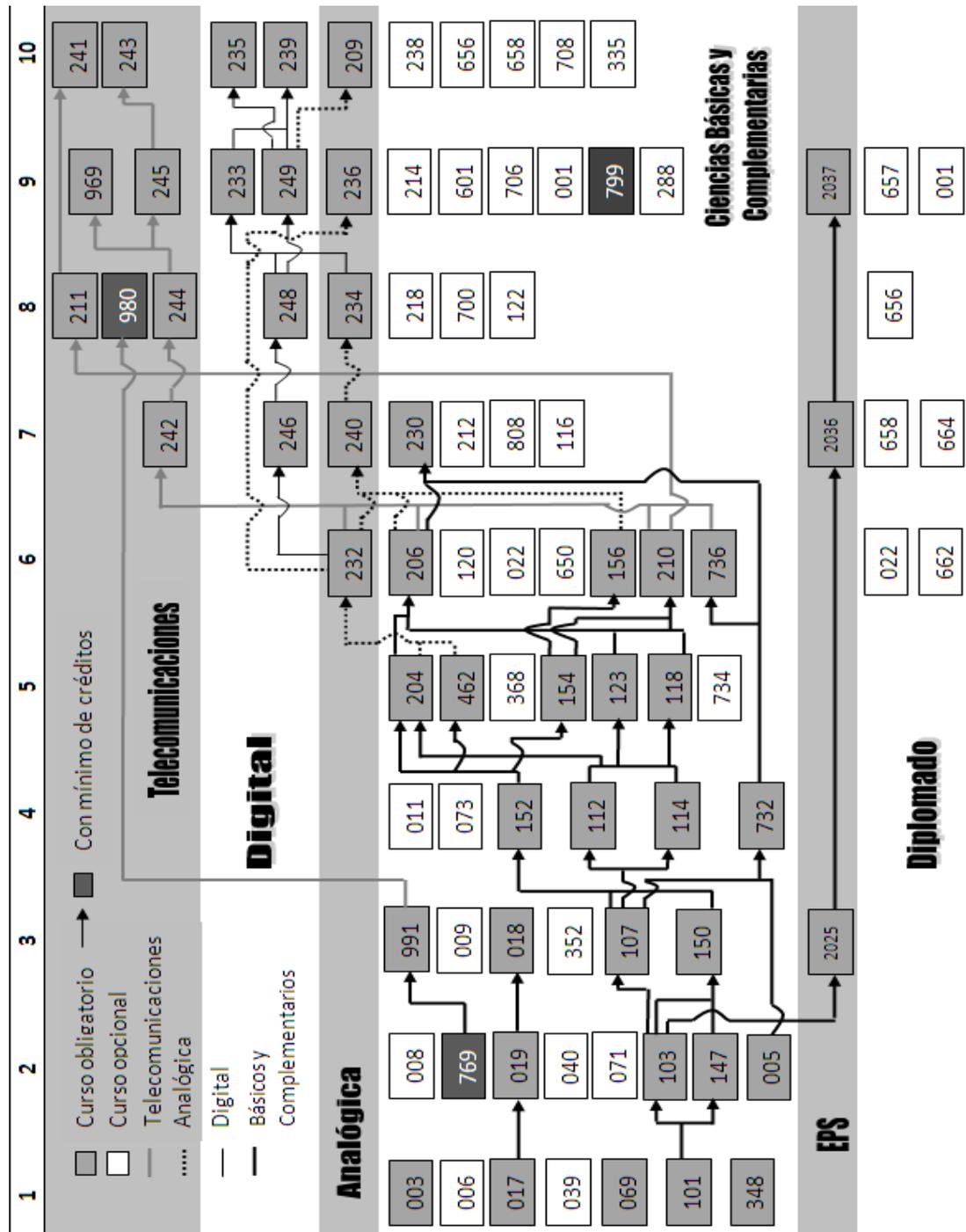
Por razones prácticas, las autoridades a cargo de conformar la malla curricular, decidieron clasificar los cursos pertenecientes a otras carreras de ingeniería dentro del área de cursos básicos; para verificar a qué carrera pertenece cada curso se debe consultar el programa de cada uno de ellos.

Como se puede observar en la figura anterior, la carrera tiene la característica de que varios de sus cursos requieren de la aprobación combinada de dos y tres cursos predecesores para tener acceso a ellos, presentándose especialmente en el quinto, sexto y séptimo semestre de la carrera.

La aprobación de cada uno de los cursos que conforman estos semestres es muy importante porque al no ser así, se corre el riesgo de que se den atrasos en carrera por parte de los estudiantes.

Para observar mejor la interrelación que existe entre todos los cursos obligatorios se presenta una malla que muestra únicamente el código que tiene asignado y la sucesión que existe entre ellos.

Figura 3. Secuencia de los cursos obligatorios



Fuente: elaboración propia.

Se da la existencia de tres cursos que aunque se sugieren para semestres más tardíos se pueden cursar inmediatamente después de aprobar sus prerrequisitos; estos cursos son Teoría Electromagnética 2, Sistemas de Control y Análisis Probabilístico.

El curso Proyectos de Computación aplicados a la Ingeniería Electrónica, ubicado en el octavo semestre, posee como prerrequisito un curso de un semestre muy temprano y lo equilibra con un mínimo de créditos aprobados, el curso es Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica del tercer semestre, este lapso de tiempo provoca una pérdida en la continuidad de la adquisición de los conocimientos y el mínimo de créditos requeridos no permite establecer claramente lo que se espera que los estudiantes manejen. Por último, se observa que los cursos del área de Telecomunicaciones y Digital son dos áreas que no dependen de la aprobación de los cursos de la otra para avanzar en la carrera, según la malla curricular.

Para obtener una idea general de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica y cómo se relaciona a lo que se establece para la carrera de Ingeniería Electrónica, se muestra el siguiente análisis FODA que proporciona información tanto del entorno como de la misma institución, con el objetivo de encontrar la mejor relación entre las tendencias que se perciben del ambiente y el potencial propio de la Escuela.

Tabla I. FODA Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

| | | Fortalezas | Debilidades |
|---|---|---|--|
| | | Factores internos | <ul style="list-style-type: none"> • Forma parte de una institución con reconocida excelencia académica. • Catedráticos con especializaciones. • Bajo costo de matrícula estudiantil. • Opción de diplomado. • Asesoramiento fuera de clase. • Capacitación catedráticos. • Programa de intercambio de estudiantes. |
| Factores externos | | | |
| Oportunidades | Estrategias FO | Estrategias OD | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Acreditación de la carrera • Creación de cursos opcionales dentro de las áreas profesionales. • Creación de nuevas áreas profesionales y sus cursos. • Liderar la formación de ingenieros electrónicos, eléctricos y mecánicos eléctricos. • Alianzas con instituciones nacionales e internacionales. | <ul style="list-style-type: none"> • Adoptar medidas tomadas por las carreras de la facultad que ya están acreditadas. • Asesoramiento con instituciones o capacitación de los catedráticos para desarrollo de nuevos cursos y áreas dentro de la carrera. • Comparar el pensum de la carrera con la de universidades con excelencia académica. • Entrevistas con catedráticos para establecer los aspectos más fuertes y débiles en la formación de los alumnos. | <ul style="list-style-type: none"> • Convenios con instituciones con instalaciones o equipo moderno. • Revisión y estudio de las interrelaciones de los cursos. • Creación de un espacio virtual para complementar lo impartido en los cursos y realizar tutorías. | |
| Amenazas | Estrategias FA | Estrategias DA | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Reducido campo de trabajo • Interrupciones al ciclo académico • No existencia de recursos para nuevas área y cursos de la carrera • Desertación por parte de estudiantes | <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la tutoría fuera de las horas de clase • Crear pertenencia y mostrar las ventajas para culminar la carrera • Acuerdos con empresas para ofrecer empleo a los estudiantes • Priorizar comunicación para evitar entorpecimiento del ciclo académico | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer sanciones por perjudicar las actividades normales estudiantiles • Convencer a las autoridades de la necesidad de más recursos en relación con el avance tecnológico para crear nuevos cursos y obtención de equipos • Crear nuevas áreas para la carrera amplía el campo laboral | |

Fuente: elaboración propia.

2.2. Áreas de la red curricular

Como ya se ha indicado anteriormente, la carrera de Ingeniería Electrónica cuenta con distintas áreas, de estas se estudian las más importantes para la carrera, las cuales son Telecomunicaciones, Digital y Analógica.

El área de Cursos Básicos y Complementarios es importante pues provee la base para entender los temas más avanzados, pero debido a que la mayoría de cursos son comunes a todas las ingenierías, no se estudian todos los pertenecientes a esta área, pues se pretende dar importancia únicamente a los cursos más relacionados a Ingeniería Electrónica; es por esto que dentro de esta área se estudian solamente los cursos de computación y electrotecnia, que están más estrechamente relacionados con esta ingeniería.

2.2.1. Área de Telecomunicaciones

Esta área se enfoca al procesamiento y transmisión masiva de la información que requiere sobre la planificación, diseño y administración de los sistemas de radiodifusión, televisión, telefonía, redes de computadores, de fibra óptica y satelitales y en forma cada vez más significativa los sistemas de comunicación inalámbricos, como la telefonía celular.

A continuación se presentan todos los cursos que conforman esta área, su descripción y los temas que los conforman.

2.2.1.1. Comunicaciones 1

El curso introduce al estudiante en el campo de las comunicaciones y explica los esquemas básicos de modulación analógica (amplitud y frecuencia) así como de modulación digital (muestreo, multiplexación en el tiempo, PCM, FSK y PSK). Prerrequisitos del curso: Circuitos Eléctricos 2, Teoría Electromagnética 1, Electrónica 1 y Análisis Probabilístico.

2.2.1.1.1. Contenido del curso

- Conceptos fundamentales
 - Conjuntos ortogonales completos
 - Series de Fourier
 - Trigonométrica
 - Exponencial
 - Fenómeno de Gibbs
 - Error cuadrático medio
 - Linealidad
 - Función delta y respuesta a un impulso
 - Respuesta a una excitación arbitraria y convolución
 - Teorema de Parseval
 - Señales de energía y la integral de Fourier
 - Correlación, autocorrelación y potencia
- Sistemas de modulación analógica
 - Modulación de amplitud
 - Demodulación cuadrática
 - Demodulación por rectificación
 - Modulación de banda lateral única
 - Modulación de banda lateral vestigial

- Modulación de ángulo
- Modulación de fase
- Modulación de frecuencia
- Desviación de fase y frecuencia
- Espectro de FM
- Coeficientes de Bessel
- Índice de modulación y amplitud espectral
- Generación de FM
- Demoduladores de FM
- FM estereofónica
- Técnicas digitales
 - Teorema de muestreo y PAM
 - Ancho de banda
 - Tipos de muestreo
 - Cuantización
 - Relación de señal a ruido
- Modulación digital
 - PCM
 - BPSK
 - DPSK

2.2.1.2. Comunicaciones 2

El curso trata sobre la modelación matemática del ruido y su aplicación en los sistemas digitales PCM y DM, específicamente. Asimismo, se introduce al estudiante a los códigos lineales de bloque y a las técnicas de codificación y transmisión digital de datos. Se hace una breve exposición de la Teoría de la Información. Prerrequisitos del curso: Comunicaciones 1.

2.2.1.2.1. Contenido del curso

- Representación matemática del ruido
 - Representación en el dominio de la frecuencia
 - El efecto del filtraje en la densidad de probabilidad del ruido Gaussiano
 - Componentes espectrales del ruido
 - Respuesta de un filtro de banda estrecha al ruido
 - Superposición de ruidos
 - Filtrado lineal
 - Ancho de banda del ruido
- Ruido en sistemas PCM y DM
 - Transmisión PCM
 - Cálculo del ruido de cuantización
 - Ruido térmico
 - Relación señal a ruido en PCM
 - Modulación Delta
 - Ruido de cuantización en modulación Delta
 - Relación señal a ruido
 - Modulación delta mediante pulsos codificados
 - Comparación entre PCM y DM
- Teoría de la información y codificación
 - Mensajes discretos
 - El concepto de cantidad de información
 - Información promedio y entropía
 - Rata de información
 - La codificación como medio de incrementar la información promedio por bit
 - Teorema de Shannon y capacidad de canal

- Codificación
- Códigos de bloques, codificación y decodificación
- Ejemplos de códigos algebraicos
- Códigos de corrección de Burst
- Códigos convolucionales

2.2.1.3. Comunicaciones 3

El curso versa sobre el funcionamiento de los sistemas de telecomunicaciones, los conceptos generales y su comportamiento. Se calculan los parámetros de transmisión por fibra óptica para determinar las condiciones adecuadas de funcionamiento, tanto en la transmisión de señales digitales por estos medios como por radio digital, comunicaciones inalámbricas y señales de televisión. Curso prerrequisito: Comunicaciones 2.

2.2.1.3.1. Contenido del curso

- Comunicaciones ópticas
 - Componentes pasivos y activos
 - Guías de onda
 - Emisión y detección
 - Sistemas de transmisión a través de medios ópticos
- Transmisión digital
 - La jerarquía digital síncrona (SDH)
 - Operación del radio digital
- Sistemas de televisión
 - La señal de vídeo y facsímil
 - Transmisores y receptores de TV
 - Televisión a color y otras innovaciones

- Telecomunicaciones móviles
 - Multiplicidad de servicios
 - Telefonía sin hilos y telefonía celular
 - Red de comunicaciones personales (PCN) y tendencias tecnológicas hacia el futuro

2.2.1.4. Comunicaciones 4

En el curso se imparten los conceptos del tratamiento de señales en tiempo discreto, enfocado al tratamiento de señales de audio, y tiene como alcance la implementación de filtros digitales para procesar dichas señales. Está dirigido a estudiantes del último semestre de Ingeniería Electrónica. Curso prerequisite: Comunicaciones 3.

2.2.1.4.1. Contenido del curso

- Introducción al Procesamiento Digital de Señales (PDS)
 - Objeto del PDS
 - Historia del PDS
 - Aplicaciones modernas
- Señales y sistemas básicos
 - Señales discretas
 - Impulso
 - Escalón
 - Sinusoides exponenciales
 - Sistemas lineales e invariantes
 - Respuesta al impulso
 - Excitación arbitraria
 - Convolución

- Herramientas esenciales
 - Transformada de Fourier
 - Análisis en el dominio de la frecuencia
 - Representación de sistemas discretos
 - Transformada Z
 - Región de convergencia
 - Estabilidad
 - Funciones de transferencia
- Señales continuas y discretas
 - Obtención de señales discretas (muestreo)
 - Relación entre transformadas de señales continuas y discretas
 - Efecto de muestreo
 - Solapamiento
- Herramientas avanzadas
 - Representación de sistemas discretos
 - Estructuras para filtros RFI y RII
 - Transformada discreta de Fourier
- Técnicas de síntesis de filtros
 - Diseño a partir de filtros en tiempo continuo
 - Diseño con ventanas
 - Diseño de filtros RFI
 - Diseño de filtros FII
- Aplicaciones
 - Procesamiento de audio
 - Procesamiento de imágenes
 - Compresión de datos
 - Procesamiento digital de señal

2.2.1.5. Radiocomunicaciones Terrestres

El curso concreta los conocimientos de Teoría Electromagnética 1 y 2 en el análisis de antenas, el diseño de arreglos de antenas y el cálculo de enlaces de comunicación en diversas modalidades (punto a punto, punto a multipunto, etc.), incluyendo los efectos atmosféricos y geométricos relevantes. Curso prerequisite: Teoría Electromagnética 2.

2.2.1.5.1. Contenido del curso

- Conceptos fundamentales
 - Ecuaciones de Maxwell
 - Características del medio
 - Ecuación de onda y sus soluciones
 - Forma fasorial de las ecuaciones
 - Radiación de un filamento de corriente
 - Parámetros básicos de antenas
 - Patrón de radiación
 - Directividad y ganancia
 - Resistencia de radiación
 - Radiación de un anillo de corriente
 - Radiación de distribuciones arbitrarias de corriente
- Antenas
 - Dipolos
 - Monopolos
 - Arreglos de antenas
 - Efectos del suelo
 - Antenas de apertura
 - Antenas reflectoras

- Propagación
 - Reflexión
 - Refracción
 - Difracción
 - Pérdidas en el espacio
 - Atenuación por el medio
 - Ruido
 - Consideraciones de radioenlaces

2.2.1.6. Telecomunicaciones y Redes Locales

Es una introducción a las nuevas tecnologías de transmisión de información en redes de datos, voz y video. Se manejan las normas aplicadas a las redes y protocolos, debido a la convergencia digital que se está presentando en la actualidad. Curso prerequisite: Comunicaciones 2.

2.2.1.6.1. Contenido del curso

- Perspectiva general
 - Modelos de comunicación
 - Comunicaciones de datos y comunicaciones en red (*networking*)
 - Protocolos y arquitectura de redes
- Introducción a la programación en red y sockets de tcp
- Comunicaciones de datos
 - Transmisión de datos, medios de transmisión y codificación
 - Interfaces de comunicación de datos
 - Control de enlace de datos
 - Multiplexación

- Redes de área extendida (WAN)
 - Conmutación de circuitos
 - Conmutación de paquetes
 - ATM y *frame relay*
- Redes de área local (LAN)
 - Tecnología LAN
 - Sistemas LAN
- Arquitectura de comunicaciones y protocolos
 - Protocolos de internet (IP)
 - Protocolos de ruteo
 - Protocolos de transporte
 - Seguridad de redes
 - Protocolos de aplicación

2.2.1.7. Proyectos de Computación Aplicados a Ingeniería Electrónica

Se introduce a los estudiantes a las nuevas tecnologías y manejo de *software* utilizado para análisis en telecomunicaciones como MatLab. Curso prerrequisito: Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica y 160 créditos.

2.2.1.7.1. Contenido del curso

- Solución de problemas en Ingeniería
 - El proceso de solución de problemas
 - Ejemplo de la solución de un problema de ingeniería
 - *Software* de computación
 - MATLAB

- OCTAVE
 - Terminología de computación
- Introducción a MATLAB
 - Fundamentos de MATLAB
 - Limitaciones computacionales
 - Opciones de despliegue de datos
 - Precisión y exactitud
 - Graficas de funciones en 2D y 3D
 - Declaraciones de control y programación en MATLAB
 - Laboratorio de programación
- Representación de señales
 - Cambios de variables independientes
 - Propiedades de la función impulso unitario
 - Propiedades de la función escalón unitario
 - Funciones pares e impares
- Comunicaciones y análisis de señales
 - Series de Fourier en forma trigonométrica y exponencial compleja
 - Transformada de Fourier y convolución
 - Señales de potencia y energía
 - AM y FM
 - Introducción a Simulink
 - PCM y conversión analógica-digital
 - Comunicaciones digitales

2.2.1.8. Teoría Electromagnética 2

El curso versa sobre las ecuaciones de Maxwell y su aplicación práctica para describir los fenómenos electromagnéticos y para aplicarlas en el desarrollo de problemas de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, específicamente

en motores, generadores, líneas de transmisión, antenas y resonadores. Se describe tanto cualitativa como cuantitativamente la transmisión de energía en forma guiada y libre, en el espacio vacío y en medios con pérdidas. El curso hace uso extensivo de métodos matemáticos. Curso prerequisite: Teoría Electromagnética 1.

2.2.1.8.1. Contenido del curso

- Las ecuaciones de Maxwell
 - Forma Integral y forma diferencial de las ecuaciones
 - Voltajes inducidos por campos magnéticos cambiantes
 - Ley de Faraday para un campo variable en el tiempo
 - Continuidad de la carga y corriente de desplazamiento
 - Las ecuaciones de Maxwell en el caso periódico
- Propagación de ondas planas
 - Ondas planas uniformes en un dieléctrico perfecto
 - Polarización de ondas planas
 - Ondas en dieléctricos imperfectos y conductores
 - Reflexión de ondas planas normalmente incidentes en conductores perfectos.
 - Líneas de transmisión
 - Incidencia normal en dieléctricos
 - Problemas de reflexión con varios dieléctricos
 - Velocidad de fase e impedancia para ondas con incidencia oblicua
 - Reflexión total
- Guías de ondas y resonadores
 - Ecuaciones básicas y tipos de guías
 - Guías de ondas rectangulares
 - Guías de ondas cilíndricas

- Cavidades resonantes
- Resonadores rectangulares
- Resonadores esféricos
- Tópicos especializados

2.2.2. Área Digital

Se puede definir un sistema digital como cualquier sistema de transmisión o procesamiento de información en el cual la información se encuentra representada por medio de cantidades físicas (señales) que se hayan tan restringidas que sólo pueden asumir valores discretos. La principal ventaja de los sistemas digitales respecto de los analógicos, es que son más fáciles de diseñar, implementar y depurar, ya que las técnicas utilizadas en cada una de esas fases están bien establecidas.

2.2.2.1. Electrónica 3

El curso está concebido como el primer curso de diseño de sistemas digitales, que deben tomar los estudiantes de Ingeniería Electrónica, Eléctrica y Mecánica Eléctrica. El nivel es básico, pero permite al estudiante que desee tomar cursos más avanzados, tener el fundamento del *hardware* digital y de las técnicas de diseño de circuitos digitales, suficientes para atender sin dificultad dichos cursos superiores. Curso prerrequisito: Electrónica 1.

2.2.2.1.1. Contenido del curso

- Sistemas binarios
 - Números binarios y decimales
 - Conversión decimal-binario

- Números hexadecimales
- Códigos binarios
- Lógica binaria
- **Álgebra Booleana**
 - Definiciones básicas
 - Propiedades del álgebra booleana
 - Teoremas del álgebra booleana
 - Funciones booleanas
 - Formas canónicas y estándar
- **Compuertas Lógicas**
 - Operación *NOT*
 - Operación *OR*
 - Otras operaciones básicas
- ***Hardware* digital**
 - Familias lógicas
 - Microcircuitos VLSI
- **Lógica Combinacional**
 - Procedimiento de diseño
 - Sumadores / restadores
 - Conversión de códigos
 - Multiplexores / demultiplexores
 - Arreglo Lógico Programable PLA
- **Lógica secuencial**
 - *Flip-Flops*
 - Procedimiento de diseño
 - Sincronización
 - Contadores
 - Registros
 - Secuencias temporizadas

- Introducción a los microprocesadores
 - Modelo de von Neumann
 - Componentes de un microprocesador
 - Interoperabilidad de los componentes
 - Programación

2.2.2.2. Electrónica 5

Se explica el funcionamiento interno de un microprocesador, basándose en esto para relacionar los conceptos de lógica binaria, y así poder establecer relaciones básicas con los diferentes dispositivos exteriores que se le puedan conectar y desarrollar infinidad de aplicaciones en el campo de la Electrónica. Prerrequisito del curso: Electrónica 3.

2.2.2.2.1. Contenido del curso

- Microprocesador y su arquitectura
 - Registros internos, ALU
 - Diagrama a bloques
 - Breve historia del computador y DOS
 - Buses
- Microprocesador y su entorno
 - Dispositivos de memoria
 - Decode de dirección
 - La pila
 - Interfaz de E/S básica
 - Interfaz del bus
 - Modo real y protegido
 - Acceso directo a memoria

- Modos de direccionamiento y lenguaje ensamblador
 - Diferentes tipos de direccionamiento
 - Instrucciones para movimientos de datos, aritméticas y lógicas, de control
- Programación del microprocesador
 - Programación modular
 - Uso del teclado y pantalla de video
 - Archivos de disco
 - Tipos de programas ejecutables bajo DOS
 - Funciones del OS y la BIOS
- Interrupciones
 - Procesamiento básico de interrupción
 - Clasificación de interrupciones
- Puertos
 - Puerto serial
 - Puerto paralelo

2.2.2.3. Electrónica 6

En este curso se estudian y valoran los sistemas digitales actuales al conocer su evolución, la cual abarca desde el microprocesador 8086 al microprocesador Pentium Dual Core, con lo que se tiene una idea clara de la arquitectura de los diferentes microprocesadores, sus propiedades y diferencias. Se estudian los microcontroladores, sus ventajas, características y diferencias con los microprocesadores, los procesadores digitales de señales (DSP's), procesadores de alta resolución y velocidad, como herramientas óptimas para aplicaciones de tiempo real. Por último, se dan a conocer los diferentes tipos de procesadores digitales para aplicaciones industriales.

Prerrequisito del curso: Electrónica 5.

2.2.2.3.1. Contenido del curso

- Microprocesador
 - Microprocesador 8086 / 8088
 - Bus del sistema
 - Interrupciones
 - Ciclo de DMA
 - Contadores y *timers*
 - Mapa del sistema, mapa de E/S y técnicas de decodificación
 - Generación de estados de espera
 - Técnicas de interfaz de E/S digital por registros
 - Expansión de interrupciones
 - Puerto paralelo y serial de la PC
- Nuevas tecnologías de la electrónica digital
- Microcontroladores -PIC's-
 - Controladores y microcontroladores
 - Diferencia entre microprocesador y microcontrolador
 - Aplicaciones y mercado de los microcontroladores
 - Requisitos a evaluar para seleccionar un microcontrolador
 - Recursos comunes en todos los microcontroladores
 - Recursos especiales en algunos microcontroladores
 - Herramientas para el desarrollo de aplicaciones
- Procesadores digitales de señales -DSP's-
 - Definición de procesamiento digital de señales
 - Diferencia entre microcontroladores y DSP's
 - Aplicaciones de los DSP's
 - Ventajas y desventajas de los DSP's
- Autómatas programables -PLC's-
 - Introducción a la automatización

- ¿Qué es un autómata programable?
- Aplicaciones de los PLC's
- Funciones, ventajas y desventajas de los PLC's
- Estructura externa e interna de un autómata programable
- Lenguajes de programación
- Protocolos de comunicaciones industriales

2.2.2.4. Electrónica Aplicada 1

Está orientado al diseño de dispositivos electrónicos y establece técnicas para la elaboración de sistemas electrónicos funcionales y completos. Prerrequisitos del curso: Electrónica 4 y Electrónica 5.

2.2.2.4.1. Contenido del curso

- Circuitos de comunicación serial
- Circuitos de comunicación serial II
- Técnicas de organización del tiempo
- Circuitos con Ic2
- Circuitos de teclados
- Circuitos de pantallas
- Técnicas de simulación
- Decodificadores de rotación
- Producción de sonido
- Optimización de aplicaciones y redundancias
- Direccionamiento en PIC
- ADC y DAC
- Manejo de tareas múltiples
- EPROM

- Diseño de PCB
- Blue tooth
- Elaboración de PCB

2.2.2.5. Electrónica Aplicada 2

El curso de está orientado al diseño de dispositivos electrónicos, amplía los conocimientos obtenidos en Electrónica Aplicada I. El curso orienta al diseño con alta conectividad, uso de conexiones USB, Ethernet, y otras. Prerrequisitos del curso: Electrónica 6 y Electrónica Aplicada 1.

2.2.2.5.1. Contenido del curso

- Lectura de dispositivos de almacenamiento (MMC)
- Lectura de dispositivos de almacenamiento (IDE)
- USB
 - Introducción
 - Señales eléctricas
 - Enumeración
 - Migración desde isa
- Construcción de dispositivos HDD
- Manejo de potencia
- Uso de Microsoft PROYECT
- Teoría de red

2.2.2.6. Robótica

Este curso pretende servir como una introducción a los fundamentos del modelado, diseño y control de sistemas robóticos a través del uso de diferentes

disciplinas básicas y tecnologías, tales como la teoría de control, mecánica, electrónica, álgebra y la informática. Prerrequisitos del curso: Electrónica 6.

2.2.2.6.1. Contenido del curso

- Introducción
 - Origen de los robots y su evolución hasta el día de hoy
 - Terminología necesaria
- Descripciones espaciales
 - Herramientas matemáticas para el modelado de robots
- Cinemática
 - Técnicas para describir la geometría del robot y su movimiento.
- Movimiento diferencial
 - Técnicas para describir la velocidad de los movimientos del robot con base en las velocidades de sus actuadores.
- Estática
 - Técnicas para determinar las fuerzas o torques necesarios en los actuadores para lograr que un robot permanezca inmóvil.
- Dinámica
 - Técnicas para describir las fuerzas y torques necesarios en los actuadores para lograr mover la estructura de un robot.
- Control
 - Tipos de sistemas de control usados en robots.

2.2.3. Área Analógica

La electrónica analógica es una parte de la electrónica que estudia los sistemas en los cuales sus variables, tales como la tensión y la corriente, varían de una forma continua en el tiempo, pudiendo tomar infinitos valores (al menos

teóricamente). En contraposición se encuentra la electrónica digital, donde las variables sólo pueden tomar valores discretos, teniendo siempre un estado perfectamente definido

2.2.3.1. Electrónica 1

El curso da a conocer los dispositivos semiconductores para poder comprender el funcionamiento de sistemas o diseñar nuevos aparatos, ya sea como elementos individuales, o integrados en grandes cantidades en una pastilla de chip. Prerrequisitos del curso: Circuitos Eléctricos 1 y Electricidad y Electrónica Básica.

2.2.3.1.1. Contenido del curso

- Dispositivos de unión PN
 - Características principales
 - Modelos
 - Descriptivo
 - Gráficos
 - Matemático
 - De circuito
 - Rectificadores
 - Recortadores, limitadores y compuertas lógicas
- Transistores BJT y FET
 - Descripción física y características principales
 - Configuraciones, características i vrs. V y regiones de operación
 - Polarización en DC
 - Estabilidad de la polarización

- El transistor como amplificador
 - Modelo híbrido
 - Ganancia e impedancia
 - Amplificadores en cascada
- Fuentes reguladas
 - Fuentes reguladas con transistores
 - Fuentes reguladas con CI's

2.2.3.2. Electrónica 2

Se realiza el análisis avanzado de circuitos amplificadores BJT y amplificadores operacionales. Se estudian las consideraciones de frecuencia y estabilidad de los circuitos electrónicos. Prerrequisitos del curso: Física 4, Circuitos Eléctricos 2, Electrónica 1.

2.2.3.2.1. Contenido del curso

- Parte I
 - Introducción al amplificador operacional
 - Análisis de circuitos con amplificadores operacionales
 - El amplificador diferencial
 - Respuesta en frecuencia del amplificador diferencial
 - Aplicaciones de los amplificadores operacionales
 - Circuitos electrónicos de comunicaciones
 - Moduladores
 - Demoduladores
 - Osciladores
- Parte II
 - Revisión de los modelos del transistor

- Análisis de señal pequeña del BJT
 - Polarización de CD del BJT
- Tipos de amplificadores
- Concepto de la respuesta en frecuencia de los amplificadores
- Respuesta en baja frecuencia de los amplificadores
- Respuesta en alta frecuencia de los amplificadores
- Curvas de Bode y análisis de frecuencia
- Métodos de análisis
- Parte III
 - Conceptos básicos de realimentación
 - Propiedades y términos de la realimentación
 - Topologías de realimentación
 - Ganancia de lazo, estabilidad y polos
 - Estabilidad

2.2.3.3. Electrónica 4

Se estudian los filtros activos a nivel de análisis y de diseño, los VCO, PLL y convertidores analógicos-digitales y viceversa; se explica su funcionamiento en diagramas de bloques y se realizan diseños. Se introducen los conceptos fundamentales de electrónica de potencia, cuyo fin es que el estudiante comprenda cómo aplicar lo aprendido en cursos anteriores al área donde se utilizan corrientes y voltajes elevados. Prerrequisitos: Electrónica 2.

2.2.3.3.1. Contenido del curso

- Cl's analógicos / digitales
 - Comparadores
 - Circuitos de interfaz

- Oscilador controlado por voltaje VCO
- Lazos de seguimiento PLL
- Convertidores ADC y DAC
- Filtros activos
 - Conceptos y clasificación
 - Familia de filtros *Butterworth*
 - Diseño de filtros activos
- Osciladores
 - Conceptos de operación del oscilador
 - Criterio de Barkhausen
 - Osciladores Puente de Wien, Colpitts y Hartley
 - Osciladores de cristal y efecto piezoeléctrico
- Fiabilidad y calidad
 - Curva de la bañera
 - Tasa de fallos de circuitos y sistemas electrónicos
 - Curva de la bañera
 - Modelos de fiabilidad en sistemas complejos
 - Cadenas de Markov
 - Aplicaciones para el diseño y el mantenimiento
- Semiconductores de potencia
 - Asociación de semiconductores
 - Refrigeración de semiconductores
 - Protección de semiconductores
- Montajes de semiconductores de potencia
 - Características y clasificación
 - Interruptores estáticos
 - Reguladores C.C. /C.C.
 - Reguladores C.A./C.A
 - Inversores con tiristores

- Inversores con transistores
- Rectificadores controlados y no controlados
- Cicloconvertidores
- Motores en electrónica

2.2.3.4. Instalación de Equipos Electrónicos

Se enfoca a los problemas de interferencias, analizando las redes de alimentación que se ven afectadas por múltiples perturbaciones, Se estudia el problema de las descargas electrostáticas en semiconductores, desde el punto de vista de su explicación, prevención y los métodos de protección frente a los distintos acoplamientos. Se estudian las normas de las tierras y su importancia. Prerrequisito del curso: Electrónica 6.

2.2.3.4.1. Contenido del curso

- Introducción al curso
 - Conceptos básicos interferencias
 - Definiciones de compatibilidad y susceptibilidad
 - Fuentes de interferencias
 - Fuentes naturales y artificiales
 - Interferencia conducida y radiada
 - Filtrado y blindaje
 - Modelización de entornos de EMC
- Sistemas de alimentación de energía
 - Perturbaciones en la tensión ocasionadas en la red de baja tensión
 - Interacción entre la fuente y la carga
 - Protecciones contra sobrevoltajes transitorios

- Electrostática
 - Introducción
 - Generación de cargas electrostáticas
 - Modelos de descarga electrostática
 - Daños en componentes por descargas electrostáticas
 - Materiales y equipos de protección
 - Normas
- Blindaje
 - Blindaje eléctrico
 - Blindaje magnético
- Sistemas de puesta a tierra
 - Conexión a tierra
 - Impedancia de puesta a tierra
 - Puesta a tierra y blindaje
- Aplicaciones
 - Sistemas de automoción
 - Equipo médico
 - Equipo de telecomunicaciones

2.2.3.5. Sistemas de Control 1

Trata de los conocimientos y principios utilizados en el análisis de los sistemas de mando. Curso prerrequisito: Electrónica 1.

2.2.3.5.1. Contenido del curso

- Conceptos básicos
- Diagramas de bloques
- Diagramas de flujo de señal

- Variable de estado
- Elementos de sistemas de mando
 - Sistemas eléctricos
 - Sistemas mecánicos
 - Sistemas electromecánicos
- Servomecanismos
- Servosistemas en el dominio T
 - Régimen permanente
 - Régimen transitorio

2.2.4. Área de Electrotecnia

La electrotecnia es parte de la física y significa la aplicación de la electricidad, engloba a la fabricación, distribución o transporte de los componentes y los aparatos eléctricos así como su uso práctico. Estos cursos se encuentran clasificados en Ingeniería Electrónica como parte del área básica, pero para establecer un mejor orden se han clasificado como área aparte.

2.2.4.1. Circuitos Eléctricos 1

El curso pretende que los alumnos conozcan y analicen con claridad los distintos parámetros, leyes y teoremas de los circuitos eléctricos en estado permanente. Prerrequisitos del curso: Matemática Intermedia 2 y 3 y Física 3.

2.2.4.1.1. Contenido del curso

- Leyes fundamentales de circuitos en C.D
 - Ley de Ohm

- Primera y segunda ley de Kirchhoff
- Conexiones en serie y paralelo de resistencias
- Conexiones mixtas
- Fuentes de corriente y de voltaje
- Divisor de voltaje y de corriente
- Conversión de triángulo-estrella y estrella-triángulo
 - Conversión triángulo-estrella
 - Conversión estrella-triángulo
- Métodos de solución de redes
 - Topología
 - Método de mallas
 - Método de nodos
 - Aplicaciones con fuentes controladas o dependientes
- Teoremas fundamentales de circuitos
 - Superposición
 - Thevenin
 - Norton
 - Millman
 - Reciprocidad y máxima transferencia de potencia
 - Transformación de fuentes
- Parámetros L y C
 - Inductancia
 - Capacitancia
 - Efectos de inductancias y capacitancias en DC
 - Aplicaciones en DC
- Corriente alterna
 - La función senoidal
 - Generación de CA
 - Valor medio y valor eficaz de CA y otras formas de onda

- Respuesta de elementos R, L, C a CA en régimen permanente
- Análisis por fasores
- Diagramas vectoriales
- Expresiones de fasores
- Generalización de métodos de solución de redes en CA
 - Métodos de mallas
 - Métodos de nodos
- Teorema de circuitos
 - Teorema de Thevenin
 - Teorema de Norton
 - Teorema de máxima transferencia de potencia
 - Teorema de superposición
- Potencia
 - Potencia en C.A
 - Mejoramiento del factor de potencia
 - Teorema de máxima transferencia de potencia
- Sistemas trifásicos
 - Generalidades de los sistemas trifásicos
 - Conexiones de los sistemas trifásicos
 - Circuitos equivalentes monofásicos
 - Sistemas trifásicos desbalanceados
 - Potencia en sistemas polifásicos

2.2.4.2. Circuitos Eléctricos 2

Se estudia brevemente el comportamiento físico de los elementos en cuanto a campos eléctricos y magnéticos, y su relación con la teoría de circuitos; se explica el porqué de la representación de sistemas y su análisis como circuito. Se estudia el método de Fourier para régimen permanente en el

dominio del tiempo y de la frecuencia, tanto en su forma trigonométrica y exponencial como en su transformada. Por último, comprende el estudio de filtros eléctricos, con énfasis en los filtros de elementos pasivos en cuanto a su diseño y funcionamiento. Cursos prerequisite: Matemática Aplicada 1, Matemática Aplicada 5.

2.2.4.2.1. Contenido del curso

- Circuitos de energía única
 - Almacenamiento de energía en un campo magnético y eléctrico
 - Análisis de la relación tensión corriente en una inductancia lineal
 - Conmutación
 - Transitorio
 - Régimen estable
 - Análisis de la relación tensión corriente en una capacitancia lineal
 - Conmutación
 - Transitorio
 - Régimen estable
 - Análisis del circuito RL
 - Componentes natural y forzada
 - Respuesta total
 - Constante de tiempo
 - Análisis del circuito RC
 - Componentes natural y forzada
 - Respuesta total
 - Constante de tiempo
- Condiciones iniciales
 - Condiciones iniciales en CD
 - Condiciones iniciales en CA

- Solución de problemas propuestos del libro de texto
- Circuitos de doble energía
 - El circuito RLC
 - Dualidad de circuitos
 - Análisis del circuito RLC en conexión serie y alimentación CD
 - Respuestas natural y forzada
 - Método clásico de solución de ecuaciones diferenciales
 - Análisis del circuito RLC en conexión serie y alimentación CA
 - Respuestas natural y forzada
 - Método clásico de solución de ecuaciones diferenciales
- Análisis por medio de Laplace
 - Parámetros transformados
 - El circuito transformado
 - Solución de circuitos transformados
 - Corriente directa
 - Corriente alterna
 - Otras excitaciones
- Respuesta a otras formas de onda
 - Funciones básicas
 - Función rampa
 - Función escalón
 - Función impulso
 - Síntesis de formas de onda
 - Cualquier forma de onda periódica no senoidal
 - Formas de ondas no recurrentes
 - Transformada de Laplace de formas de onda periódicas y no periódicas
 - Solución de problemas

- Circuitos alimentados con formas de onda periódicas no senoidales
 - Circuitos alimentados con formas de onda aperiódicas
- Función de transferencia
 - Definición
- Respuesta al impulso
- Solución de problemas mediante la integral de convolución
- Análisis de estabilidad de redes activas
 - Funciones de red
 - Funciones de punto impulsor
 - Funciones de transferencia directa
 - Funciones de transferencia inversa
 - Cálculo de funciones de transferencia directa
 - Análisis de una función general de red
 - Respuesta libre en función de los polos y los ceros de una función de red
 - Definición de redes estables, estrictamente estables e inestables
 - Análisis de estabilidad de redes activas
 - Análisis de estabilidad mediante el teorema de Kurt-Hurwitz
 - Solución a problemas propuestos
- Parámetros de redes de 2 puertos
 - Definición y análisis general
 - Parámetros de impedancia a circuito abierto
 - Parámetros de admitancia en corto circuito
 - Parámetros híbridos
 - Parámetros de transmisión
- Respuesta en frecuencia, ondas periódicas no senoidales
 - La serie de Fourier
 - Coeficientes de Fourier

- Orden armónico
 - Fase
 - Componentes armónicas
- Espectros discretos de amplitud y de fase
- Distorsión armónica total
- Representación de una magnitud eléctrica por su serie de Fourier
- Valores medio y eficaz
- THDV y THDI
- Análisis de un circuito RL
 - Tensión dada
 - Hallar corrientes
- Potencia en circuitos con contenido armónico
- Factor de potencia en redes con contenido armónico
- Mejoramiento del factor de potencia en una red con contenido armónico
- Respuesta de filtros excitados con armónicas
- Componentes de secuencia cero, secuencia positiva y secuencia negativa
- Generador de armónicas en estrella
- Generador de armónicas conectado en delta
- Equivalente exponencial de la serie de Fourier
- Espectros discretos de amplitud y de fase
- La serie exponencial de una forma de onda periódica de periodo T , formada por pulsos rectangulares de ancho a , altura V_0 y relación T/a variable
- Envoltura de la respuesta en frecuencia
- Filtros eléctricos pasivos
 - Impedancia de imagen
 - Función de transferencia de imagen

- Funciones de atenuación y de fase
- Decibeles
- Pérdida de potencia por inserción
- Emparejamiento de impedancias
- Filtros eléctricos pasivos
- Filtro ideal
- Redes reactivas
- Tipos de filtros
 - Filtros pasa bajo
 - Filtro pasa alto
 - Filtros pasa banda
 - Filtros de rechazo de banda
- Respuesta en frecuencia, pulsos no recurrentes
 - Envolvente de la respuesta en frecuencia de un pulso no recurrente
 - La integral de Fourier o transformada de Fourier
 - Aplicación a redes eléctricas
 - Espectros continuos de amplitud y de fase
 - Transformadas de Fourier de formas de onda típicas
 - Ancho de banda y duración de pulso
 - Respuesta en frecuencia de filtros excitados con pulsos
 - Ancho de banda y tiempo de elevación
 - Respuesta al escalón

2.2.4.3. Electricidad y Electrónica Básica

El estudiante obtiene los conocimientos básicos de tecnología eléctrica, familiarizándolo así con el lenguaje, nomenclatura y simbología eléctrica. Se da a conocer cómo se comportan los componentes y materiales eléctricos, su

clasificación y aplicación en la vida diaria, así como en la industria de la ingeniería eléctrica y electrónica. Prerrequisito del curso: Física 2.

2.2.4.3.1. Contenido del curso

- Unidades, clasificación y propiedades de los materiales
 - Clasificación de los materiales
 - Propiedades eléctricas de los materiales
 - Materiales conductores, semiconductores y aislantes
 - Efectos eléctricos de conducción
 - Efecto inductivo y capacitivo
- Resistividad y resistencia
 - Cables y conductores eléctricos
 - Resistencias y potenciómetros
 - Potencia disipada
- Capacitores
 - Capacitores y materiales dieléctricos
 - Respuesta de frecuencia de los capacitores
 - Clases y tipos de capacitores
 - Criterios de selección
 - Régimen transitorio RC
- Inductores
 - Inductancia
 - Respuesta de frecuencia de los Inductores
 - Bobinas de núcleos de aire y férricos
 - Materiales magnéticos
 - Régimen transitorio RL
 - Transformadores Ideales
- Dispositivos semiconductores

- Materiales semiconductores
- Diodos rectificadores, Zener, Túnel, Led, Varactor, Schottky, etc.
- Transistores BJT, UJT
- Diodo Shockley
- Otros componentes semiconductores
 - Diac y Triac
 - Scr, Scs, Gto, PUT
 - Termistores
 - Varistores
 - Diodos emisores de luz
 - Transistores de efecto de campo
- Fuentes de CD y reguladores de voltaje
 - Fuentes de CD unipolares
 - Fuentes de CD bipolares
 - Reguladores de voltaje integrados
- Amplificadores operacionales
 - Amplificadores
 - Amplificadores operacionales comparadores
 - Amplificadores operacionales sumadores
- Osciladores
 - Oscilador Hartley, Collpitts, corrimiento de fase
 - Osciladores de relajación
 - Multivibradores
 - Multivibrador 555
- Filtros
 - Filtros
 - Filtros pasivos y activos
 - Filtros paso-alto y paso-bajo
 - Filtros rechaza banda

- Filtros pasa banda
- Transductores
 - Transductores de entrada
 - Transductores de salida
 - Aplicaciones de transductores

2.2.4.4. Instrumentación Eléctrica

El curso trata sobre conceptos relacionados con instrumentación, tecnología y con el aprovechamiento eficaz de la energía. Prerrequisitos del curso: Estadística 1, Circuitos Eléctricos 2.

2.2.4.4.1. Contenido del curso

- Instrumentación Industrial básica y control de procesos
 - Mediciones Industriales
 - Control de retroalimentación
 - Factores que intervienen en las mediciones
 - Conceptos
 - Calibración
 - Trazabilidad
 - Jerarquía metrológica
 - Patrones de medición
 - Masa
 - Longitud
 - Temperatura
 - Patrón eléctrico
 - Desarrollo teórico del cálculo de incertidumbre de las mediciones
 - Normas

- ISO/IEC 17025
 - ISO 10012
 - ISO 9000
 - ISO 14000
- Características de las mediciones y de los instrumentos de medición
 - Características de las mediciones
 - Error
 - Exactitud
 - Precisión
 - Repetitividad
 - Reproducibilidad
 - Incertidumbre
 - Características de los instrumentos de medición
 - Exactitud
 - Precisión
 - Repetitividad
 - Tiempo de respuesta
 - Deriva
 - Transparencia
 - Errores de los instrumentos de medición
 - Error máximo permisible
 - Formas de expresión de la precisión
 - Resultado de una medición con declaración de incertidumbre para un nivel de confianza dado
- Instrumentos indicadores electromecánicos
 - Instrumentos de bobina móvil
 - Instrumentos de hierro móvil
 - Instrumentos de electrodinámica
 - Amperímetro

- Voltímetro
- Óhmetro
- Puentes de CD
- Puentes de CA
- Mediciones de potencia activa y reactiva
 - Vatímetro
 - Vármetro
- Medición de factor de potencia
- Medición de energía
- Transformadores de medición
- Incidencia de los transformadores de medición en el error de medición
- Amplificadores operacionales
 - Diagramas de bloques de los instrumentos de medición
 - Importancia de la impedancia de entrada de los instrumentos de medición eléctricos
 - Conceptos y configuraciones básicas
 - Aplicaciones en instrumentación
- Instrumentos de medición electrónicos
 - El multímetro digital DMM
 - Patrones de tiempo y frecuencia
 - Generadores de señal y contadores electrónicos
 - El osciloscopio
 - El analizador de espectros
 - Mediciones en fibra óptica
 - El analizador de potencia industrial
 - Principios básicos de funcionamiento
 - Instrumentación virtual
 - Sistemas SCADA

- Descripción de protocolos de comunicación industriales
- Transductores y medición de magnitudes físicas no eléctricas
 - Medición de magnitudes
 - Temperatura
 - Nivel
 - Presión
 - Longitud
 - Masa
 - Volumen
 - Instrumentos
 - Métodos
 - Transductores
 - Mediciones automáticas
 - Escala internacional de temperatura
 - Calibradores de procesos
 - Analizadores de diversas magnitudes físicas
 - Características de laboratorios de metrología
 - Calibración
 - Ensayos

2.2.4.5. Teoría Electromagnética 1

Este curso crea en el estudiante la habilidad para aplicar sus conocimientos previos de matemática, física y teoría de circuitos, se enfoca en el análisis matemático del comportamiento de los campos y ondas electromagnéticas, para poder comprender y aplicar sus efectos en un medio conductor, semiconductor, aislante o el mismo espacio vacío. Cursos prerrequisito: Matemática Aplicada 1 y 5, y Física 3.

2.2.4.5.1. Contenido del curso

- Unidad 1
 - Análisis vectorial
 - Ley de fuerzas de Coulomb y campo eléctrico
 - Ley de Gauss y divergencia
 - Potencial eléctrico
 - Dipolo eléctrico
 - Gradiente del potencial eléctrico
- Unidad 2
 - Condiciones de frontera
 - Capacitancia
 - Corriente eléctrica
 - Ecuación de continuidad
 - Tiempo de relajación
 - Ecuaciones
 - Poisson
 - Laplace
 - El campo magnético y las ecuaciones de la Ley de Biot-Savart y Amper
 - Potencial magnético
 - El capacitor y la resistencia en campos eléctricos
- Unidad 3
 - Fuerzas eléctricas y magnéticas
 - Circuitos magnéticos
 - Ley de fuerzas de Lorentz
 - El principio de funcionamiento de los motores de corriente continua
 - Fuerzas e inductancias
 - La inductancia en campos magnéticos

- Las ecuaciones de Maxwell
 - Caso electrostático
 - Caso magnetostático
 - Caso en el espacio vacío
 - Caso en campos electromagnéticos variantes en el tiempo
- La ecuación de onda.

2.2.5. Área de Ciencias Básicas y Complementarias

Los cursos impartidos en esta área introducen a los estudiantes en los temas que más adelante estudiarán en las distintas áreas profesionales de la carrera, esto para que manejen los conocimientos básicos y complementarios de la ingeniería.

El análisis de esta área se enfoca en los dos cursos de computación que son específicos para Ingeniería Electrónica.

2.2.5.1. Introducción a la Programación de Computadoras

El curso provee al estudiante los conocimientos básicos para desarrollar aplicaciones estructuradas en el lenguaje C++ y aplicaciones orientadas a objetos en Java. El contenido del curso se enfoca en: estructura de un programa, variables, funciones, operadores, sentencias, declaración de variables, constantes, cadenas de caracteres, vectores y matrices, estructuras, punteros, conversión de tipos de datos, archivos y manipulación de puerto serial y paralelo. Curso prerrequisito: Matemática Básica 1 y 17 créditos.

2.2.5.1.1. Contenido del curso

- Estructura de un programa
 - Definición de variables
 - Tipos de variables
 - Toma de decisiones
 - Operadores de igualdad
 - Operadores relacionales
- Estructuras de control
 - La estructura de selección *If*
 - Estructura de selección *If / Else*
 - Estructura *Switch*
- Control de programa
 - Repetición controlada por contador
 - Repetición controlada por condición
 - Estructura de repetición *For*
 - Estructura de repetición *While*
 - Estructura de repetición *Do-While*
- Caracteres y cadenas
 - Fundamentos de cadenas y caracteres
 - Biblioteca de manejo de caracteres
 - Funciones de conversión de cadenas
 - Funciones de estándar de entradas / salidas
 - Funciones de manipulación de cadenas
- Funciones
 - Introducción
 - Prototipo de funciones
 - Archivos de cabecera
 - Cómo llamar funciones

- Llamada por valor
 - Llamada por referencia
- Arreglos y Matrices
 - Introducción
 - Declaración de arreglos
 - Cambio de arreglo a función
 - Ordenamiento de arreglos
 - Definición de matriz
 - Operaciones con matrices
- Estructuras
 - Definición de estructuras
 - Inicialización de estructuras
 - Acceso a miembros de estructuras
 - Utilización de estructuras con funciones
- Procesamiento de archivos
 - Definición de archivos de texto y binarios
 - Creación de archivos
 - Diferentes formas de abrir un archivo (r,w,a.)
 - Operaciones entre archivos y estructuras
 - Escribir datos a un archivo
 - Leer datos desde un archivo
- Manipulación de puerto paralelo y serial
 - Escritura de datos al puerto paralelo
 - Lectura de datos desde el puerto paralelo
- Introducción a la programación orientada a objetos (JAVA)
 - Definición de clases
 - Herencia y polimorfismo

2.2.5.2. Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Electrónica

El curso provee al estudiante los conocimientos básicos para desarrollar aplicaciones en lenguajes de programación estructurados y orientados a objetos que le permiten gestionar dispositivos electrónicos conectados directamente a unos de los puertos de comunicación del computador y con dispositivos conectados remotamente en una red TCP/IP. Asimismo se introduce al alumno en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Prerrequisito del curso: Introducción a la Programación de Computadoras 1.

2.2.5.2.1. Contenido del curso

- Introducción a los puertos de I / O
 - Puerto serial
 - Puerto paralelo
 - Tipos de puerto paralelo
 - Puerto USB
- Introducción a Visual Basic
 - Programación orientada a eventos
 - Entorno de programación en Visual Basic
 - Variables
 - Operadores
 - Sentencias de control
 - Funciones
 - Procedimientos
 - Eventos
 - Propiedades y controles
 - Menús

- Gráficos de control
- Introducción a librería io.dll
 - Desarrollo de módulo en Visual Basic para el manejo de puertos del computador usando la librería io.dll
- Introducción a PERL bajo sistema operativo LINUX
 - Variables
 - Operadores
 - Sentencias de control
 - Arreglos
 - Funciones
 - Introducción al uso de módulos en PERL
 - Introducción al módulo TELNET y módulo SSH
 - Desarrollo de aplicación en PERL para gestionar dispositivos electrónicos conectados de forma remota en una red TCP/IP
- Introducción a JAVA
 - Programación orientada a objetos
 - Sintaxis en JAVA
 - Aplicaciones autónomas
 - *Applets*
 - *Servlets*
 - Aplicaciones con ventanas
 - Entorno de funcionamiento en dispositivos móviles
 - Desarrollo de aplicación para ejecutar en un dispositivo móvil
- Introducción a programación del PIC
 - Programadores
 - Emuladores

2.3. Posicionamiento de la Universidad de San Carlos respecto de las universidades de cada país de Iberoamérica

Establecer el posicionamiento de las diferentes universidades requiere hacer uso de un patrón para poder hacer las respectivas comparaciones, el cual se especifica a continuación.

2.3.1. Comparación de las universidades iberoamericanas y la USAC

Para la comparación de las universidades de Iberoamérica se utilizó como referencia el "Ranking Mundial de Universidades en la Web" realizado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el cual se encuentra entre las primeras organizaciones de investigación básica de Europa. De cada uno de los países se muestra aquella universidad con el mejor puesto.

2.3.1.1. Criterios de comparación

Las líneas específicas de investigación que se utilizan para la comparación, incluyen entre otras:

- Desarrollo de indicadores Web aplicados a los escenarios de I+D+I español, europeo, iberoamericano y mundial.
- Estudios cuantitativos sobre la comunicación científica a través de revistas electrónicas y depósitos de documentos y el impacto de iniciativas del tipo Open Access.

- Desarrollo de indicadores sobre contenidos en la Sociedad de la Información.
- Visualización de indicadores y redes sociales en la Web con interfaces gráficos amigables, dinámicos e interactivos.
- Diseño y evaluación de técnicas de análisis documental de recursos Web.
- Estudios de género aplicados a la actividad académica en la Web.
- Desarrollo de técnicas de cibermetría aplicada basada en el posicionamiento en motores de búsqueda de sedes Web.
- Análisis de consumo de información mediante minería de datos Web de ficheros log.

2.3.2. *Ranking* de universidades a nivel iberoamericano

Mostrados los criterios utilizados para establecer la posición de cada universidad, se presenta la siguiente tabla con esta información.

Tabla II. Posicionamiento de las mejores universidades iberoamericanas a nivel mundial

| No. | País | Nombre de la universidad | Posición mundial |
|------------|-------------|---|-------------------------|
| 1 | Brasil | Universidade de São Paulo | 51 |
| 2 | México | Universidad Nacional Autónoma de México | 66 |
| 3 | España | Universidad Complutense de Madrid | 110 |
| 4 | Portugal | Universidade do Minho | 151 |

Continuación de la tabla II.

| | | | |
|----|----------------------|---|-------|
| 5 | Chile | Universidad de Chile | 296 |
| 6 | Argentina | Universidad de Buenos Aires | 389 |
| 7 | Colombia | Universidad Nacional de Colombia | 426 |
| 8 | Costa Rica | Universidad de Costa Rica | 492 |
| 9 | Puerto Rico | Universidad de Puerto Rico Mayagüez | 547 |
| 10 | Perú | Universidad Nacional Mayor de San Marcos | 643 |
| 11 | Venezuela | Universidad de los Andes Mérida | 681 |
| 12 | Ecuador | Escuela Superior Politécnica del Litoral | 996 |
| 13 | Uruguay | Universidad de la República | 1,484 |
| 14 | Guatemala | Universidad de San Carlos de Guatemala | 1,540 |
| 15 | Cuba | Universidad de la Habana | 1,739 |
| 16 | Paraguay | Universidad Nacional de Asunción | 2,079 |
| 17 | Nicaragua | Universidad Nacional Agraria | 2,301 |
| 18 | Bolivia | Universidad Mayor de San Simón | 2,491 |
| 19 | El Salvador | Universidad Centroamericana José Simeón Cañas | 2,748 |
| 20 | Honduras | Escuela Agrícola Panamericana Zamorano | 3,310 |
| 21 | República Dominicana | Instituto Tecnológico de Santo Domingo | 3,431 |
| 22 | Panamá | Universidad de Panamá | 5,021 |
| 23 | Andorra | Universidad d'Andorra | 7,943 |

Fuente: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Guatemala se ubica en el décimo cuarto puesto a nivel iberoamericano y la Universidad de San Carlos se posiciona en el lugar 1,540 de las 12,000 instituciones tomadas en cuenta a nivel mundial. En esta instancia se pretende mostrar únicamente el posicionamiento de la USAC, sin tomar en cuenta si las demás universidades imparten la carrera de Ingeniería Electrónica.

2.3.3. Universidades seleccionadas

Para realizar la comparación de las redes curriculares es esencial contar con los programas de los cursos, los cuales contienen los temas a ser vistos en cada uno. Debido a que no todas las universidades publican sus programas de cursos y otras que no imparten la carrera de Ingeniería Electrónica, fue necesario encontrar aquellas que cumplieran con ambos aspectos. Finalmente se toma en cuenta que las universidades seleccionadas tengan un posicionamiento diferente entre sí, para que de esta manera se tengan comparaciones con calificaciones que son más similares a las de la USAC y a la vez con otras que se encuentran mejor, ahora se ve la tabla con las universidades que cumplen con ambos requisitos.

Tabla III. **Universidades seleccionadas**

| No. | País | Nombre de la universidad | Posición mundial |
|-----|-----------|--|------------------|
| 1 | México | Universidad Nacional Autónoma de México | 66 |
| 2 | España | Universidad del País Vasco | 269 |
| 3 | Argentina | Universidad de Buenos Aires | 389 |
| 4 | Perú | Pontificia Universidad Católica del Perú | 870 |
| 5 | Venezuela | Universidad Simón Bolívar | 947 |
| 6 | Colombia | Universidad Industrial de Santander | 1474 |
| 7 | Guatemala | Universidad San Carlos de Guatemala | 1540 |

Fuente: elaboración propia.

3. COMPARACIÓN, ANÁLISIS Y PROPUESTA DE CONTENIDOS ACADÉMICOS

3.1. Comparación de los cursos de la red curricular de la Universidad de San Carlos de Guatemala con la de las universidades iberoamericanas

Previo a mostrar los resultados de las comparaciones de los contenidos académicos de los cursos, se realiza la descripción de las características que poseen los planes de estudio de las universidades tomadas en cuenta y que son utilizadas para la comparación entre ellas.

En general, todas las redes curriculares, no importando a qué carrera o universidad pertenezcan, poseen características que permiten establecer la forma en que estas están conformadas, pero de un plan a otro varía la presentación y asignación para cada una de estas características. Las características utilizadas para la comparación de los planes de estudio son:

- Denominación de la carrera: todas las universidades imparten la carrera de Ingeniería Electrónica, algunas de las universidades además imparten la carrera y la combinan con otras disciplinas que son afines a la misma, pero que siempre se pueden tomar en cuenta para el análisis.
- Ciclo académico: es el tiempo que utilizan las universidades para la impartir la totalidad de los contenidos de los cursos, siendo el semestre el ciclo más común entre ellas. También se toma en cuenta la cantidad que existe de estos en toda la carrera.

- Años de duración de la carrera: esta característica permite visualizar rápidamente la duración total de la carrera.
- Horas al finalizar la carrera: permite establecer la cantidad de horas mínimas acumuladas al culminar la carrera, ya que toma en cuenta únicamente las horas de los cursos obligatorios. Estas incluyen las horas de clases teóricas así como el tiempo de las horas prácticas o de laboratorio, la suma de ambos se multiplica por la cantidad de semanas por ciclo académico que cada universidad utiliza.

$$\text{H.F.C} = (\text{Horas teóricas} + \text{horas de laboratorio}) \times \text{semanas por ciclo académico}$$

- Cursos: se muestran para determinar la cantidad total de cursos durante toda la carrera, se presentan únicamente los cursos que son obligatorios para poder obtener el título de la carrera.

A continuación se resume la información de las características de las redes curriculares de las universidades en la siguiente tabla.

Tabla IV. **Características de las redes curriculares**

| Universidad | Nombre de la carrera | Ciclo académico | Cursos | No. de ciclos académicos | Duración de la carrera (años) | Horas al final de la carrera |
|-------------|----------------------------------|-----------------|--------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| USAC | Ingeniería Electrónica | Semestre | 55 | 10 | 5 | 3187 |
| UBA | Ingeniería Electrónica | Cuatrimestre | 44 | 12 | 6 | 4304 |
| UNAM | Ingeniería Eléctrica Electrónica | Semestre | 48 | 9 | 4.5 | 3464 |

Continuación de la tabla IV.

| | | | | | | |
|------|--|--------------|----|----|---|------------------|
| UIS | Ingeniería Electrónica | Semestre | 52 | 10 | 5 | 3315 |
| PUCP | Ingeniería Electrónica | Semestre | 58 | 10 | 5 | No existen datos |
| UPV | Ingeniería Electrónica Industrial y Automática | Cuatrimestre | 31 | 8 | 4 | 2040 |
| USB | Ingeniería Electrónica | Trimestre | 62 | 15 | 5 | 2408 |

Fuente: elaboración propia.

El plan actual de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) fue aprobado en el 2008; establece que se debe de cumplir con un mínimo de 250 créditos al finalizar la carrera.

La Universidad de Buenos Aires (UBA) tiene vigente hoy en día para la carrera de Ingeniería Electrónica el plan elaborado en el 2009; establece que de sus 12 ciclos académicos, los primeros dos son catalogados como ciclo básico común y los restantes como ciclo de grado. Se utiliza el sistema de obtención de créditos por cada curso aprobado. La carrera tiene la característica de que aunque todos los egresados obtengan el mismo título, estos poseen diferente profundización en una o varias áreas de la carrera, según lo deseen los estudiantes. Es la carrera que más años requiere para la obtención del título profesional.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) tiene vigente para la carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica el plan elaborado en el 2008, el cual consta de nueve semestres que se completan en cuatro años y medio.

Cuenta de igual manera con el sistema de obtención de créditos y profundizando más en las áreas de la carrera que los estudiantes deseen, al igual que en la UBA.

La Universidad Industrial de Santander (UIS) para la carrera de Ingeniería Electrónica, tiene vigente su plan aprobado en el 2005, que cuenta con diez semestres y la asignación de créditos por cursos aprobados. La carrera tiene cursos electivos que también tienen carácter obligatorio, es decir que la carrera obliga a que el estudiante se asigne cursos pero son los estudiantes quienes deciden qué curso tomar; es el mismo caso de la UNAM y la UBA. En la UIS todos los cursos electivos se encuentran clasificados como “Electivos” y no se tiene una gran variedad de cursos relacionados con la Ingeniería Electrónica.

La Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), no da a conocer el año en que aprobó su actual pensum, sin embargo se establece que la carrera de Ingeniería Electrónica consta de diez semestres y con la obligación de obtener un mínimo de créditos aprobados. En los cursos electivos se tiene el mismo caso que en la UIS; además es la única universidad que imparte la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones.

En el caso de la Universidad Simón Bolívar (USB), la carrera de Ingeniería Electrónica tiene vigente el plan aprobado en el 2005, el cual establece que la carrera cuenta con 15 trimestres. La carrera otorga el título de Ingeniero Electrónico, permitiendo a los estudiantes profundizar en una o más áreas de la carrera, tal como es el caso de la UNAM y la UBA.

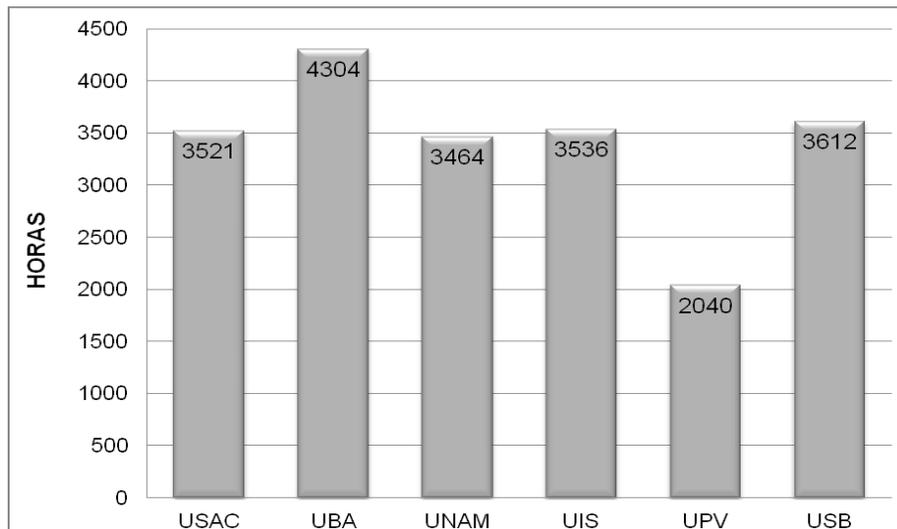
La única universidad europea tomada en cuenta es la Universidad del País Vasco (UPV), la cual imparte la carrera de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

La carrera se completa en 4 años; estos se subdividen en cuatrimestres pero no se establece claramente la cantidad que existe de estos.

Para poder determinar la cantidad de horas al finalizar la carrera, que es lo muestra la última columna de la tabla IV, se toma un promedio de 16 semanas para la USAC y la UIS y de igual manera la UNAM ya establece el mismo tiempo para su ciclo académico.

La USB establece un total de 12 semanas para su ciclo académico, Para el caso de la Universidad de Buenos Aires no se establece qué actividades conforman su tiempo total, sólo se provee la equivalencia de horas por cada crédito y la universidad vasca ya establece el total de horas en cada curso. En la gráfica siguiente se observa mejor la diferencia en el total de horas al final de la carrera.

Figura 4. **Horas totales al finalizar la carrera**



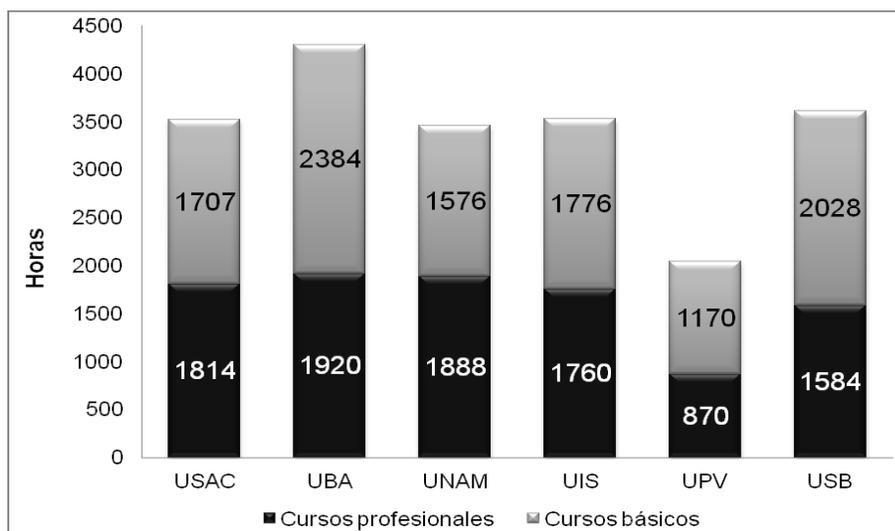
Fuente: elaboración propia.

La universidad con el menor número de horas es la del País Vasco, así como también es la que cuenta con la menor cantidad de cursos. La Universidad Simón Bolívar tiene la mayor cantidad de curso y ciclos académicos, hay cursos que equiparados con los cursos de la demás universidades, se necesitan en algunas ocasiones dos de ellos para cubrir el mismo contenido que uno de las otras universidades.

La cantidad de horas que se tienen al final de la carrera es importante, pues una mayor cantidad de estas significa una mayor preparación en los estudiantes.

Se ha mostrado la cantidad total de horas al final de la carrera, se presenta ahora la distribución que pertenece a los cursos básicos y profesionales.

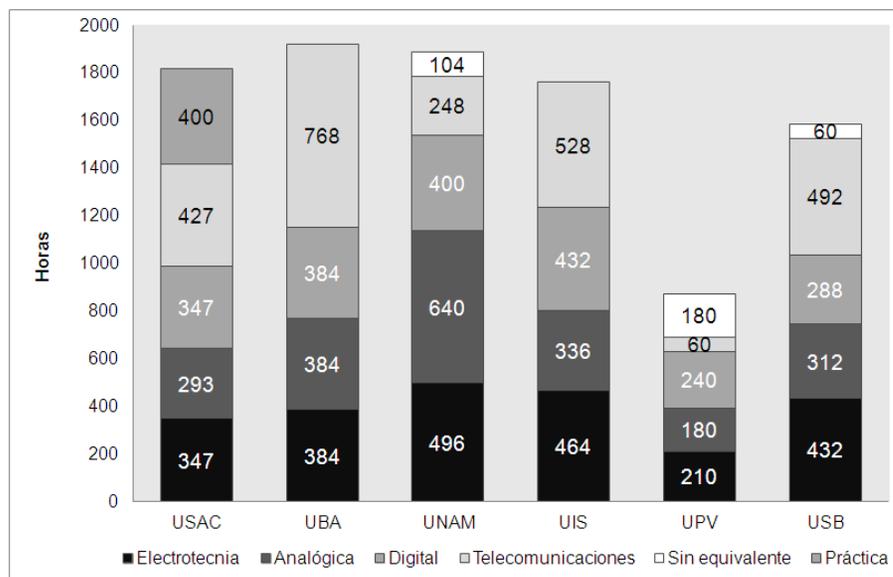
Figura 5. **Distribución de horas de las áreas básica y profesional**



Fuente: elaboración propia.

Sólo para la USAC se suman las 400 horas de la práctica final en los cursos profesionales, ya que es donde se ponen a prueba muchos de los conocimientos de todas las áreas de la carrera. No existe información de las horas de práctica para la PUCP y la USB, únicas que cuentan con un equivalente para este curso. La distribución de horas para cada una de las áreas profesionales se presenta en la siguiente gráfica.

Figura 6. **Distribución de las horas profesionales**



Fuente: elaboración propia.

Sin tomar en cuenta la universidad vasca y argentina, las demás universidades presentan una cantidad similar de horas al finalizar la carrera, pero se muestra mayor diferencia en la cantidad de horas que le dedican a cada una de las áreas mostradas y por lo tanto al total que corresponde al área profesional; sólo la UNAM y la USAC dedican más del 50 por ciento del total de horas a impartir sus cursos profesionales. Ahora se presenta de forma porcentual, las horas de los cursos profesionales.

Tabla V. **Distribución de horas para las áreas profesionales**

| | USAC | | UBA | | UNAM | | UIS | | UPV | | USB | |
|-------------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|
| | Hr | % | Hr | % | Hr | % | Hr | % | Hr | % | Hr | % |
| Área básica | 1707 | 48,00 | 2384 | 55,00 | 1576 | 45,00 | 1776 | 50,00 | 1170 | 57,00 | 2028 | 56,00 |
| Electrotecnia | 347 | 9,85 | 384 | 8,92 | 496 | 14,32 | 464 | 13,12 | 210 | 10,29 | 432 | 11,96 |
| Analógica | 293 | 8,33 | 384 | 8,92 | 640 | 18,48 | 336 | 9,50 | 180 | 8,82 | 312 | 8,64 |
| Digital | 347 | 9,85 | 384 | 8,92 | 400 | 11,55 | 432 | 12,22 | 240 | 11,76 | 288 | 7,97 |
| Telecomunicaciones | 427 | 12,13 | 768 | 17,84 | 248 | 7,16 | 528 | 14,93 | 60 | 2,94 | 492 | 13,62 |
| Sin equivalente | | | | | 104 | 3,00 | | | 180 | 8,82 | 60 | 1,66 |
| Práctica Final | 400 | 11,36 | | | | | | | | | | |
| Total área profesional | 1814 | 52 | 1920 | 45 | 1888 | 55 | 1760 | 50 | 870 | 43 | 1584 | 44 |

Fuente: elaboración propia.

Para la mayoría de las universidades se observa que el área de Telecomunicaciones posee la mayor distribución de horas, mientras que no se observa un área que reciba una menor cantidad de tiempo y que sea característico en la mayoría de universidades.

La figura 5 muestra que la USAC llega a nivelarse con las otras universidades debido a las horas que se tienen de práctica final, pero si este tiempo es omitido, el resultado es que se tiene una menor cantidad de tiempo para impartir los cursos del área profesional. Al ser comparados los tiempos de las áreas de la USAC con el de las áreas equivalentes de las otras universidades, casi siempre estos son superados, exceptuando pocos casos en que es superior.

Siempre sin tomar en cuenta las 400 horas, el tiempo de las horas profesionales baja a 1414 y el total a 3121 horas, lo que representa 45 por ciento del total.

En términos absolutos esto se traduce a que en promedio la USAC tiene 374 horas menos que las otras universidades, exceptuando la vasca que tiene menos horas. El tiempo que las universidades dedican a impartir los cursos básicos tiende a ser más similar en todas; este tiempo ronda entre el 50 y el 55 por ciento del total del tiempo.

En la tabla III se observa que aunque se tenga una mayor cantidad de ciclos académicos no se tiene una mayor cantidad de horas al finalizar la carrera, aun cuando esto se da en la universidad argentina, no se toma así; pues se reitera que no se especifica qué actividades conforman el tiempo de cada curso. La universidad seleccionada de Perú es la única que no muestra la cantidad de horas que se le asigna a sus cursos.

En el caso de las universidades donde se ha establecido que son los estudiantes quienes deciden en qué áreas de la carrera desean profundizar su conocimiento, se les exige un mínimo de cursos o créditos para poder avanzar al siguiente ciclo académico, no importando el o las áreas seleccionadas.

Como ya se ha visto, todas las universidades poseen una cantidad de cursos diferente; a pesar de esto se observa que en aquellas que utilizan semestres asignan una cantidad de cursos similar, tanto respecto de cada ciclo académico como si se compararan entre ellos. Esto no se logra observar en las que utilizan cuatrimestres, pues ni siquiera tienen la misma cantidad de ciclos académicos, y para la Universidad Simón Bolívar no existe otra con cual compararla. Para establecer la cantidad de cursos que cada universidad asigna por cada ciclo académico se muestra la siguiente tabla. Así como su representación gráfica para facilitar su visualización.

Tabla VI. **Distribución para universidades que utilizan semestres**

| Semestre | USAC | | UNAM | | UIS | | PUCP | |
|--------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | Cursos | % | Cursos | % | Cursos | % | Cursos | % |
| 1 | 6 | 10,91 | 5 | 10,42 | 7 | 13,46 | 6 | 10,34 |
| 2 | 6 | 10,91 | 5 | 10,42 | 5 | 9,62 | 5 | 8,62 |
| 3 | 6 | 10,91 | 5 | 10,42 | 5 | 9,62 | 6 | 10,34 |
| 4 | 5 | 9,09 | 6 | 12,50 | 5 | 9,62 | 5 | 8,62 |
| 5 | 5 | 9,09 | 5 | 10,42 | 5 | 9,62 | 5 | 8,62 |
| 6 | 5 | 9,09 | 5 | 10,42 | 5 | 9,62 | 5 | 8,62 |
| 7 | 5 | 9,09 | 5 | 10,42 | 5 | 9,62 | 6 | 10,34 |
| 8 | 5 | 9,09 | 6 | 12,50 | 5 | 9,62 | 6 | 10,34 |
| 9 | 7 | 12,73 | 6 | 12,50 | 5 | 9,62 | 7 | 12,07 |
| 10 | 5 | 9,09 | - | - | 5 | 9,62 | 7 | 12,07 |
| Total | 55 | 100 | 48 | 100 | 52 | 100 | 58 | 100 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Distribución para universidades que utilizan cuatrimestres**

| Cuatrimestre | UBA | | UPV | |
|--------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | Cursos | % | Cursos | % |
| 1 | 3 | 6,81 | 3 | 9,68 |
| 2 | 3 | 6,81 | 4 | 12,90 |
| 3 | 4 | 9,10 | 5 | 16,13 |
| 4 | 4 | 9,10 | 4 | 12,90 |
| 5 | 4 | 9,10 | 5 | 16,13 |
| 6 | 4 | 9,10 | 5 | 16,13 |
| 7 | 4 | 9,10 | 4 | 12,90 |
| 8 | 4 | 9,10 | 1 | 3,23 |
| 9 | 5 | 11,36 | - | - |
| 10 | 3 | 6,81 | - | - |
| 11 | 4 | 9,10 | - | - |
| 12 | 2 | 4,54 | - | - |
| Total | 44 | 100 | 31 | 100 |

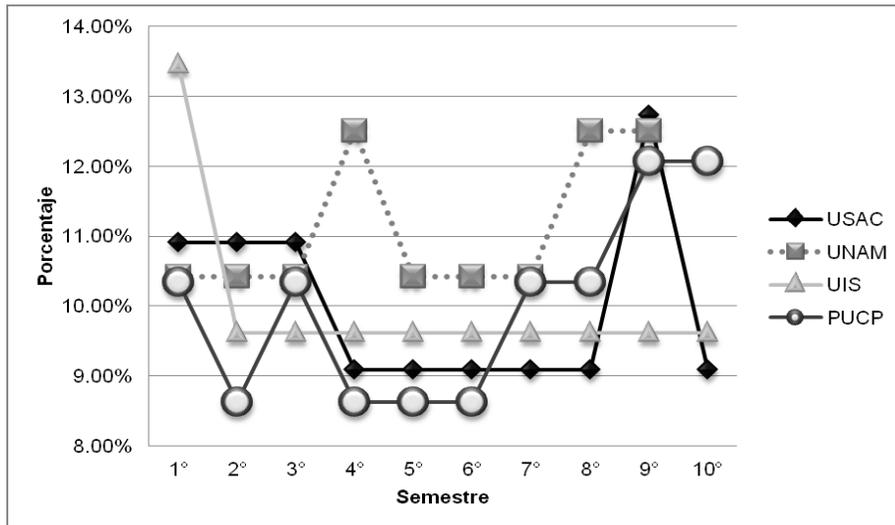
Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Distribución para la Universidad Simón Bolívar**

| Trimestre | USB | |
|--------------|-----------|------------|
| | Cursos | % |
| 1 | 4 | 6,45 |
| 2 | 5 | 8,06 |
| 3 | 5 | 8,06 |
| 4 | 4 | 6,45 |
| 5 | 5 | 8,06 |
| 6 | 4 | 6,45 |
| 7 | 4 | 6,45 |
| 8 | 5 | 8,06 |
| 9 | 4 | 6,45 |
| 10 | 3 | 4,83 |
| 11 | 3 | 4,83 |
| 12 | 3 | 4,83 |
| 13 | 4 | 6,45 |
| 14 | 5 | 8,06 |
| 15 | 4 | 6,45 |
| Total | 62 | 100 |

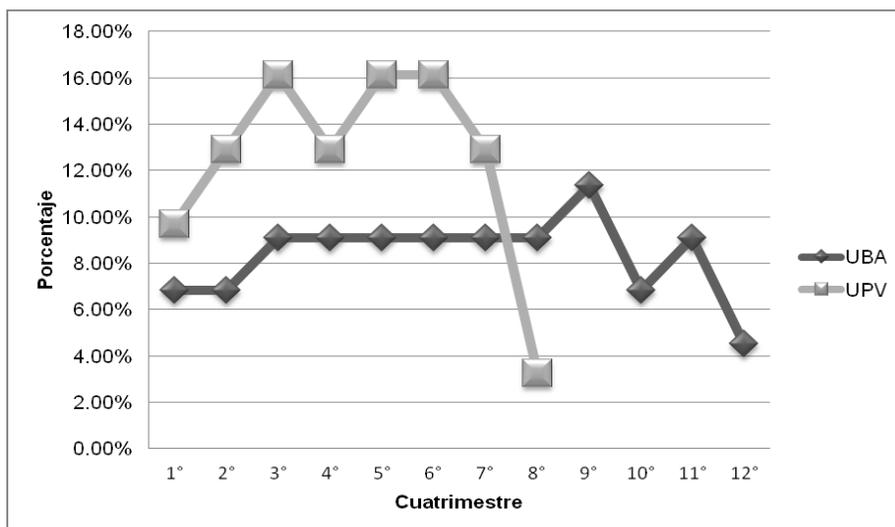
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Distribución de universidades por semestre



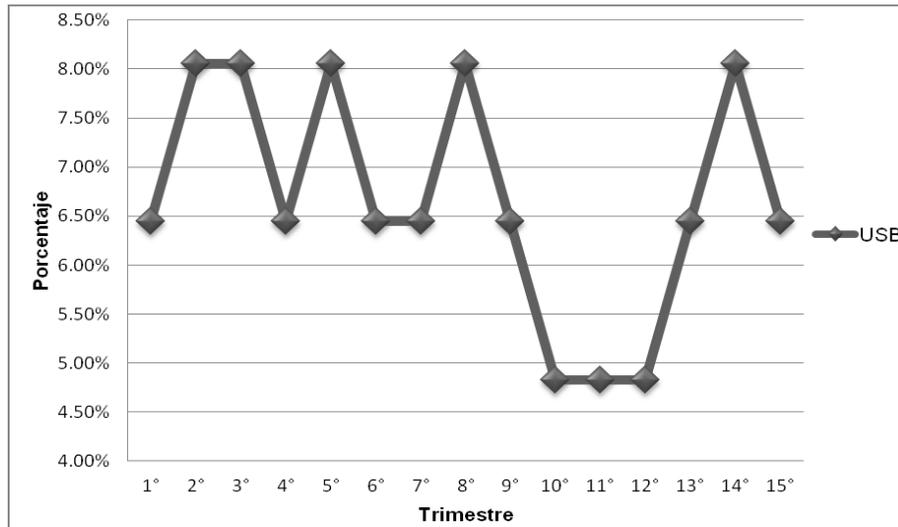
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Distribución de universidades por cuatrimestre



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Distribución de la Universidad Simón Bolívar**



Fuente: elaboración propia.

Para las universidades que utilizan semestres la asignación de los cursos se encuentra entre 8 y 14 por ciento para cada uno, lo que significa entre 5 y 7 cursos por semestre. Las universidades con ciclos académicos más cortos asignan entre tres y cinco cursos por cada uno.

Todas las universidades comienzan sus carreras impartiendo cursos que proporcionan conocimientos básicos que serán la base para el entendimiento de temas más avanzados y que serán más específicos según cada carrera; de igual manera, se dan cursos relacionados con otros temas, tales como las humanidades o ciencias sociales y el aprendizaje del idioma inglés.

A continuación se muestra la cantidad de cursos que son básicos para cada una de las universidades; el resto son los cursos profesionales que más adelante se estudian con mayor detalle.

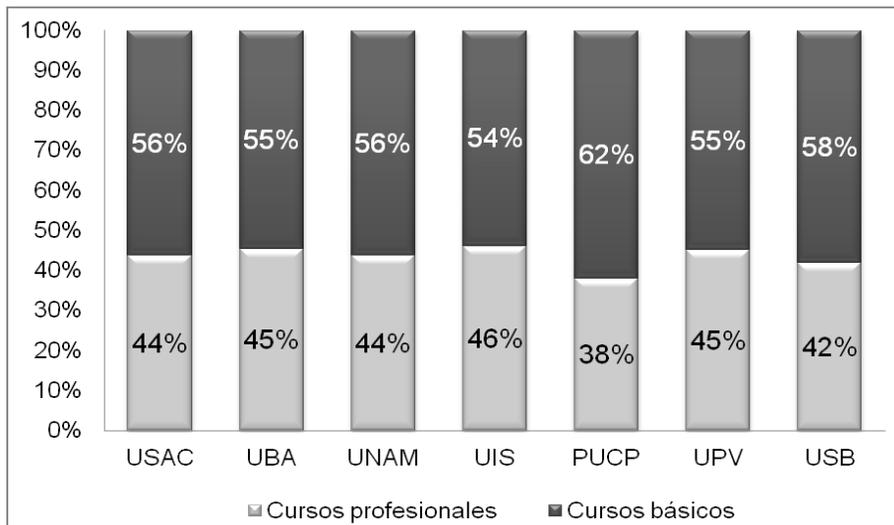
Tabla IX. **Análisis de los cursos básicos**

| Universidad | Cursos básicos | Duración (años) | % de básicos | % de profesionales |
|-------------|----------------|-----------------|--------------|--------------------|
| USAC | 31 | 2 | 56,36 | 43,64 |
| UBA | 24 | 1.5 | 54,55 | 45,45 |
| UNAM | 27 | 2 | 56,25 | 43,75 |
| UIS | 28 | 2 | 53,85 | 46,15 |
| PUCP | 36 | 2 | 62,07 | 37,93 |
| UPV | 17 | 1 | 54,84 | 45,16 |
| USB | 36 | 2 | 58,06 | 41,94 |

Fuente: elaboración propia.

Ahora se presenta gráficamente la proporción de los cursos básicos y profesionales para cada universidad.

Figura 10. **Proporción de los cursos básicos y profesionales**



Fuente: elaboración propia.

Se observa que los cursos básicos tienen una gran importancia para la formación de los estudiantes en cada universidad, para todas ellas representan más del cincuenta por ciento de la carrera y el resto comprende los cursos profesionales; esto tomando en cuenta únicamente los cursos obligatorios e incluyendo a los cursos de Electrotecnia como parte de los cursos profesionales. En la tabla anterior también se observa que estos cursos son impartidos durante los primeros dos años de la carrera.

En la tabla V se muestra que la mayoría de las universidades dedican más del 50 por ciento de las horas de toda la carrera a impartir los temas de los cursos básicos, esto tiene coherencia con la información de la tabla IX, que muestra que los cursos básicos también representan más del 50 por ciento de todos los cursos, lo que muestra proporcionalidad en el tiempo que se dedica a cada curso. Esta situación es diferente para la universidad de México pues aunque sus cursos básicos son más del 50 por ciento, el tiempo que se dedica a ellos es menos de la mitad de horas totales de la carrera.

Anteriormente se explica que la USAC se nivela en sus horas profesionales con las demás universidades debido a que en ellas se incluyen las horas de práctica final y, al analizar cada área, se ve de mejor manera la realidad de cómo se distribuyen estas horas.

La diferencia que existe entre la USAC y las demás universidades es que se asigna una cantidad menor de horas al estudio de cada curso de cada área profesional, aun cuando se tienen proporciones similares en casi todas las universidades, en términos absolutos se distingue esa baja para los cursos profesionales. Esta situación no se da en los cursos básicos, donde tanto proporciones como valores absolutos son similares en todas las universidades.

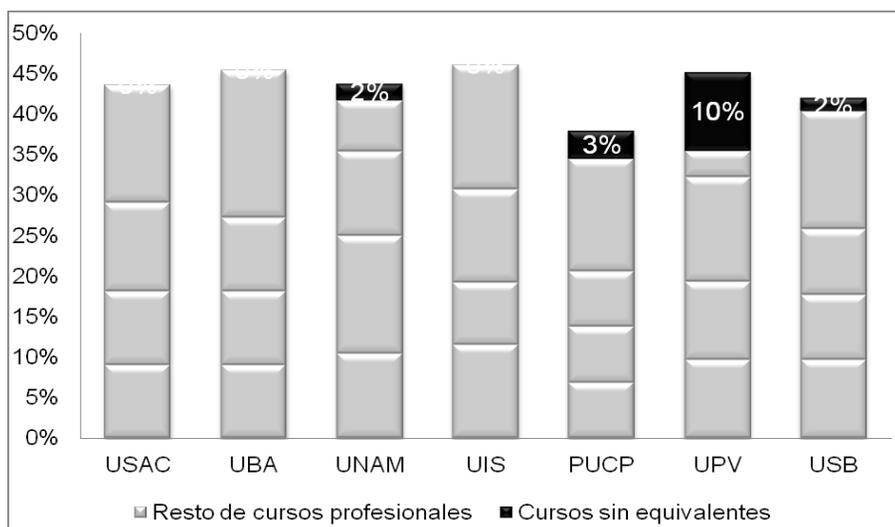
Se concluye que existen cursos que son diferentes y no se encuentran en el pensum de las demás, algunos por pertenecer a otras áreas de carreras combinadas con otras disciplinas, en este caso la UNAM y la UPV, o bien porque el contenido de esos cursos reúne muchos temas de diferentes cursos, lo cual hace difícil determinar un área en dónde clasificarlos. En general estos no representan un gran porcentaje dentro de los cursos profesionales. Se presenta ahora la cantidad de los cursos y su proporción.

Tabla X. **Cantidad de cursos sin equivalentes dentro de la USAC**

| Cursos | UNAM | PUCP | UPV | USB |
|----------------------------|------|------|-----|-----|
| Otros cursos profesionales | 1 | 2 | 4 | 1 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Proporción de cursos sin equivalente dentro de la USAC**



Fuente: elaboración propia.

Para el caso de la Universidad del País Vasco, se encuentra que esos cuatro cursos representan prácticamente un diez por ciento de sus cursos profesionales, que es la misma proporción que tienen sus áreas Analógica y de Electrotecnia, las cuales se ven más adelante. Esos cursos están más relacionados con Ingeniería Eléctrica y otros a administración, los cuales no se consideran en la propuesta para implementarse dentro de los cursos de Ingeniería Electrónica.

Por último, las únicas universidades que dan la opción a los estudiantes de realizar práctica profesional en lugar de un trabajo de fin de grado, son las universidades de San Carlos, Buenos Aires y Simón Bolívar.

1.3.1. Metodología de comparación de los cursos

La manera en que se hace la comparación de la información de los cursos es observando el nombre de cada tema que se encuentran en los programas de los cursos de la Universidad de San Carlos, así como también se hace con los programas de las otras universidades y entonces se determina si ambos nombres hacen referencia al mismo tema, ya que como es natural no coincidirán siempre con exactamente las mismas palabras. Los resultados de la comparación de los contenidos se presentan en la siguiente sección.

Para la comparación de los cursos también se analiza lo siguiente:

- Cursos equivalentes y su cantidad: para cada una de las áreas de la carrera se establecen los cursos de las otras universidades que son equivalentes con los de la USAC; también se colocan aquellos que se consideran que no tienen un equivalente y por último se determina el total

de cursos por cada área. Se presenta la proporción que los cursos representan del total de cursos profesionales, para cada área.

- **Iniciación de las áreas profesionales:** se presentan para establecer en qué ciclo académico de la carrera pueden los estudiantes optar a estos cursos, el o los cursos con que da inicio cada área y los requisitos de estos para poder cursarlos.

3.1.2. Comparación y análisis del área de Telecomunicaciones

Todas las universidades poseen en esencia los mismos contenidos en los diferentes cursos; en general se tiene gran homogeneidad entre todas las universidades, todo esto se presenta a continuación.

3.1.2.1. Resultados de la comparación

Es el área de la carrera que cuenta con el mayor número de cursos, además de que es una de las últimas áreas en ser cursada en la USAC, a pesar de esto se encuentra que en la mayoría de universidades algunos temas del curso Comunicaciones 4, que pertenece al último semestre, son dados ya desde muy temprano, como en México que se da desde el cuarto semestre y en el quinto semestre en Colombia.

Los temas que se imparten en esos cursos y que pertenecen a Comunicaciones 4, son los relacionados a señales y sistemas; incluso se encuentra que esas universidades nombran dichos cursos precisamente con ese mismo nombre.

En el caso de la USAC ya se ha identificado ese desfase que hace que los alumnos estudien estos temas hasta el último semestre, por lo que dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se está planteando que exista un curso que contenga los temas de señales y sistemas y que se deba cursar más tempranamente.

Como se observa en la tabla XI, la mayoría de universidades inicia con el curso de Señales y Sistemas, y se puede establecer que requieren hasta el equivalente del curso de Circuitos Eléctricos I, por lo que si se implementa este mismo curso en la USAC, podría situarse en el sexto semestre de la carrera, basado en lo que realizan las otras universidades.

En el caso de la UNAM sólo se requiere llegar hasta el cuarto semestre y se da el caso contrario a las otras universidades porque este curso es el predecesor para el equivalente de Circuitos Eléctricos 1. La PUCP, para la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, sí posee el curso de Señales y Sistemas.

En este caso la USAC requiere de mayores conocimientos, pues el curso con que da inicio es más avanzado que el de Señales y Sistemas de las otras universidades.

La cantidad de cursos equivalentes para esta área se muestran en la siguiente tabla.

Tabla XI. **Características del área de Telecomunicaciones**

| | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|---|--|---|--------------------------------|---|---|-------------------------|---|
| Ciclo académico de inicio | 7 | 6 | 4 | 5 | 7 | 6 | 9 |
| Curso con que se inicia | *Com 1 | Señales y Sistemas | Análisis de Señales y Sistemas | Tratamiento de Señales | *Com 1 | *Com 1 | Señales y Sistemas |
| Cursos prerequisite | Circuitos Eléctricos 2 **Teoría Electro.1 Electrónica 1 Análisis Probabilístico | Estadística 1 Circuitos Eléctricos 1 | No tiene | Circuitos Eléctricos 1 Matemática Intermedia 3 | Circuitos Eléctricos 2 Análisis Probabilístico | No se tiene información | Estadística 1 Matemática Aplicada 1 (Circuitos Eléctricos I ya se ha aprobado hasta este ciclo) |
| *Com = Comunicaciones **Teoría Electro = Teoría Electromagnética | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Cantidad de cursos del área de Telecomunicaciones para cada universidad**

| Cursos | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|--|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| Señales y Sistemas | | 1 | 1 | 1 | | | 1 |
| Comunicaciones | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 |
| Teoría Electromagnética 2 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 |
| Proyecto de Computación Aplicados a Ingeniería Electrónica | 1 | | | | | | |
| Telecomunicaciones y Redes Locales | 1 | 2 | | 2 | 2 | | 2 |
| Radiocomunicaciones Terrestres | 1 | 1 | | | | | 2 |
| Planificación de Redes de Telecomunicaciones | | | | | 1 | | |
| Temas de Ingeniería de las Telecomunicaciones | | | | | 1 | | |
| Total de cursos | 8 | 8 | 3 | 8 | 8 | 2 | 9 |

Fuente: elaboración propia.

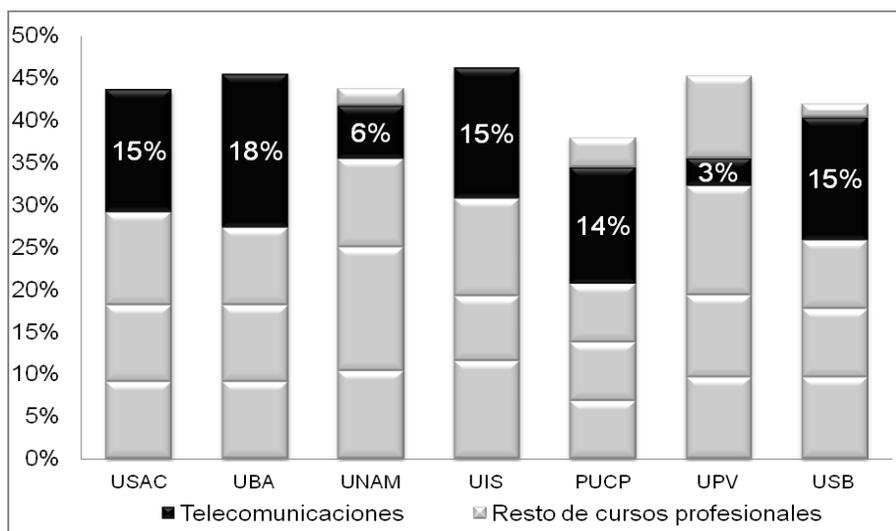
La tabla XII muestra que para el caso del curso Proyectos de Computación Aplicados a Ingeniería Electrónica, no se encontró ningún curso en ninguna universidad que reuniera tantos temas del mismo, para considerarlos como equivalentes, pero varios de los temas sí se encuentran en los cursos de las otras universidades.

La UNAM y la UPV aparecen con un número bajo de cursos para esta área, esto es debido a que son las dos universidades en donde la carrera de Ingeniería Electrónica está mezclada con otra carrera y no profundizan tanto en esta área. La UNAM permite a los estudiantes aumentar en un curso más para esta área.

En casi todas las universidades predominan los cursos de comunicaciones sobre los otros cursos de la misma área. Los cursos que no tienen un equivalente con los de la USAC se toman en cuenta para la realización de propuesta de implementación de nuevos contenidos académicos.

Para cada universidad se muestra el porcentaje que representa esta área del total del porcentaje de cursos profesionales, en la mayoría de universidades representa el área con más cursos, esto se ve en la siguiente gráfica.

Figura 12. Proporción de los cursos de Telecomunicaciones



Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Comparación y análisis del área Digital

El área Digital, juntamente con Telecomunicaciones, es una de las últimas áreas cursadas en la carrera, cuenta con un total de seis cursos y para todas las universidades predominan los cursos de electrónica, que en su conjunto

pretenden que los estudiantes lleguen a aprender todo lo relacionado a microprocesadores y microcontroladores.

3.1.3.1. Resultados de comparación

Comparada la USAC con las otras universidades se encuentra que poseen una cantidad similar de cursos para esta área, tal como se ve en la siguiente tabla.

Tabla XIII. **Cantidad de cursos del área Digital para cada universidad**

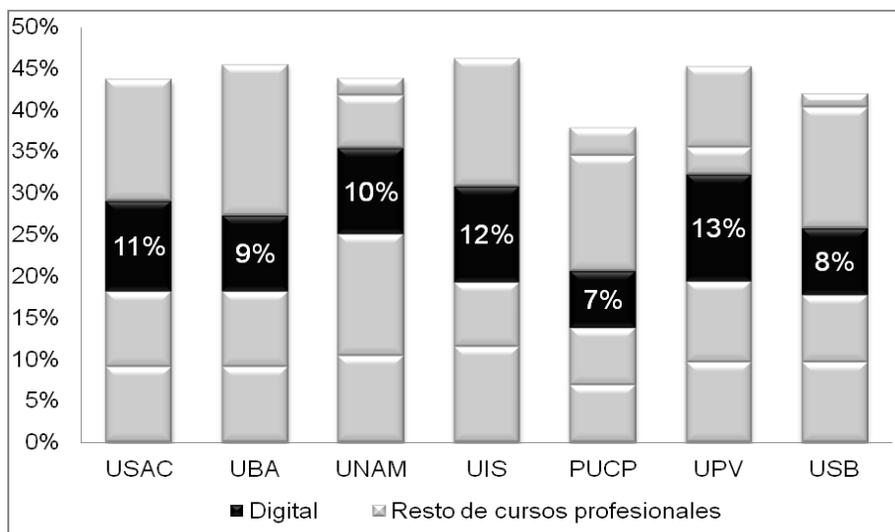
| Cursos | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|---|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| Electrónica | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 |
| Electrónica Aplicada | 2 | | | | | | |
| Robótica | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 2 |
| Sistemas Embebidos | | | | 1 | | 1 | |
| Ampliación de la Informática Industrial | | | | | | 1 | |
| Total de cursos | 6 | 4 | 5 | 6 | 4 | 7 | 5 |

Fuente: elaboración propia.

Los cursos Electrónica Aplicada 1 y 2 no tienen equivalentes con cursos de las otras universidades, esto porque no existen cursos que reúnan suficientes temas para considerarlos como equivalentes a los mismos, pero sí se encuentran muchos de esos temas distribuidos en los otros cursos. La universidad con mayor número de cursos para esta área es la Universidad del País Vasco.

Se tiene un par de cursos que no tienen equivalentes con los impartidos dentro de la USAC. Uno de ellos es el curso de Sistemas Embebidos, en el cual, algunos de sus temas son vistos en pequeño tiempo dentro de la práctica de laboratorio de otro curso. Los sistemas embebidos son dispositivos electrónicos que son parte de otro más grande y su fin es el de realizar tareas específicas. La proporción de los cursos del área Digital respecto del total de cursos profesionales se muestra en la siguiente gráfica.

Figura 13. **Proporción de los cursos del área Digital**



Fuente: elaboración propia.

En esta área se observa que todas las universidades dan inicio a esta área con el mismo curso, pero siempre se encuentra diferencia con los requisitos necesarios. La USAC requiere que sus estudiantes tengan aprobado el primer curso del área Analógica, mientras que en las otras universidades se encuentra que cuando mucho requieren un curso del área de Electrotecnia, pero es más común que exijan cursos básicos.

Tabla XIV. **Características del área Digital**

| | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------|--|
| Ciclo académico de inicio | 7 | 4 | 7 | 7 | 4 | 5 | 7 |
| Curso con que da inicio | Electrónica 3 | Electrónica 3 | Electrónica 3 | Electrónica 3 | Electrónica 3 | Electrónica 3 | Electrónica 3 |
| Prerrequisitos | Electrónica 1 | Ciclo básico | Electricidad y Electrónica Básica | Electricidad y Electrónica Básica | Número de créditos | No se tiene información | Introducción a la programación de Computadoras 1 Física 3 |

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Comparación y análisis del área Analógica

La cantidad de cursos que se tiene para esta área son cinco, donde también predominan los cursos de electrónica, pero a diferencia de los del área Digital, aquí se pretende que los estudiantes tengan los conocimientos comenzando desde los dispositivos semiconductores hasta los convertidores de señales, para realizar el análisis y diseño de circuitos con los mismos.

3.1.4.1. Resultados de la comparación

La mayoría de temas que se incluyen dentro de los programas de las otras universidades, también se encuentran en la USAC. La tabla XV muestra la predominancia que se da de los cursos de electrónica y también la distribución para los otros cursos del área.

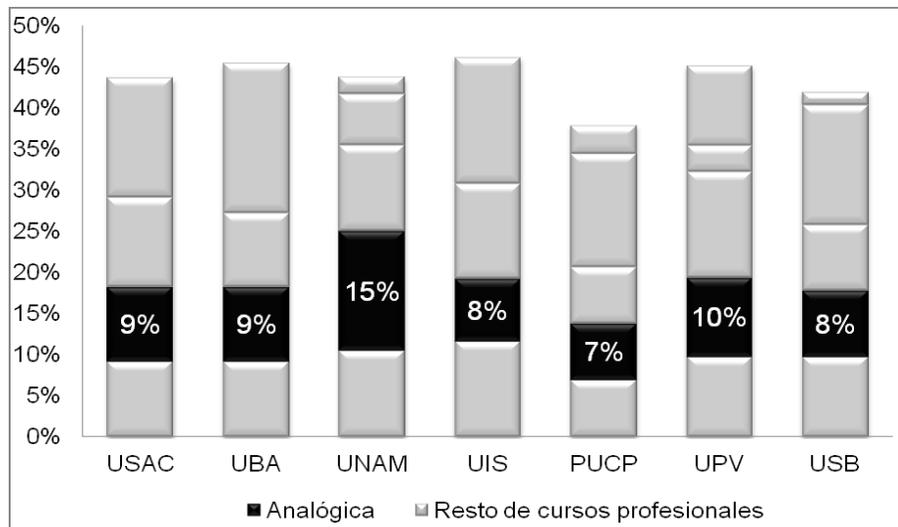
Tabla XV. Cantidad de cursos del área Analógica para cada universidad

| Cursos | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Electrónica | 3 | 2 | 5 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| Sistemas de Control | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | | 2 |
| Instalación de Equipos Electrónicos | 1 | | | | | | |
| Total de cursos | 5 | 4 | 7 | 4 | 4 | 3 | 5 |

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior muestra que en este caso la USAC posee un curso que no se encuentra en las otras universidades, esto en cuanto a que los cursos de las otras carreras no reúnen una cantidad suficiente de temas para considerarlos como equivalentes, pero sí se encuentran distribuidos en los otros cursos del área. La UNAM es la universidad con mayor cantidad de cursos en esta área, la proporción que representan estos cursos del total de cursos profesionales se muestra a continuación.

Figura 14. **Proporción de los cursos del área Analógica**



Fuente: elaboración propia.

Comparando el curso con que dan inicio a esta área en todas las universidades, se encuentra que en la mayoría se inicia con el curso equivalente a Electrónica 1.

Tabla XVI. **Características del área Analógica**

| | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|---------------------------|---|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|--|
| Ciclo académico de inicio | 6 | 6 | 5 | 7 | 5 | 5 | 11 |
| Curso con que da inicio | Electrónica 1 | Electrónica 1 | Sistemas de Control | Electrónica 1 | Electrónica 1 | Electrónica 1 | Sistemas de Control |
| Cursos prerequisite | Circuitos Eléctricos 2 Electricidad y Electrónica Básica | Electricidad y Electrónica Básica | No tiene | Electricidad y Electrónica Básica | Circuitos Eléctricos 1 | No existe información | Señales y Sistemas Circuitos Eléctricos 2 |

Fuente: elaboración propia.

El requerimiento de conocimientos previos es también similar en todas. Dos universidades inician el área con el equivalente al curso de Sistemas de Control, el cual es inmediatamente posterior a Electrónica 1; aunque esas universidades sólo requieren de cursos del área básica como requisitos.

3.1.5. Comparación y análisis del área de Electrotecnia

El área de Electrotecnia está conformada por cursos que dentro de la carrera de Ingeniería Electrónica se encuentran dentro del área de Ciencias Básicas y Complementarias; se clasifican aparte en este documento, pues de esta manera se facilita la agrupación de los temas pertinentes a esta área, dejando así los temas relacionados con computación aparte.

3.1.5.1. Resultados de la comparación

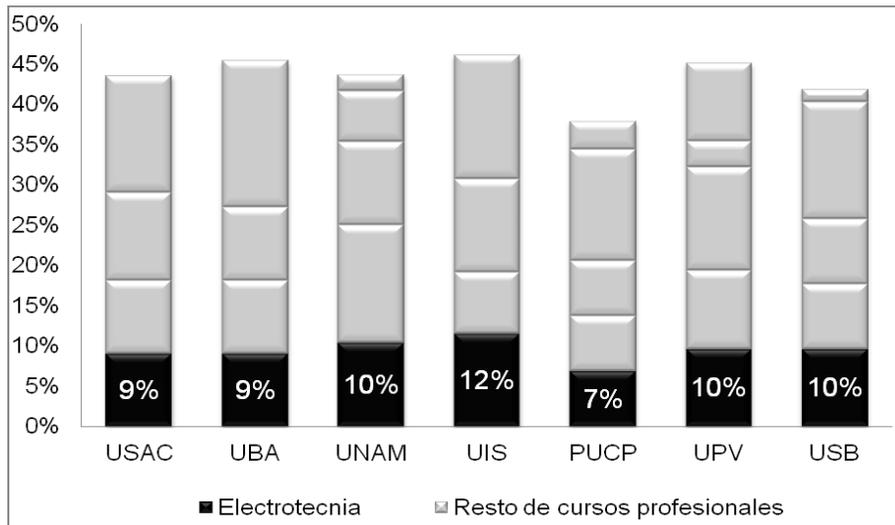
Al comparar todas las universidades se encuentra que es la UIS la que cuenta con el mayor número de cursos en esta área; ahora se presenta la distribución de los cursos y la proporción que representan para cada entidad.

Tabla XVII. **Cantidad de cursos del área de Electrotecnia para cada universidad**

| Cursos | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|-----------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| Circuitos Eléctricos | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Electricidad y Electrónica Básica | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Teoría Electromagnética 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 1 |
| Instrumentación Eléctrica | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Total | 5 | 4 | 5 | 6 | 4 | 3 | 6 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Proporción de los cursos del área de Electrotecnia



Fuente: elaboración propia.

Nuevamente se encuentra que no existen cursos de las otras universidades que se consideren equivalentes para algún cursos de la USAC; en este caso, se tiene que no existen equivalentes para el curso Instalación de Equipos Electrónicos, pero sí se encuentran temas del mismo en otros cursos de las otras universidades.

Todas las universidades empiezan esta área impartiendo el curso que equivale a Circuitos Eléctricos 1 y otras también imparten para el mismo ciclo académico, el curso de Electricidad y Electrónica Básica.

Tabla XVIII. Características del área de Electrotecnia

| | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|---|--|---|------------------------|---|------------------------|---|-------------------------|
| Ciclo académico de inicio | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| Curso con que da inicio | Circuitos Eléctricos 1 Electricidad y Electrónica Básica Matemática Intermedia 2 | Circuitos Eléctricos 1 Electricidad y Electrónica Básica | Circuitos Eléctricos 1 | Circuitos Eléctricos 1 *Teoría Electro 1 | Circuitos Eléctricos 1 | Circuitos Eléctricos 1 Electricidad y Electrónica Básica | Circuitos Eléctricos 1 |
| Cursos prerrequisito | Matemática Intermedia 3 Física 2 | Práctica Primaria Física 2 | No tiene | Matemática Intermedia 1 Física 2 | Física 2 | No existe información | Matemática Intermedia 1 |
| *Teoría Electro = Teoría Electromagnética | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Para los prerrequisitos se tiene que la mayoría de las universidades exige que se tenga aprobado el curso que equivale al de Física 2.

3.1.6. Comparación y análisis del área de Ciencias Básicas y Complementarias

El área de Ciencias Básicas y Complementarias es la que cuenta con el mayor número de cursos que cualquier otra área; como se vio anteriormente, estos cursos conforman más del cincuenta por ciento de toda la carrera en cualquiera de las universidades, siendo la base necesaria para el entendimiento de los cursos profesionales. Es la única de las áreas que se extiende durante toda la carrera, desde el primer semestre hasta el décimo.

3.1.6.1. Resultados de la comparación

Los temas que se encuentran dentro de los cursos del área básica son muy variados, aunque siempre existen cursos que mantienen relación entre sus temas y por lo tanto fungen como prerrequisito y en otras ocasiones como postrequisito, tales son los casos de los cursos de matemática, física y electrotecnia, ya que poseen una cantidad grande de cursos es posible ver esta relación, de igual manera también permiten acceder a cursos relacionados pero que son considerados como otras ramas, en este caso se tiene que matemática permite acceder a cursos de estadística.

Otros cursos no están relacionados pero sirven como complemento a los conocimientos de los estudiantes, aquí se tiene a los cursos de Humanidades, dibujo e idioma inglés.

Dentro de esta área también se encuentran los cursos relacionados con computación; para el caso de las disciplinas que se encuentran bajo la administración de la EIME, estos son cursos específicos y no se encuentran en otras carreras, debido a esto es que son los únicos de esta área que se estudian en este documento. Los cursos de electrotecnia ya se ha explicado porque no se tratan en este apartado.

A diferencia de cualquier otra área, en esta existen cursos con carácter optativo, mientras que en cualquiera de las áreas profesionales se observa que todos sus cursos son obligatorios.

Las carreras de la EIME son las únicas dentro de la Facultad de Ingeniería que no cuentan con cursos opcionales en las áreas profesionales que pertenezcan exclusivamente a una de ellas; es decir, sí existen cursos opcionales pero siempre pertenecen a otra carrera. De esta manera, los estudiantes no tienen la opción de profundizar más sus conocimientos dentro de alguna de las áreas profesionales y que sean específicos de su carrera.

Para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería los cursos del área básica se dan dentro de los primero dos años, siendo también prácticamente los mismos cursos, y ya en años posteriores se imparten cursos diferentes que son más específicos para cada carrera.

Las características que se dan de esta área también se repiten para las otras universidades, contando con cursos similares que imparten los mismo temas y que además se cursan en aproximadamente dos años.

Los cursos con los que se inicia la carrera son: Matemática Básica 1, Química General 1, Técnica Complementaria 1, Social Humanística 1, Orientación y Liderazgo, Idioma Técnico 1 y Deportes 1. Desde el año 2008 el curso Orientación y Liderazgo es obligatorio para los estudiantes de cualquier carrera y los cursos Idioma Técnico y Deportes 1, son opcionales. La carrera de Ingeniería Química junto con las licenciaturas en Matemática y Física cambian el curso de Química General 1 por el de Química 3 y las licenciaturas sustituyen algunos de los cursos anteriores por otros más específicos de sus carreras.

La proporción de los cursos básicos ya ha sido presentada, por lo que ahora se describe la distribución que existe de los diferentes cursos básicos que se imparten en las universidades seleccionadas, previo a esto se muestra la tabla que indica la cantidad de cursos que existe de cada uno; en la columna de la USAC se muestran los obligatorios sobre el total de cada curso.

Tabla XIX. Cantidad de cursos del área de Ciencias Básicas y Complementarias para cada universidad

| Cursos | USAC | UNAM | UBA | UIS | PUCP | UPV | USB |
|---|-------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| Matemática | 7/10 | 6 | 8 | 6 | 6 | 2 | 7 |
| Física | 5/5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | 5 |
| Mecánica Analítica | | | | | | 1 | |
| Mecánica de Fluidos | | | | | 1 | 1 | |
| Termofluidos | | | | 1 | 1 | 1 | |
| Ciencia de los Materiales | | | | | | 1 | |
| Química | 1/2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | |
| Programación | 2/2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Estadística | 1/2 | | | | 1 | 1 | 1 |
| Análisis Probabilístico | 1/1 | | | | | | |
| Probabilidad y Estadística | | 1 | 1 | 1 | | | |
| Investigación de Operaciones | -- /1 | 1 | | | | | |
| Métodos Matemáticos de Física 1 | -- /1 | | 1 | | | | |
| Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental | -- /1 | | | | | | |

Continuación de la tabla XIX.

| | | | | | | | |
|--|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Orientación y Liderazgo | 1/1 | | | | | | |
| Gestión de Desastres | -- /1 | | | | | | |
| Técnicas de Estudio y de Investigación | 1/1 | | | 1 | 1 | | 3 |
| Seminario de Investigación | 1/1 | 1 | | 2 | 3 | 1 | 3 |
| Preparación y Evaluación de Proyectos | -- /2 | 1 | 1 | | | 1 | 2 |
| Ingeniería Económica | -- /1 | | | 1 | 1 | | |
| Ingeniería de la Producción | | | | | | 1 | |
| Teoría Económica | | 1 | 1 | | | | |
| Administración de Empresas | -- /2 | | | 2 | 1 | 1 | |
| Electivas | | | | | 5 | | |
| Energía de Impacto Ambiental | | | 1 | | | 1 | |
| Filosofía de la Ciencia | 1/1 | 1 | | | 1 | | |
| Ecología | | 1 | | | | | |
| Psicología Industrial | -- /1 | | | | | | |
| Contabilidad | -- /1 | | | | | | |
| Legislación | -- /2 | 1 | | | | | |
| Biología para Ingenieros | | | | 1 | | | |
| Ética Profesional | -- /1 | | 1 | 1 | 1 | | |
| Principios de Metrología | -- /1 | | | | | | |
| Recursos y Necesidades de México | | | 1 | | | | |
| Acústica y Óptica | | | 1 | | | | |
| Máquinas Eléctricas | -- /1 | | 1 | 1 | 1 | | |
| Conversión de Energía Electromecánica | -- /1 | | | | | | |
| Líneas de Transmisión | -- /1 | | | | | | |
| Automatización Industrial | -- /1 | | | | | | |
| Administración de Personal | -- /1 | | | | | | |
| Prácticas (primarias, intermedia y final) | 3/3 | 1 | | | 4 | 1 | 1 |
| Cursos de Social Humanística | 2/2 | 1 | 2 | 1 | | | 9 |
| Cursos de Idioma Técnico (Inglés) | 4/4 | | | 2 | 1 | | 3 |
| Técnica Complementaria (Dibujo Técnico y Mecánico) | 1/3 | 1 | | 1 | 1 | 1 | |
| Curso de Deportes | -- /2 | | | 1 | | | |
| Total de cursos | 31/60 | 24 | 27 | 28 | 36 | 17 | 36 |

Fuente: elaboración propia.

Del total de los 60 cursos que tiene la USAC, 31 son obligatorios, siempre que los cursos de inglés se tomen en la Facultad; además, son los únicos tomados en cuenta para realizar el análisis de proporción de los diferentes cursos dentro de esta área; lo mismo aplica para las otras universidades. En promedio se tiene que se imparten 29 cursos en esta área, la universidad que más se encuentra alejada de esto es la UPV, teniendo únicamente 17.

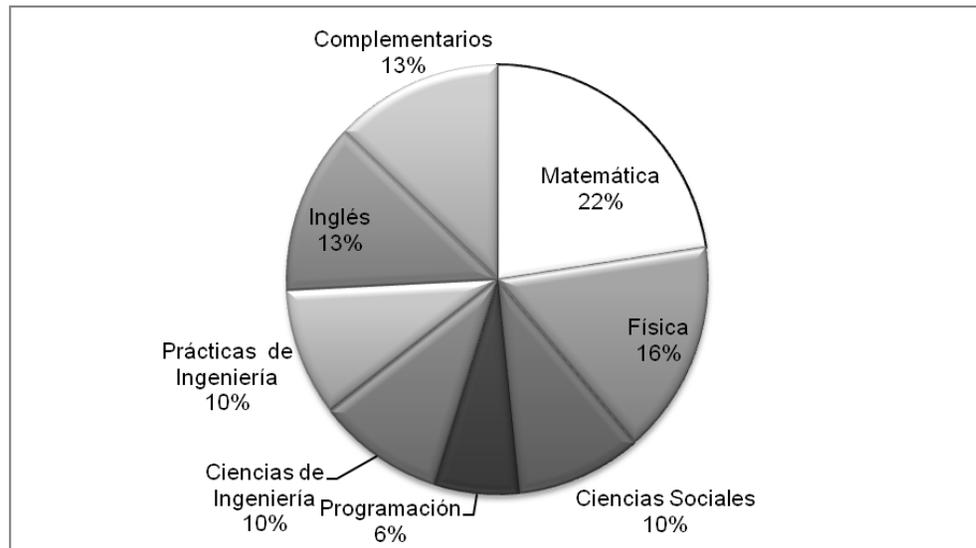
Ya que se tiene una gran cantidad de cursos se, presenta ahora una tabla resumiendo estos datos así como su representación gráfica.

Tabla XX. **Proporción de las áreas dentro de los cursos básicos**

| Área | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Matemática | 22% | 25% | 29% | 21% | 17% | 10% | 19% |
| Física | 16% | 17% | 15% | 14% | 8% | 5% | 14% |
| Ciencias Sociales | 10% | 8% | 15% | 7% | 5% | | 25% |
| Programación | 6% | 4% | 11% | 4% | 5% | 5% | 5% |
| Ciencias de Ingeniería | 10% | 17% | 15% | 11% | 14% | 30% | 3% |
| Prácticas de Ingeniería | 10% | 4% | | | 11% | 5% | 3% |
| Inglés | 13% | | | 7% | 3% | 5% | 8% |
| Complementarios | 13% | 12% | 4% | 21% | 28% | 25% | 17% |
| Administración | | 13% | 7% | 11% | 6% | 10% | 6% |
| Potencia | | | 4% | 4% | 3% | | |
| Producción | | | | | | 5% | |
| Total | 100% |

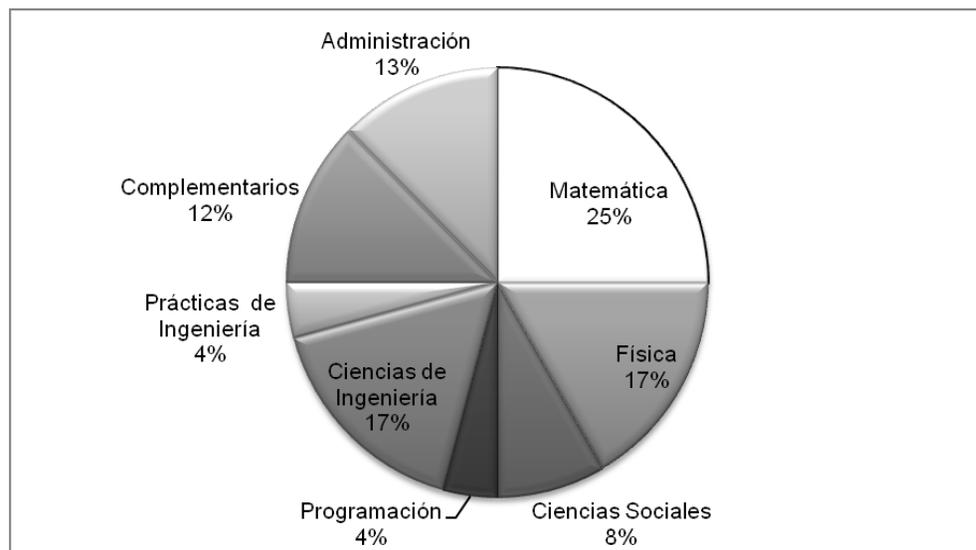
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Distribución de los cursos básicos de la USAC**



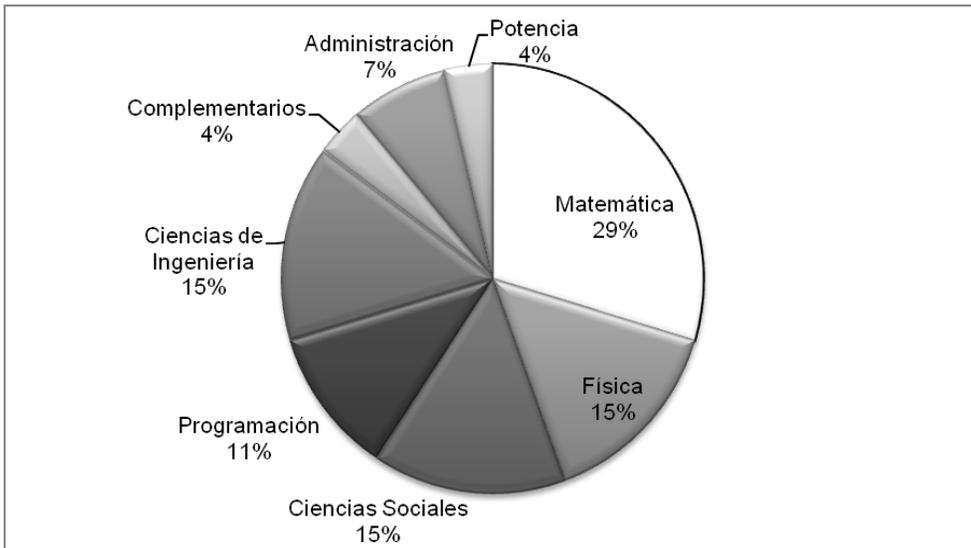
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Distribución de los cursos básicos de la UBA**



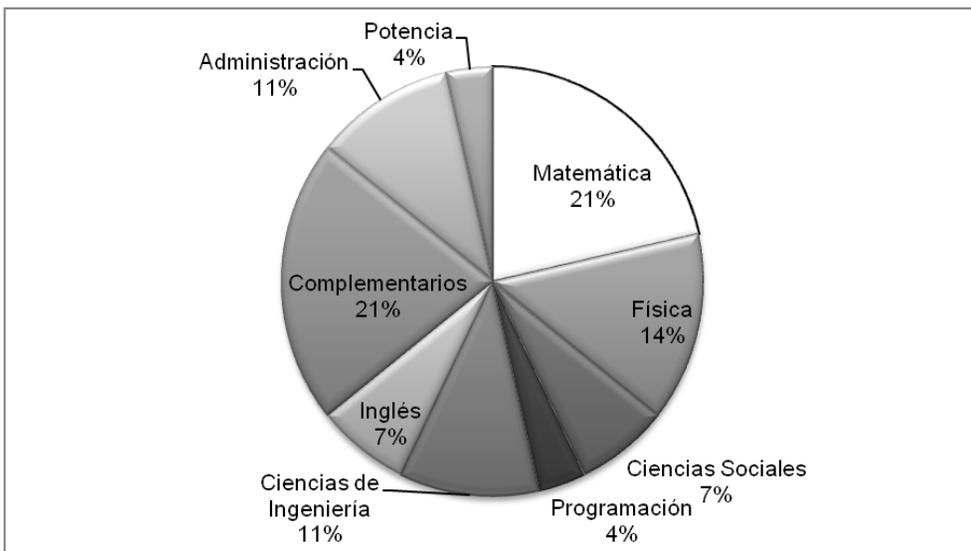
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Distribución de los cursos básicos de la UNAM**



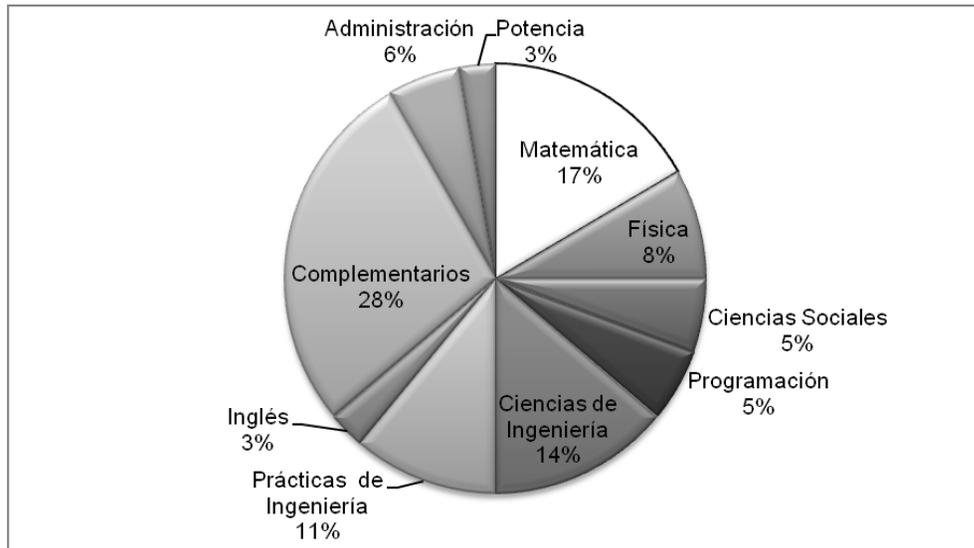
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Distribución de los cursos básicos de la UIS**



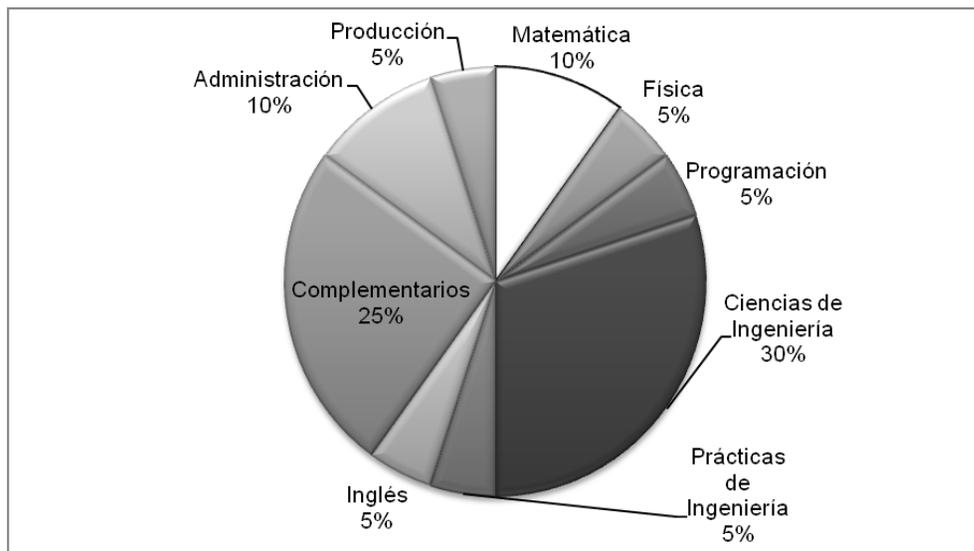
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Distribución de los cursos básicos de la PUCP**



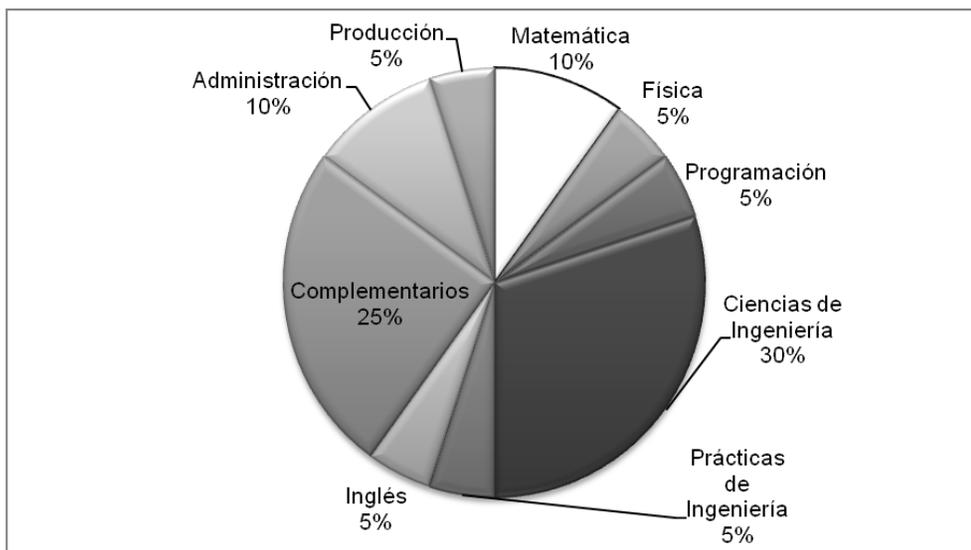
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Distribución de los cursos de la UPV**



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Distribución de los cursos de la USB**



Fuente: elaboración propia.

El área clasificada con el nombre de Ciencias de Ingeniería incluye cursos relacionados con química, estadística, mecánica analítica y de fluidos y en general son cursos que utilizan los conocimientos de matemática y física. Dentro de los denominados complementarios están los cursos que se relacionan con humanidades o ciencias sociales y que tampoco utilizan los conocimientos de matemática y física, tal como Técnicas de Estudio u Orientación y Liderazgo.

El área más grande para casi todas las universidades es la de matemática, sólo para la universidad española no lo es, teniendo únicamente dos cursos; mientras que en las otras universidades se tienen al menos seis cursos. Los cursos de física son otra de las áreas predominantes en la formación básica para esta disciplina; en promedio se deben tomar cuatro

cursos para esta área, de nuevo se tiene que sólo la universidad vasca tiene un número menor de cursos que las otras universidades.

La Universidad Simón Bolívar es la única universidad que cuenta con una cantidad mayor de cursos relacionados con Humanidades y la Universidad del País Vasco es la única que no imparte cursos de este tipo. Casi todas las universidades se decantan por la impartición del idioma inglés a nivel básico o bien exigen acreditar el conocimiento del mismo, la UPV permite a sus estudiantes el aprendizaje de la lengua vasca, pero como curso opcional.

La carrera de Ingeniería Electrónica está relacionada en algunos aspectos con la carrera de Ingeniería Eléctrica, compartiendo cursos en común tales como los del área de Electrotecnia; pero también existen otros cursos de otras áreas de esa carrera que también pueden ser compatibles con Ingeniería Electrónica, es por eso que se encuentra en algunas universidades un porcentaje de cursos relacionados con el área de Potencia, que no aparece dentro del de la USAC por ser cursos opcionales.

El área de Administración es dada por todas las universidades excepto la USAC, siempre debido a que no es obligatorio para esta, pero sí se tiene la opción de tomar los cursos en las otras universidades; esta área se relaciona con Ingeniería Económica y con Evaluación de Proyectos, cursos estrechamente relacionados; en general se imparten dos cursos para esta área. El área de producción se encuentra sólo en la universidad vasca.

Siguiendo con el análisis de los cursos escogidos en cada área, para esta se presenta ahora más detalladamente el de los cursos de computación, ya que se encuentran bajo la coordinación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

Tabla XXI. **Detalle de la cantidad de cursos de computación**

| Cursos | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|---|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| Introducción a la Programación de Computadoras | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica | 1 | 1 | 1 | | | | 1 |
| Algoritmos y Estructuras | | | 1 | | | | |
| Total | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |

Fuente: elaboración propia.

Todas las universidades cuentan con al menos un curso de computación, siendo la UNAM la que cuenta con la mayor cantidad de cursos. Todas las universidades inician el área con el curso equivalente a Introducción a la Programación de Computadoras.

Tabla XXII. **Características de los cursos de computación**

| | USAC | UBA | UNAM | UIS | PUCP | UPV | USB |
|---|------------------------------------|----------------|----------|----------|----------|-----------------------|----------|
| Ciclo académico de inicio | 2 | 5 | 2 | 3 | 1 | 1 | 6 |
| Curso con que da inicio | *1 | *1 | *1 | *1 | *1 | *1 | *1 |
| Cursos prerrequisito | Matemática Básica 1 17 Créditos | Cursos básicos | No tiene | No tiene | No tiene | No existe información | No tiene |
| *1 = Introducción a la Programación de Computadoras | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

3.2. Propuesta de contenidos académicos a implementarse

Para cada área de la carrera se realiza una propuesta con aquellos temas de los programas de las universidades iberoamericanas que no se encuentran dentro de los programas de la Universidad de San Carlos.

Para cada curso se realizó la comparación con los equivalentes de las otras universidades; los temas considerados como diferentes y no impartidos dentro de la USAC, se analizaron para estudiarse y determinar si en realidad se encuentran fuera de los programas académicos.

Existen temas de algunos cursos que a pesar de que no se encuentran dentro de los programas de la USAC, no se toman en cuenta debido a que estos temas aunque pueden tener alguna relación con la Ingeniería Electrónica, están más relacionados con la Ingeniería Eléctrica, lo cual hace que estos temas no sean considerados para proponerse.

3.2.1. Área de Telecomunicaciones

Los cursos de esta área de la carrera comparados con los que son considerados como equivalentes de los mismos, presentan una cantidad de diferencias bastante reducida; casi no habiendo diferencia alguna, se encuentran muy pocos temas que son distintos a los que son impartidos en la Universidad de San Carlos.

Todos los cursos de comunicaciones cuentan con toda la información encontrada en los programas académicos de las demás universidades.

En el caso del curso Comunicaciones 3, se encontró que el tema relacionado a satélites no se encuentra dentro del programa, pero el curso para el segundo semestre del año 2012 ya contará con este tema dentro del programa.

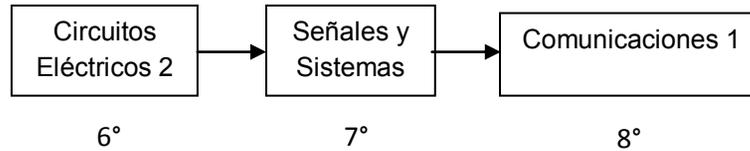
Para el curso de Radiocomunicaciones Terrestres se propone un tema, el cual se sugiere para la práctica de laboratorio del curso.

- Antenas de microondas
 - Antena tipo bocina
 - Antenas tipo bocina rectangular
 - Dimensión de la bocina
 - Campo de la zona lejana
 - Ganancia de una antena tipo bocina sectorial
 - Antena bocina piramidal
 - Antenas a reflectores
 - Reflector parabólico
 - Antenas concha de naranja
 - Antena Cassegrain

El resto de cursos de esta área no presentan falta de algún tema impartido en otra universidad.

Anteriormente se señaló que la EIME está trabajando en la creación del curso de Señales y Sistemas para la carrera de Ingeniería Electrónica, por lo que aquí se sugiere el orden del pre y postrequisito y la ubicación del semestre para el curso, basándose en lo que se encuentra establecido en las otras universidades y la asesoría para la realización de este trabajo de graduación.

Figura 23. **Propuesta de ordenamiento para el curso Señales y Sistemas**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Área Digital

Similar al caso del área de Telecomunicaciones, no se encuentra una cantidad importante de temas para proponerse a implementar en los cursos, debido a la gran similitud que existe en los contenidos de los cursos. Para el curso de Electrónica 5 se tienen dos temas.

- Expansión de memoria y diagramas de tiempo
 - Configuración y expansión de memoria externa
 - Asignación de espacios de memoria
 - Diseño de decodificadores de dirección
 - Señales básicas del sistema de buses
 - Transacciones del bus
 - Conmutación del bus
- Informática industrial
 - Problemática específica de las aplicaciones de control
 - Rol del computador en el control de diferentes tipos de sistemas industriales
 - Comparación control centralizado contra control distribuido
 - Sistemas operativos
 - Rol del núcleo
 - Políticas de planificación del núcleo

- Sistemas operativos de tiempo real
- Programación avanzada en C
 - Ficheros, gestión de memoria, llamadas al sistema
- Técnicas de programación concurrente
- Introducción a la programación concurrente
- Principales conceptos
- Programación visual
- Importancia de la interfaz hombre máquina en las aplicaciones de control industrial
- Introducción a las aplicaciones gráficas en entornos de programación visual
- Integración con Microprocesador Intel 8086
- Principales características
- Interacción con periféricos

Para el curso de Robótica se plantea un tema, pero se propone sólo para la práctica de laboratorio.

- Incorporación del robot a la fábrica
 - Manufactura integrada por computadora (CIM)
 - Integración del robot al proceso productivo
 - El robot como eslabón necesario para el diseño y manufactura asistidos por computadora (CAD/CAM) y para los sistemas flexibles (FMS).
 - Planificación y control de producción mediante MRP y JIT

El siguiente tema que se propones no es para implementarse dentro de otro curso, sino que se plantea como el contenido de un curso nuevo, que actualmente por parte de la EIME se planea su establecimiento como parte de

los cursos obligatorios, este se llamaría Programación de Microcontroladores. El motivo de su creación es debido a que dentro del laboratorio del curso Electrónica 3, no se logra abarcar todo lo relacionado a la programación de controladores. Para este nuevo curso se establece que su requisito sería Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica y sus postrequisitos serían Sistemas de Control y Electrónica 3; este último se reubicaría en el octavo semestre.

Lo que se presenta aquí es aparte de lo que se plantea por parte de la EIME.

- Sistemas embebidos
 - Microcontroladores PIC
 - Estudio de la arquitectura y periféricos más importantes
 - Entorno de desarrollo en C
 - *Toolchain* de desarrollo y librerías para el manejo de dispositivos
 - Procesos concurrentes
 - Estrategias de programación en acceso a UARTs
 - Adquisición de datos
 - Máquinas de estado
 - Protocolos de comunicaciones CAN, LIN, USB, TCP/IP
 - Estudio e implementación de aquellos protocolos sencillos de forma directa y de aquellos que requieran del uso de un *stack* de fabricante

Para los cursos de Electrónica Aplicada 1 y 2 no se tienen temas para proponer.

3.2.3. Área Analógica

Nuevamente se da el caso en que no se tienen grandes diferencias para realizar una propuesta de contenidos, debido a las grandes similitudes de los contenidos. Primero se tiene la propuesta de un tema para el curso de Electrónica 4.

- Conversión entre dominios analógico y digital
 - Convertidores sobremuestreados
 - Modulador sigma-delta
 - Multiplexer analógico
 - Necesidad del circuito de muestreo y retención (S&H)
 - Integración sensor convertidor A-D
 - Sensores inteligentes

Para el curso de Sistemas de Control se presentan los siguientes temas:

- Observadores
 - Observador completo y reducido
 - Análisis y diseño
- Control de sistemas con retardos
 - Predictor de Smith
- Control determinístico
 - Elección del periodo de muestreo
 - Control de tiempo finito (*dead beat control*)

No se tiene propuesta para el resto de cursos del área.

3.2.4. Área de Electrotecnia

En esta área se tienen propuestas únicamente para el curso de Instrumentación Eléctrica. Los temas que se proponen son los siguientes:

- Analizadores de espectros
 - Necesidad de medición en el dominio de la frecuencia
 - Introducción al principio de funcionamiento y diagrama de bloques de analizadores de espectro heterodinos y de tiempo real
 - Análisis de características y especificaciones
 - Limitaciones y precauciones especiales para su uso
 - Mediciones usuales de distintos tipos de señales y ruido
 - Determinación de incertidumbres y errores
- Analizadores lógicos
 - Necesidad del equipo
 - Esquema básico de funcionamiento
 - Especificaciones
 - Configuraciones típicas de conexión
 - Mediciones y presentación de resultados
 - Análisis de fallas de circuitos digitales y optimización del software
- Analizadores de redes
 - Esquemas básicos de funcionamiento
 - Acopladores direccionales
 - Puentes direccionales
 - Directividad
 - Acoplamiento
 - Aislación
 - Configuraciones típicas
 - Análisis de características y especificaciones

3.2.5. Área de Ciencias Básicas y Complementarias

Esta es la única área en donde no se presenta propuesta alguna, ya que no se encontró algún tema de los cursos de las otras universidades que pudiese servir para aprendizaje en los cursos de la USAC.

Por parte de la EIME se están estudiando cambios a diferentes cursos y crear otros nuevos, estas modificaciones no afectan al resto de las carreras de las demás Escuelas de la Facultad. Las modificaciones son las siguientes:

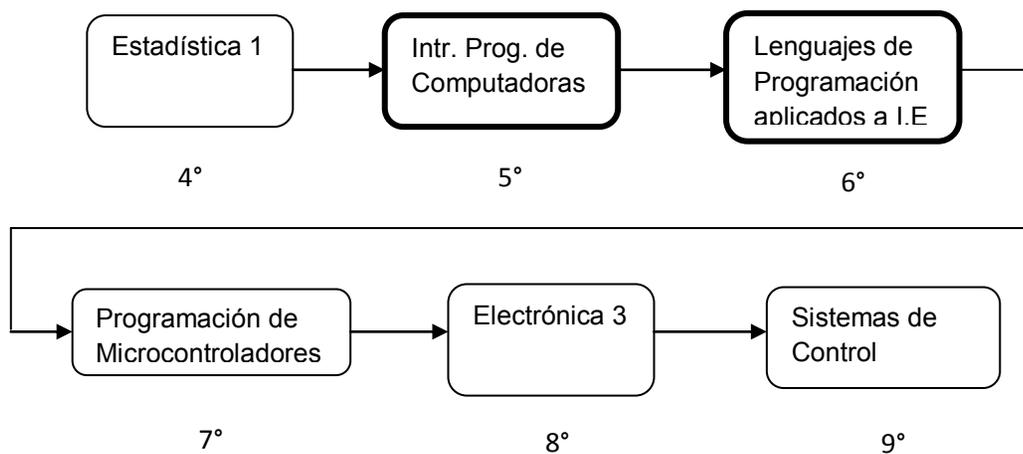
- El curso Matemática Aplicada 2 será obligatorio, cuyo contenido de Fourier es herramienta fundamental en la carrera.
- Se creará el curso Matemática para Electromagnetismo 1 que se complementará con el contenido de los cursos Matemática Aplicada 2 y 5 y proveerán al estudiante de las herramientas matemáticas que necesitan en los cursos posteriores. También se propone cambiar el nombre de Matemática Aplicada 5 a Matemática para Electromagnetismo 2.
- Creación del curso Estadística Descriptiva en el tercer semestre; éste es ahora requisito del curso Análisis Probabilístico.
- El curso Física 4 tendrá como requisito el curso Electricidad y Electrónica Básica.
- El requisito de Administración de Empresas será Ingeniería Económica 1 y no 150 créditos. Ingeniería Económica 1 se traslada un semestre atrás; se pasa al séptimo semestre, y Administración de Empresas se queda en el noveno semestre.

- Preparación y Evaluación de Proyectos 1, tendrá el requisito de Ingeniería Económica 1 y se quita el de 190 créditos y se le traslada al octavo semestre.
- El curso de Legislación 1 se vuelve obligatorio. Se coloca en el noveno semestre; se elimina el requisito de 90 créditos y se pide adecuar su contenido para que incluya el Impacto Ambiental. Se le pone como requisito el curso de Transmisión y Distribución, donde se contempla parte de la normativa eléctrica.
- El curso de Preparación y Evaluación de Proyectos se traslada al octavo semestre y se pone como requisito para Seminario de Investigación el cual sigue en el noveno semestre.
- Debe adecuarse el contenido del curso Orientación y Liderazgo para que sea pertinente a la carrera; las actividades no debe ser muy absorbente ya que el primer semestre es fundamental en la formación de matemática y física, y los estudiantes necesitan tiempo para hacer sus ejercicios.
- Se eliminarán algunos cursos optativos que no son pertinentes a la carrera como Ingeniería de la Producción, Psicología Industrial y se agregará el curso de Ciencia de los Materiales.
- Para el curso de Introducción a la Programación de Computadoras se va a dedicar mayor tiempo al estudio de JAVA y MatLab; estos cambios hacen necesario incrementar el nivel en que actualmente se encuentra el curso, por lo que pasa del segundo al quinto semestre.

- Al curso de Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica se le incluirá el tema de Microcontroladores, y debido a que el curso requisito cambia de semestre, también éste lo hace y pasa al sexto semestre. Este curso es el requisito del nuevo curso Programación de Microcontroladores

Ahora se muestra la secuencia que existe para los cursos de programación y el semestre en que se ubicarán.

Figura 24. **Nueva secuencia para los cursos de programación**



Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS ACADÉMICOS

4.1. Implementación y ordenamiento del contenido académico propuesto

La implementación de las propuestas de los contenidos académicos es un aspecto positivo, debido a que estos tienen como fin el ayudar en el enriquecimiento de los contenidos actuales de los programas de cada curso y área; a pesar de esto, su implementación a largo plazo es un poco difícil, debido a que el tiempo que se tiene para poder impartir los temas de los programas actuales queda prácticamente limitado a los mismos, haciendo difícil el poder impartir los que se proponen.

La forma de realizar la implementación se hace a través de su ordenamiento dentro de los programas de los cursos, cuidando que los temas propuestos estén relacionados con cada curso y mantengan una línea de orden para mantener coherencia en la sucesión en que todos los temas serán impartidos.

4.1.1. Área de Telecomunicaciones

La modificación propuesta para el curso de Radiocomunicaciones Terrestres es específicamente para el laboratorio; actualmente ese curso no cuenta con programa de laboratorio y se está elaborando para que en el segundo semestre del 2012 se encuentre a disposición de los estudiantes de la carrera, por lo que el único tema propuesto no puede ser ubicado aún.

4.1.2. Área Digital

Anteriormente se muestran los temas que se tienen para el curso de Electrónica 5; los de Expansión de memoria y diagramas de tiempo, se ubicarían dentro del tema Microprocesador y su entorno y el de Informática industrial, formaría el último inciso del programa de este curso.

- Electrónica 5
 - Microprocesador y su arquitectura
 - Registros internos, ALU
 - Diagrama a bloques
 - Breve historia del computador y DOS
 - Buses
 - Microprocesador y su entorno
 - Dispositivos de memoria
 - Decode de dirección
 - La pila
 - Interfaz de E/S básica
 - Interfaz del bus
 - Transacción del bus
 - Conmutación del bus
 - Modo real y protegido
 - Acceso directo a memoria
 - Asignación de espacios de memoria
 - Modos de direccionamiento y lenguaje ensamblador
 - Diferentes tipos de direccionamiento
 - Instrucciones para movimientos de datos, aritméticas y lógicas, de control

- Diseño de decodificadores de dirección
- Programación del microprocesador
 - Programación modular
 - Uso del teclado y pantalla de video
 - Archivos de disco
 - Tipos de programas ejecutables bajo DOS
 - Funciones del OS y la BIOS
- Interrupciones
 - Procesamiento básico de interrupción
 - Clasificación de interrupciones
- Puertos
 - Puerto serial
 - Puerto paralelo
- Informática Industrial
 - Problemática específica de las aplicaciones de control.
 - Rol del computador en el control de diferentes tipos de sistemas industriales
 - Comparación control centralizado vs. control distribuido.
 - Sistemas operativos
 - Rol del núcleo
 - Políticas de planificación del núcleo
 - Sistemas operativos de tiempo real
 - Programación avanzada en C
 - Ficheros
 - Gestión de memoria
 - Llamadas al sistema
 - Técnicas de programación concurrente
 - Introducción a la programación concurrente
 - Principales conceptos

- Programación visual
- Importancia de la interfaz hombre máquina en las aplicaciones de control industrial
- Introducción a las aplicaciones gráficas en entornos de programación visual
- Integración con microprocesador Intel 8086
- Principales características. Interacción con periféricos

El curso de Programación de Microcontroladores, al tener como requisito la aprobación del curso Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica, se establecería para el séptimo semestre de la carrera.

4.1.3. Área Analógica

Para el área Analógica se tiene primero el curso de Electrónica 4, el tema Conversión entre dominios analógico y digital, se ubicaría ahora en el programa dentro de CI's analógicos / digitales.

- Electrónica 4
 - CI's analógicos / digitales
 - Comparadores
 - Circuitos de interfaz
 - Oscilador controlado por voltaje VCO
 - Lazos de seguimiento PLL
 - Convertidores ADC y DAC
 - Convertidores sobremuestreados
 - Modulador sigma-delta
 - Multiplexer analógico

- Necesidad del circuito de muestreo y retención
- Integración sensor-convertidor A-D
- Sensores inteligentes
- Filtros activos
 - Conceptos y clasificación
 - Familia de filtros Butterworth
 - Diseño de filtros activos
- Osciladores
 - Conceptos de operación del oscilador
 - Criterio de Barkhausen
 - Osciladores Puente de Wien, Colpitts y Hartley
 - Osciladores de cristal y efecto piezoeléctrico
- Fiabilidad y calidad
 - Curva de la bañera
 - Tasa de fallos de circuitos y sistemas electrónicos
 - Curva de la bañera
 - Modelos de fiabilidad en sistemas complejos
 - Cadenas de Markov
 - Aplicaciones para el diseño y el mantenimiento
- Semiconductores de potencia
 - Asociación de semiconductores
 - Refrigeración de semiconductores
 - Protección de semiconductores
- Montajes de semiconductores de potencia
 - Características y clasificación
 - Interruptores estáticos
 - Reguladores C.C. /C.C.
 - Reguladores C.A./C.A
 - Inversores con tiristores

- Inversores con transistores
- Rectificadores controlados y no controlados
- Cicloconvertidores
- Motores en electrónica

Para el curso Sistemas de Control, lo que se muestra anteriormente formaría parte ahora de un nuevo inciso dentro del programa del curso, el cual estaría hasta el final.

- Sistemas de Control 1
 - Conceptos básicos
 - Diagramas de bloques
 - Diagramas de flujo de señal
 - Variable de estado
 - Elementos de sistemas de mando
 - Sistemas eléctricos
 - Sistemas mecánicos
 - Sistemas electromecánicos
 - Servomecanismos
 - Servosistemas en el dominio T
 - Régimen permanente
 - Régimen transitorio
 - Optimización
 - Observadores
 - Observador completo y reducido
 - Análisis y diseño
 - Control de sistemas con retardos
 - Predictor de Smith

- Control determinístico
 - Elección del periodo de muestreo
 - Control de tiempo finito (*dead beat control*)

4.1.4. Área de Electrotecnia

En el área de Electrotecnia se hace la propuesta para el curso Instrumentación Eléctrica, los temas mostrados anteriormente, conformarían el último inciso para este curso.

- Instrumentación Eléctrica
 - Instrumentación Industrial básica y control de procesos
 - Mediciones industriales
 - Control de retroalimentación
 - Factores que intervienen en las mediciones
 - Conceptos
 - Calibración
 - Trazabilidad
 - Jerarquía metrológica
 - Patrones de medición
 - Masa
 - Longitud
 - Temperatura
 - Patrón eléctrico
 - Desarrollo teórico del cálculo de incertidumbre de las mediciones
 - Normas
 - ISO/IEC 17025

- ISO 10012
- ISO 9000
- ISO 14000
- Características de las mediciones y de los instrumentos de medición
 - Características de las mediciones
 - Error
 - Exactitud
 - Precisión
 - Repetitividad
 - Reproducibilidad
 - Incertidumbre
 - Características de los instrumentos de medición
 - Exactitud
 - Precisión
 - Repetitividad
 - Tiempo de respuesta
 - Deriva
 - Transparencia
 - Errores de los instrumentos de medición
 - Error máximo permisible
 - Formas de expresión de la precisión
 - Resultado de una medición con declaración de incertidumbre para un nivel de confianza dado
- Instrumentos indicadores electromecánicos
 - Instrumentos de bobina móvil
 - Instrumentos de hierro móvil
 - Instrumentos de electrodinámica
 - Amperímetro
 - Voltímetro

- Óhmetro
- Puentes de CD
- Puentes de CA
- Mediciones de potencia activa y reactiva
 - Vatímetro
 - Vármetro.
- Medición de factor de potencia
- Medición de energía
- Transformadores de medición
- Incidencia de los transformadores de medición en el error de medición
- Amplificadores operacionales
 - Diagramas de bloques de los instrumentos de medición
 - Importancia de la impedancia de entrada de los instrumentos de medición eléctricos
 - Conceptos y configuraciones básicas
 - Aplicaciones en instrumentación
- Instrumentos de medición electrónicos
 - El multímetro digital DMM
 - Patrones de tiempo y frecuencia
 - Generadores de señal y contadores electrónicos
 - El osciloscopio
 - El analizador de espectros
 - Mediciones en fibra óptica
 - El analizador de potencia industrial
 - Principios básicos de funcionamiento
 - Instrumentación virtual
 - Sistemas SCADA
 - Descripción de protocolos de comunicación industriales

- Transductores y medición de magnitudes físicas no eléctricas
 - Medición de magnitudes
 - Temperatura
 - Nivel
 - Presión
 - Longitud
 - Masa
 - Volumen
 - Instrumentos
 - Métodos
 - Transductores
 - Mediciones automáticas
 - Escala internacional de temperatura
 - Calibradores de procesos
 - Analizadores de diversas magnitudes físicas
 - Características de laboratorios de metrología
 - Calibración
 - Ensayos
- Instrumentación electrónica
 - Analizadores de espectros
 - Necesidad de medición en el dominio de la frecuencia
 - Introducción al principio de funcionamiento y diagrama de bloques de analizadores de espectro heterodinos y de tiempo real
 - Análisis de características y especificaciones
 - Limitaciones y precauciones especiales para su uso
 - Mediciones usuales de distintos tipos de señales y ruido
 - Determinación de incertidumbres y errores
 - Analizadores lógicos

- Necesidad del equipo
- Esquema básico de funcionamiento
- Especificaciones
- Configuraciones típicas de conexión
- Mediciones y presentación de resultados
- Análisis de fallas de circuitos digitales y optimización del software.
- Analizadores de redes
 - Esquemas básicos de funcionamiento
 - Acopladores direccionales
 - Puentes direccionales
 - Directividad
 - Acoplamiento
 - Aislación
 - Configuraciones típicas
 - Análisis de características y especificaciones

4.1.5. Área de Ciencias Básicas y Complementarias

El área de Ciencias Básicas y Complementarias es la única área en donde no se realiza propuesta de temas, ya que los revisados para este curso no se consideraron lo suficientemente importantes para su implementación.

5. SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS ACADÉMICOS

5.1. Metodología para futuras actualizaciones

La información que se maneja hoy en día se actualiza muy rápidamente, ya no solamente año con año sino que esta va cambiando mes a mes y posiblemente cambia en periodos más cortos de tiempo, esto se acentúa especialmente en el ámbito de la tecnología.

Para que cualquier entidad sea competitiva debe mantenerse al tanto de toda esta información, esto también se aplica a las entidades que se dedican a impartir conocimiento, tal como lo hace la Universidad de San Carlos, que se dedica a la formación de profesionales, quienes serán los encargados de resolver los distintos problemas según la profesión que ejerzan. Debido a esto es que los conocimientos que se les proporcionan deben ser los adecuados para que puedan ser profesionales competitivos.

Es por esto que la revisión de los contenidos académicos se hace necesaria, ya que así, aun cuando no se logra tener los conocimientos más avanzados, por los menos se asegura que los que están, llegan a cubrir las necesidades de la sociedad. En la USAC, la Dirección de Desarrollo Académico (DDA) brinda asesoramiento, guía y reglamentación a las facultades para realizar modificaciones a sus planes de estudio así como para la creación de una nueva carrera, pero esta no tiene establecida una forma de evaluar los pensum de estudio o los contenidos de los cursos.

Para realizar la revisión de los contenidos de los cursos se plantea lo siguiente:

El *Benchmarking* es un método que tiene amplia utilización en las empresas para lograr que sus productos o servicios mejoren a través de la implementación de mejores prácticas que otras organizaciones poseen, determinando estas a través de la comparación de sus procesos con aquellos de las organizaciones que son consideradas como las mejores.

Este proceso de comparación es posible aplicarlo para establecer la situación actual del pensum y determinar si es necesario realizar las actualizaciones de los contenidos académicos.

El primer punto es establecer qué cursos son los que se desean evaluar, si son todos los cursos de la carrera, o se centra en los cursos básicos o los profesionales. Luego se deben elegir aquellas universidades que se consideran con mayor prestigio académico, se pueden tomar en cuenta los sitios que existen dentro de la *web* que se dedican a estudiar los procesos, investigaciones, publicaciones y otros aspectos de las universidades, asignando puntuaciones a cada área que se evalúa; al final se da una calificación total y se realiza un listado ordenado de la posición que le corresponde a cada universidad. Se recalca que se debe entender que la calificación que una universidad obtiene, aplica a toda la institución y no sólo a una facultad.

La cantidad de universidades que se tomen en cuenta así como si se eligen universidades del mismo país, regionales o cualquier otro criterio, es decisión de los encargados de realizar las comparaciones; si se elige una mayor cantidad de instituciones, se tendrá mayor información con la cual comparar, pero esto requerirá más tiempo de revisión.

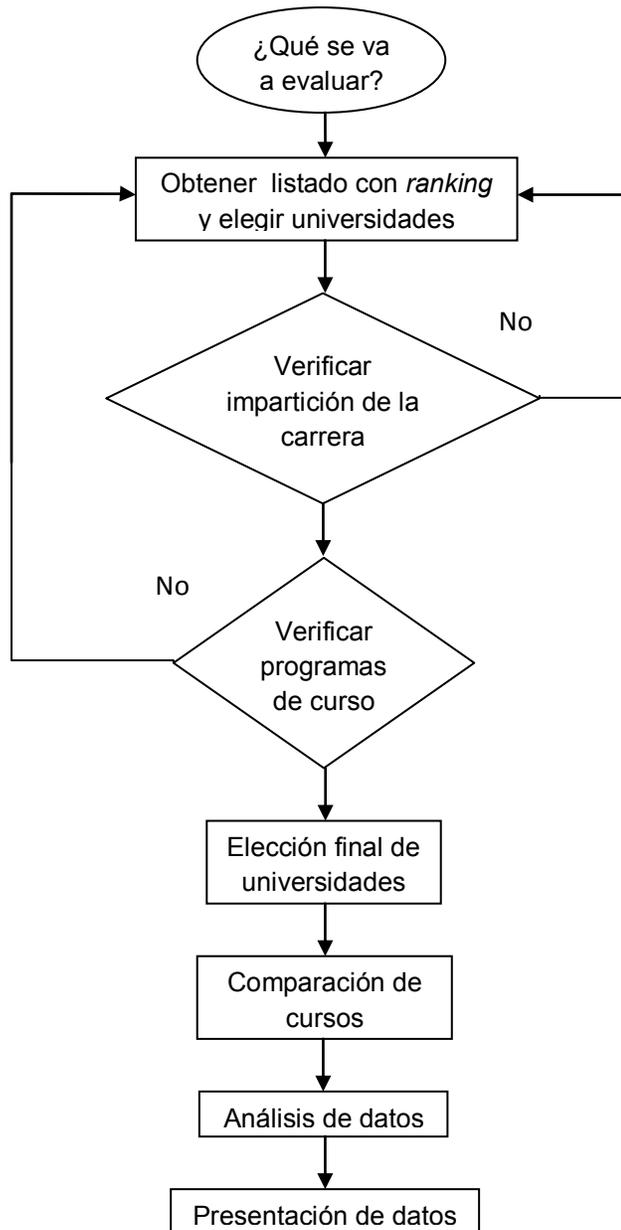
De igual manera, se debe decidir si se eligen entidades que se encuentren en una situación más similar a la que se está evaluando, es decir que tengan una posición similar según el listado tomado en cuenta, esto para tener una base de comparación más amplia.

Una vez que se determinan las universidades con las mejores posiciones, según el listado que se haya utilizado, se debe identificar que esas entidades impartan la carrera que se desea evaluar, así como también verificar que los programas de cursos son publicados en sus sitios de internet.

Se deben reunir todos los programas de todos los cursos tomados en cuenta, para asegurar que los temas que se están evaluando son los que realmente están relacionados con la carrera; es necesario siempre contar con el asesoramiento de los catedráticos, que son quienes tienen mayor dominio de los contenidos de cada curso y determinan qué temas son importantes para poder ser integrados a los programas de estudio. De igual manera son estos, quienes determinan la forma de su implementación. Ahora se presenta la secuencia de las etapas para este método. Las etapas de este método se resumen en la figura 25.

El siguiente método puede ser utilizado independientemente o como complemento al método anterior, este es el de Cuestionarios y Entrevistas, para su aplicación se hace uso de los conocimientos que tienen los egresados que ya tienen experiencia trabajando en los ámbitos de la carrera; ellos son los que saben de primera mano si los conocimientos que tienen son los adecuados para desempeñar su trabajo, por lo que pueden sugerir temas que identifican que pueden ser reforzados o incluidos dentro de los cursos.

Figura 25. **Etapas para proceso de comparación**



Fuente: elaboración propia.

La forma en que se debe proceder para este método es elaborando un cuestionario con las preguntas pertinentes para determinar la situación actual en que se encuentran los cursos, la forma en que ellos perciben que debiesen ser o si no requieren de cambios. Investigar si los encuestados ya han identificado temas o habilidades que son requeridas por su ambiente laboral y que no se encuentran contempladas dentro del programa de estudios de uno o más cursos. También se puede determinar si existen cursos que únicamente requieran un mayor énfasis para otros temas o un enfoque diferente.

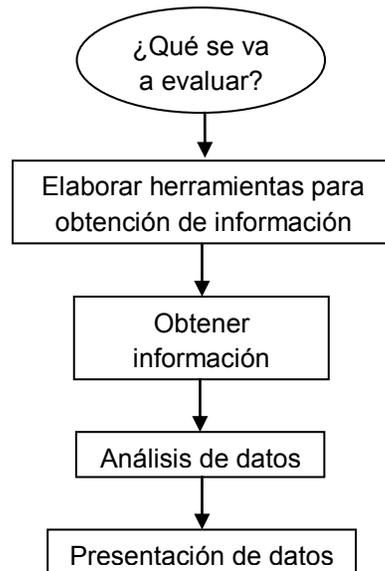
El método no se enfoca a verificar solamente si existen deficiencias, sino que también pueden establecerse aquellos aspectos que se identifican como fortalezas y que cubren lo que necesitan para desenvolverse en sus ámbitos de trabajo.

Esta información también se puede obtener de los catedráticos, que pueden estar laborando o ya haberlo hecho y al ser quienes imparten los cursos, poseen una visión más amplia de los contenidos que reciben los alumnos.

Este método y el anterior se plantean haciendo uso de la ayuda de los estudiantes para recopilar y ordenar la información encontrada. Las actividades necesarias para la aplicación de este método se muestran en la figura 26.

Por último, se propone la realización de Asambleas, este método involucra a las autoridades, catedráticos y egresados de la unidad académica en cuestión, en este caso es la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica; de igual manera pueden estar invitados representantes de auxiliares y alumnos; así como también contar con la presencia y asesoramiento de profesionales relacionados con la actualización de planes de estudio.

Figura 26. **Etapas al realizar cuestionarios y entrevistas**



Fuente: elaboración propia.

El objetivo de estas reuniones es para discutir la situación que tiene el plan de estudios, establecer cuál es el punto de vista de cada una de las partes, así como saber cuáles son las propuestas que tienen para el mejoramiento de los cursos. Luego de que todas las partes han expuesto sus ideas, se debe de discutir la posibilidad de realización y establecimiento de cada una de las propuestas, para elegir aquellas que mejor se adecuen a lo que se requiere para el plan de estudios. Se pueden realizar votaciones para las elecciones de las propuestas, donde prevalece la aprobación de la mayoría de los involucrados.

La cantidad de reuniones, el tiempo de duración y las personas que deban participar en cada una, serán establecidos por las mismas autoridades.

De los tres métodos planteados anteriormente, los últimos dos tienen una mayor probabilidad de ser aplicados debido a que con estos se logra obtener información más veraz y enfocada a lo que se está buscando en la evaluación, pues la información se obtiene de las personas que están inmersas dentro del ámbito de la carrera y por ende saben mejor lo que su medio les exige.

5.2. Plan de evaluación

El plan de evaluación será la guía que servirá para realizar el estudio de la situación en que se encuentra el pensum, este debe realizarse de manera que abarque diferentes aspectos para que el resultado que se obtenga de él, una vez aplicado, sea la mejora del pensum que se esté evaluando y que esto también permita que la formación de los estudiantes mejore, que es lo más importante que resultará como resultado del plan de evaluación.

De acuerdo con Roldán (2005:118) como primer paso de la evaluación, antes de definir los criterios a evaluar, se debe establecer el modelo ideal del plan de estudios con base en el perfil del egresado y una vez que se tiene este, por medio de los objetivos que la entidad encargada de la coordinación de la carrera tiene establecidos para la formación de sus estudiantes, para este caso la EIME, se establece si los objetivos planteados cumplen para lograr lo que se establece en el modelo del plan de estudios.

Es decir cuando los objetivos de la carrera no se cumplen, se hace necesaria la evaluación y también replantear el perfil del egresado, pues la brecha que se encuentra entre ambos perfiles no permite que los estudiantes graduados resuelvan los problemas para los que se prepararon.

5.2.1. Criterios de evaluación

Los criterios a tomar en cuenta para elaborar un plan de evaluación, con base en lo planteado por la Dirección de Servicios para la Formación Integral (DSFI) (2005:6) incluyen los siguientes:

- **Fundamentación del plan de estudios:** en esta parte se toman en cuenta los cambios del entorno en que se desarrolla el egresado y la base del plan de estudios desde la última vez que se aprobó el pensum.
- **Perfil ideal del egresado:** pretende determinar lo que se tienen definido en el perfil hasta el momento y si este permite tener los egresados con los conocimientos, para que sean capaces de satisfacer lo que se demanda de ellos.
- **Coherencia del plan de estudios con el perfil ideal del egresado:** la relación que existe entre ambos permite saber si por medio de los conocimientos transmitidos durante toda la carrera, corresponde a lo que se ha establecido en el perfil del egresado.
- **Coherencia interna del plan de estudios:** se evalúa que la secuencia que existe dentro del plan de estudios sea la adecuada, para que los conocimientos se impartan desde los más básicos y generales hasta los más avanzados y específicos.
- **Eficiencia general del programa:** se refiere a la distribución de la carga académica dentro de los cursos de la carrera.

- Flexibilidad del plan de estudios: se establece que el pensum dé la oportunidad a los estudiantes de elegir la profundización de sus conocimientos y la oferta que existe para esto.
- Departamentalización del plan de estudios: por medio de este criterio, se establece el orden y coordinación de las actividades que existen dentro de la unidad académica evaluada.
- Coherencia interna de los elementos de las guía de estudio modelo: se determina que lo que se establece dentro de los programas de cursos se llegue a cumplir y ejecutar durante y al final de cada curso.
- Operación de áreas, materias y/o aspectos del plan de estudios que ameriten atención: este criterio está relacionado con la importancia que se le da al estudio de otros conocimientos que son complementarios para la formación de los estudiantes, diferentes a los de su profesión.
- Intercambio e internacionalización: establece qué se tiene contemplado para aspectos fuera de las fronteras nacionales.
- Perfil del alumno de primer ingreso: con esto se identifica si se tiene en cuenta el nivel de conocimiento con que los nuevos estudiantes ingresan a la unidad académica.
- Impacto del plan de estudios: evalúa la congruencia de lo que se tiene planificado para el plan de estudios.

Además de los criterios anteriormente expuestos, Roldán (2005:118) plantea que existen otros criterios que deben tomarse en cuenta, los cuales los califica como criterios de congruencia interna y que también se le puede aplicar a los criterios anteriormente planteados. Ahora se muestran los criterios adicionales.

- Viabilidad respecto de los recursos: se debe evaluar si existen recursos humanos y materiales suficientes para el plan de estudios, ya que para poder impartir las materias se requiere de una cantidad suficiente de catedráticos para cubrir el total de estudiantes que cursan las materias, así como la cantidad de aulas y laboratorios con los materiales y equipo para impartir las prácticas.
- Vigencia del plan actual: la vigencia actual se refiere a la última fecha en que se aprobó el plan de estudios y este permite saber la relación que existe de su actualización con el perfil del egresado y con los avances científicos, sociales y pedagógicos.
- Otros elementos que el departamento considere conveniente revisar

Los criterios de congruencia externa toman en cuenta el impacto que el plan de estudios tiene sobre los egresados. El impacto se mide con los siguientes criterios:

- Análisis de funciones del egresado: se establece si el profesional posee las habilidades y conocimientos necesarios para desempeñar las funciones que su puesto de trabajo requiere.

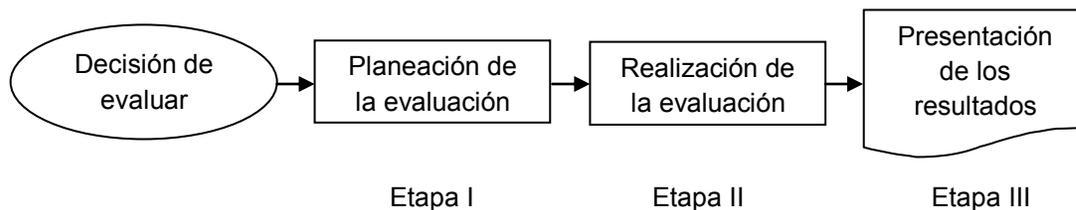
- Revisión de los mercados de trabajo: se investiga cuáles son las demandas de los conocimientos que exige el campo laboral donde se desempeñan los profesionales, así como también se determinan los índices de desempleo en los diferentes campos de la carrera donde se desenvuelven los egresados.

- El egresado y la solución de los problemas de la comunidad: en este último criterio se ve cuál es la relación que existe entre la comunidad, que es en donde el profesional aplica sus conocimientos para resolver los problemas que existen en esta, y la entidad universitaria que es la encargada de la formación de los estudiantes. Por último, se debe establecer lo siguiente:
 - Si el número de estudiantes asignados concuerda con el número de estudiantes activos.
 - Si el número de estudiantes activos se mantiene con el de estudiantes graduados.
 - Si el tiempo que se programa para completar el plan de estudios equivale al tiempo real que le toma a los estudiantes para graduarse.
 - La cantidad de estudiantes que desertan de la carrera.
 - Los motivos que existen para desertar de la carrera.

La revisión de todos los criterios de congruencia interna y externa permiten al final determinar si lo que se tiene planteado y aprobado por la entidad educativa, a un tiempo determinado, es lo que se requiere para cubrir la demanda que existe del entorno para un determinado profesional y que este logre dar solución a lo que la sociedad, en la que se encuentra, espera de él.

En general, cualquiera que sea el método que se aplique para la evaluación, consta de las cuatro etapas que se presentan en la figura siguiente:

Figura 27. **Etapas del proceso de evaluación**



Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Estimación de recursos

Para llevar a cabo la realización de la evaluación, es necesario tomar en cuenta que se debe hacer uso de diferentes recursos; no es posible predecir una cantidad exacta de cada uno, por lo que se plantean estimados para cada uno de los recursos.

5.2.2.1. Recursos económicos

La evaluación y los métodos que se han planteado anteriormente, los cuales permiten establecer la situación en que se encuentra el plan de estudios y la forma de obtener información, se sugieren utilizando la ayuda de los estudiantes de la carrera y de aquellas personas que voluntariamente colaboren como asesores, sean los egresados, coordinadores y catedráticos; por lo tanto los recursos utilizados serán el del tiempo, personas participantes y la papelería pertinente, que entra dentro del mismo gasto que la EIME realiza.

5.2.2.2. Recursos humanos

Para poder realizar cualquier método de evaluación no importando si es sólo para los cursos o para todo el pensum, se requiere de la participación de diferentes personas, que incluyen a las que se dedican a reunir toda la información y las que actúan como asesoras. Idealmente todas debiesen pertenecer al mismo ámbito, es decir que manejen los conceptos de la disciplina que se está evaluando, esto principalmente para las personas que reúnen la información, ya que al estar familiarizados con los temas se crea un mayor lazo de pertenencia y disposición al trabajo que se realiza, que en alguien que no los maneje. Las personas involucradas son las siguientes;

- Director de la carrera: es el principal actor en la evaluación de cualquier aspecto que se relacione a la carrera evaluada, por ser la máxima autoridad que se encuentra coordinando todas las actividades de la unidad académica evaluada. Aun cuando decide remitir una actividad a alguien más bajo, por lo antes descrito, siempre debe estar enterado de cómo evolucionan esas actividades. Su posición le permite tener comunicación con todos los coordinadores de áreas, catedráticos, personal administrativo, personal de otras unidades académicas, auxiliares, así como algunos estudiantes.
- Coordinadores de área: los coordinadores se encuentran directamente bajo la supervisión del director de la Escuela; su función es la de atender todo lo relacionado con los cursos que se encuentran bajo su cargo; su existencia se debe a que las funciones del puesto del director le imposibilitan coordinar a fondo cada área, por lo que para mantener un mejor orden y control, se justifican los coordinadores para cada área. Estos ayudan de igual manera que los catedráticos, ya que también tienen

cursos a su cargo, pero pueden llegar a tomar la última decisión si se encuentran diferencias de opinión entre los docentes de los cursos de la misma área.

- Catedráticos: al ser las personas encargadas de impartir los cursos son quienes se encuentran más cerca de los estudiantes y conocen más a detalle los cursos que tienen a su cargo; son imprescindibles para la consulta de cualquier aspecto de los mismos.
- Coordinadores de laboratorios: tienen una función similar a la de los coordinadores de área; pero los coordinadores de laboratorio se dedican a supervisar lo relacionado con las prácticas, con un coordinador por área. Cada curso que cuenta con práctica de laboratorio, tiene asignado un ingeniero y un auxiliar, por lo que manejan más a profundidad el laboratorio que tienen asignado, haciéndolos una mejor fuente de información para realizar consultas.
- Egresados: los profesionales que se encuentran laborando se convierten en otra gran fuente de información cuando se practica una evaluación al plan de estudios, especialmente aquellos que se graduaron con la base del pensum que se está evaluando, pues saben mejor las características de este.
- Estudiantes: los estudiantes pueden ayudar tanto aportando su punto de vista sobre cómo perciben los cursos, las prácticas y la distribución de los mismos, así como ayudar a reunir la información cuando se realiza una evaluación del plan de estudios, especialmente los que tienen la base del pensum que se está evaluando. Se sugiere a los estudiantes para realizar esta tarea, ya que varios de ellos ya tienen relación con los catedráticos,

donde se incluye también a los coordinadores de área y laboratorio, haciéndose más fácil la comunicación debido a que ya existe algún grado de confianza.

Se deben de contemplar otros actores que son externos a la unidad académica que se está evaluando, Roldán (2005:121) sugiere tener en cuenta los siguientes:

- Personal administrativo: el personal administrativo se dedica al ordenamiento, distribución y control de las acciones que permiten que se ejecuten las actividades diarias para el funcionamiento de la Facultad; también tienen conocimiento de la demanda real de los diferentes cursos y servicios que pone a disposición la Facultad.
- Comunidad beneficiada: la opinión que se obtiene de esta parte es importante porque ellos son los que realizan la demanda de profesionales con un determinado conjunto de conocimientos para suplir la necesidad que de ellos tienen; aquí se encuentran las empresas, que son las que demandan personal calificado para ejecución, dirección o mejora de las actividades de esas organizaciones. Esto las convierte en una gran fuente, para establecer lo que debe cumplir un profesional para estar a la altura de las necesidades del entorno.

5.2.2.3. Tiempo de duración

El tiempo que se tome para la realización de la evaluación depende de factores como la cantidad de personas que se tienen recopilando información, de la disponibilidad de tiempo que tienen estos, así como el de las personas consultadas, a una mayor cantidad de gente recopilando datos y tabulándolos,

se reducirá el tiempo para mostrar los resultados, y a una mayor disponibilidad de tiempo de las personas consultadas también se tendrá el mismo resultado. Si se realiza además de lo anterior, la comparación de la carrera con la de otras universidades, también se aumentará el tiempo total, pero se puede compensar si existen más personas colaborando.

- *Benchmarking*: se presenta ahora una estimación del tiempo que toman las diferentes actividades relacionadas con este método, para el caso en que se decide aplicarlo.

Tabla XXIII. **Cronograma para método del *benchmarking***

| No. | Actividad | Tiempo Estimado (días) |
|-----|---|------------------------|
| 1 | Definir qué cursos se van a evaluar | 3 |
| 2 | Obtener listado con <i>ranking</i> y elegir universidades | 1 |
| 3 | Establecer universidades que impartan la carrera | 10 |
| 4 | Verificar publicación de programas de curso | |
| 5 | Elección de universidades | |
| 6 | Comparación de cursos | 72 |
| 7 | Análisis de los datos | 10 |
| 8 | Presentación de los datos | 1 |
| | Tiempo estimado total | 97 |

Fuente: elaboración propia.

La comparación es la actividad que mayor tiempo requiere; para este caso se plantea que se evalúan únicamente los cursos profesionales, que se encuentran bajo la coordinación de la EIME, y se estima un total de 3 días para cada uno de los cursos. Con lo anterior se tiene un total de 97 días.

- Cuestionarios y entrevistas

Tabla XXIV. **Cronograma para cuestionarios y entrevistas**

| No. | Actividad | Tiempo estimado (días) |
|-----|--|------------------------|
| 1 | Definir qué cursos se van a evaluar | 3 |
| 2 | Elaborar herramientas para obtener información | 2 |
| 3 | Obtener información | 24 |
| 4 | Análisis de datos | 5 |
| 5 | Presentación de datos | 1 |
| | Tiempo estimado total | 35 |

Fuente: elaboración propia.

Comparado con el método anterior, se puede observar que el tiempo se reduce considerablemente, a casi una tercera parte del tiempo, ya que las preguntas se centran específicamente en aspectos puntuales, mientras que con la comparación, se debe examinar toda la información encontrada en los programas de los cursos.

Los dos métodos anteriores pueden ser aplicados a la misma vez para tener una mayor cantidad de información y tener dos puntos de comparación; por lo que la duración se extiende lo que tome realizar el método de la comparación.

- Asambleas: la organización de una asamblea requiere de una previa planificación por parte de las personas que la organizan, sigue un orden de actividades para su desarrollo. La cantidad de días que se propongan es definida por los organizadores, generalmente duran entre una y dos semanas.

5.3. Posibles resultados

Los resultados que pueden llegarse a tener utilizando los métodos planteados anteriormente, se centran exclusivamente en evaluar los contenidos de los programas de curso y varían durante el proceso de su aplicación.

Al realizar el *benchmarking* de cada uno de los programas de los cursos, se puede llegar a identificar si se trata de un curso equivalente sólo con identificar el nombre que tiene asignado, aun cuando es así, generalmente la cantidad de temas que abarca es diferente.

Todos los programas de todos los cursos se deben revisar para determinar a qué curso equivale dentro de la universidad que se evalúa, pudiendo darse el caso que se encuentren cursos que tienen hasta dos equivalentes de las otras universidades, para cubrir todos sus temas. Existe el caso en que no se tienen equivalentes para los cursos, sea porque las otras universidades se enfocan a otras áreas o porque los cursos reúnen una cantidad muy variada de temas, haciendo difícil su clasificación.

Para este método se debe de tomar en cuenta que al hacer esto, se pueden llegar a tener temas que no existen dentro de los contenidos, pero que en la práctica pueden no ser de utilidad, ya que estos se pueden enfocar a aspectos que no están siendo desarrollados en el país, porque no existe esa necesidad por parte del ambiente laboral o bien se trata de formas alternas a lo que ya se tiene; todo esto debe ser estimado por los catedráticos u otros egresados.

Para el método de cuestionarios y entrevistas se puede llegar a encontrar que los catedráticos de un mismo curso tienen opiniones diferentes de lo que

debiese ser un curso en cuanto al contenido o su aplicación en la práctica de laboratorio, al igual que otros egresados pueden tener opiniones contrarias; por lo que se debe llegar a un acuerdo para lograr lo mejor para el pensum.

Debido al conocimiento que poseen los catedráticos, se puede esperar que ellos vean que existen desfases en los conocimientos requeridos para cada curso; es decir, la posibilidad de que existan temas que todavía no se han dado para un determinado curso y son vitales para el grado en que se encuentran; por lo que los catedráticos querrán realizar propuestas que algunos cursos posean más o diferentes cursos prerrequisito, ya que ellos consideran que su curso requiere de más conocimientos.

Si dentro de los cuestionarios se utilizan preguntas cerradas, el proceso de cuantificación se realiza mucho más rápido y da la ventaja que se pueden realizar tabulaciones, para luego presentarlas, junto con un análisis, como gráficos.

Finalmente, en el caso de las asambleas, se encontrará que aunque todos los involucrados conocen sobre los mismos temas, se tendrán ideas que no se comparten por todos. Se dará el caso en que se desea aprobar una propuesta, pero una parte no desea que sea así, por lo que se debe de llegar a diferentes acuerdos o se establecen las decisiones a través de las votaciones.

También se puede dar que no se desee implementar un punto, pero por algún factor externo a la unidad académica sea necesario implementarlo, por lo que nuevamente se deben realizar negociaciones para llegar a acuerdos.

Independientemente de cuál sea el método elegido para la evaluación, se presentan es que los contenidos estén actualizados, que se refiere a que se encuentra paridad con los temas que son impartidos con las otras entidades tomadas en cuenta para la evaluación, que no estén actualizados, es decir que los temas que se encuentran ya no son utilizados o bien no abarcan todos los avances científicos y tecnológicos que son necesarios para que los egresados tengan las herramientas para desenvolverse en sus entornos de trabajo.

En la práctica, no importando cómo sean calificados los contenidos, esto no quiere decir que necesariamente se tiene una actualización del cien por ciento de los temas o en el caso contrario de que no estén actualizados los contenidos, se tenga una desactualización del cien por ciento. La clasificación, entonces, se basa en lo que se llegue a encontrar o no, en la mayoría de los temas.

Cuando se toman en cuenta los aspectos que conciernen a todo el plan académico, la DSFI establece una clasificación del pensum que se está evaluando, calificando este como pertinente, eficaz, eficiente o con falla, esto con base a los criterios que van del número uno al doce, que fueron presentados anteriormente.

El plan de estudios se clasifica como pertinente cuando el punto uno, que es el eje del plan de estudios, se encuentra en congruencia con la justificación del criterio dos, es decir la fundamentación del plan de estudios y el perfil del egresado, respectivamente. Cuando el plan es clasificado como pertinente, quiere decir que el perfil del egresado que se utilizó para la elaboración del plan de estudios, es todavía adecuado a las necesidades que demanda su entorno de trabajo y a la de los estudiantes egresados.

Si al seguir fielmente el plan se logra el perfil del egresado, el plan se considera como eficaz, lo anterior se logra con los criterios tres, ocho y diez. Al tener el plan esta clasificación se refiere a que este logra efectivamente el objetivo de formar profesionales con lo que se establece en el perfil del egresado, por lo que se requiere que se establezcan claramente los atributos del perfil y que sean evaluables.

Si no existen otros planes que requieren menos tiempo o recursos para lograr el perfil del egresado, el plan es eficiente, lo que se logra con los criterios cuatro, cinco y seis. Con esta clasificación se tiene que el plan hace un buen uso de los recursos, especialmente el del tiempo que invierte en el estudiante para lograr que se cumpla lo que se establece en el perfil del egresado. Por último, existen fallas en la operación cuando no se puede seguir fielmente el plan, lo que resulta en tampoco se logra cumplir con el perfil del egresado o no se logra en el tiempo previsto, verificándolo con los criterios siete, nueve y once.

5.4. Identificación de posibles impedimentos para el cambio

Los temas planteados que se identifican como posibles para ser impartidos dentro de los cursos de la carrera, aun cuando su fin es positivo y llegaran a beneficiar a los estudiantes, está la posibilidad de que algunos factores no permitan que se impartan los nuevos temas, entre estos se tiene:

- Tiempo: actualmente el tiempo con que se cuenta para la impartición de los cursos es el justo para cubrir todos los temas y en otras ocasiones no es suficiente para abarcarlos todos, lo que hace que sea difícil asignar una parte del tiempo normal para impartir los temas propuestos, de manera que sea el suficiente para que los estudiantes le dediquen el mismo tiempo de estudio que le dan a los otros temas.

- Equipos de laboratorio: los equipos utilizados en los laboratorios son importantes porque permiten poner en práctica los conocimientos que se aprenden dentro del salón de clases, pero cuando se implementan nuevos temas dentro de los cursos o se crean nuevos cursos, se puede dar el caso de que no existe un determinado equipo para una práctica o bien no hay una cantidad suficiente para atender a todos los estudiantes.
- Resistencia al cambio: las personas, en su mayoría, ante los cambios que se presentan dentro de su entorno de trabajo reaccionan resistiéndolos debido a que esos cambios alteran las actividades a las que están acostumbrados; todo eso con lo que están familiarizados se vuelve una zona de *confort*, por lo que al ver que esto cambia se produce angustia e inseguridad debido a que no conocen sus nuevas actividades y no saben si serán capaces de ejecutarlas.
- Disponibilidad de salones: la Facultad de Ingeniería es una de las más pobladas dentro de la Universidad de San Carlos, por lo cual le son asignados varios salones en diferentes edificios y además tiene tres que son usados exclusivamente para sus estudiantes; aun con esto, al momento de crear nuevos cursos, la disponibilidad de un salón y a una hora determinada para que los estudiantes tengan en dónde recibirlos puede ser un impedimento, más aún cuando se trata de cursos básicos, pues la población estudiantil en estos es mayor. Relacionado a eso está la disponibilidad que existe de los catedráticos para cubrir la demanda de los cursos.

5.5. Alternativas contra la resistencia al cambio

Para lograr evitar lo más posible que las personas muestren resistencia al cambio, se deben de tomar en cuenta, para este caso dos, dos aspectos: la comunicación y la participación.

La comunicación es fundamental para que las personas involucradas, en este caso las autoridades de la EIME y los profesores, en el proceso se entiendan bien y se eviten las confusiones; se debe de establecer claramente las razones por las cuales se están dando los cambios así como la forma en que se darán, es decir se deben indicar las acciones que se van a tomar para realizar los cambios.

El segundo aspecto es la participación activa de las personas a quienes afecta mayormente el cambio, en este caso a los catedráticos; de esta manera ayudan en la planificación de los cambios, además de que se toma en cuenta sus intereses, con ambos aspectos tomados en cuenta se logra disminuir la resistencia al cambio.

5.6. Propuesta de herramienta de evaluación

La propuesta de la herramienta para realizar la evaluación del plan de estudios, se enfoca a evaluar los criterios que ya han sido mostrados anteriormente; en el punto de criterios de evaluación, estos se evalúan al verificar que se cumple con las preguntas asociadas a cada criterio. Esta se encuentra en el apartado de anexos.

CONCLUSIONES

1. La comparación de los contenidos de los cursos de las universidades tomadas en cuenta, muestra que esencialmente se abarcan los mismos temas para todas ellas, esto considerando sólo a los cursos profesionales obligatorios. La distribución de los cursos básicos y profesionales en la USAC es de 56 y 44%, respectivamente, lo que se asemeja al promedio encontrado en las otras entidades, que corresponde a 57 y 43%, respectivamente.
2. Del tiempo requerido para terminar la carrera, la USAC utiliza 48% para los cursos básicos y 52% para los profesionales, lo que difiere levemente de las otras instituciones, que utilizan 53% para los cursos básicos y 47% para los profesionales.
3. La distribución de los contenidos de los cursos así como la ubicación y ordenamiento de los mismos dentro de los planes de estudio varían de forma no significativa en cada uno de los planes y mantienen una misma secuencia para su impartición, aun con las diferencias en el uso de los ciclos académicos.
4. La Universidad de San Carlos es la entidad que menor cantidad de tiempo asigna para impartir cada uno de los cursos de cada área profesional, aún con esto, se mantiene al nivel de las otras entidades al ser capaz de impartir básicamente la misma cantidad de información, que es común para todas las universidades, en un lapso menor de tiempo. La carrera ofrece una amplia variedad de cursos optativos para el área básica y hasta

la posibilidad de obtener un diplomado en administración; sin embargo aún no cuenta con cursos optativos para las áreas profesionales, para una mayor profundización de los conocimientos de la carrera.

5. Debido a que existen pocas diferencias en los contenidos de los cursos de todas las universidades se propone una pequeña cantidad de temas, para también un reducido número de cursos. Para el curso del área de Telecomunicaciones, Radiocomunicaciones Terrestres, se propone implementar para la práctica de laboratorio el tema de Antenas de Microondas. En el área Digital, para el curso Electrónica 5, se tienen los temas de Expansión de la Memoria y Diagramas de Tiempo, así como el tema de Informática Industrial, para el curso Robótica; se plantea el tema de Incorporación del Robot Dentro de la Fábrica, que también se integraría a la práctica de laboratorio.
6. Para el curso Electrónica 4, perteneciente al área Analógica, se presenta el tema de Conversión entre Dominios Analógico y Digital y, para el curso Sistemas de Control, siempre de la misma área, se proponen los temas de Observadores, Control de Sistemas con Retardos y Control Determinístico. Por último para el curso de Instrumentación Eléctrica del área de Electrotecnia se plantean los temas de Analizadores de Espectro, Analizadores Lógicos y Analizadores de Redes. Los temas seleccionados sirven de complemento a los cursos y son una elección basada en los conocimientos de los catedráticos que conocen mejor los requerimientos que se hacen de esta profesión por parte de la sociedad.
7. La inclusión y orden de los contenidos académicos seleccionados se realiza con base en el conocimiento de los catedráticos y están ordenados para que coincidan dentro del curso con el cual están relacionados y para

mantener la sucesión lógica de la estructura de los programas de curso, en su mayoría forman un complemento a los temas del curso en que se ubican; únicamente la parte de sistemas embebidos se plantea para formar un curso nuevo.

8. Para poder realizar la continuación de la mejora del pensum es necesario cumplir con los diferentes criterios de evaluación establecidos, los cuales se incluyen dentro de la herramienta de evaluación propuesta. Cuando se encuentra que existen fallas, según lo establecido por la herramienta de evaluación, se debe utilizar cualquiera de los métodos planteados para obtener la información de lo que es necesario, sea relacionado a los cursos o cualquier otro aspecto, para que el pensum logre formar un profesional que responda a las demandas del entorno al que se enfrenta.

RECOMENDACIONES

1. La comparación de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad de San Carlos con las universidades seleccionadas de Iberoamérica muestra un alto grado de similitud entre ellas, pero para obtener una visión más amplia debería compararse con otras universidades que estén bien posicionadas, según los *rankings*, sin tomar en cuenta la región a la que pertenecen o bien con las mejores de un país que posea gran similitud a la sociedad guatemalteca, ya que las necesidades de sus sociedades demandarán aspectos comunes a sus profesionales.
2. Se debe considerar evaluar la extensión del tiempo que se asigna a la impartición de cada uno de los cursos profesionales, así como la creación de cursos dentro de las áreas profesionales que tengan carácter opcional o la creación de nuevas áreas relacionadas con la Ingeniería Electrónica, para así permitir a los estudiantes profundizar en las áreas de su profesión.
3. Para establecer más exactamente la similitud entre la Ingeniería Electrónica o cualquier otra carrera de la Universidad de San Carlos y la de otras universidades, se debe tomar en cuenta la comparación de sus programas de laboratorio y también incluir la de los cursos del área básica y complementaria. Implementándose aquello que se considere de beneficio a la formación de los estudiantes, pero siempre contando con la asesoría de los encargados de cada curso.

4. Es necesario el establecimiento de procedimientos de evaluación por parte de la Dirección de Desarrollo Académico, para asegurar un constante mejoramiento de los planes de estudio y que todas las carreras de todas las Facultades sean evaluadas con los mismos criterios, tal como se realiza en Costa Rica y México, que cuentan con una institución encargada de esto.

BIBLIOGRAFÍA

1. DÍAZ SOLARES, Roberto Fabio. *Elaboración de un catálogo de estudios para el programa de ingeniería electrónica, de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 553 p.
2. DIRECCIÓN DE SERVICIOS PARA LA FORMACIÓN INTEGRAL. *Modelo de seguimiento y evaluación de planes de estudios* [en línea]. <http://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CEsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.uia.mx%2Fciees%2F3_modelo_educativo_y_plan_est%2Factualizacion_plan_estudioe%2Fmodelo_seguim_plan_est.doc&ei=7IKUPuiEseV6QHN3rIS&usg=AFQjCNEurXle_pL7YyOSDh2bPC49sa4MA&sig2=4yO44sPm7zl2V VMPAmO0mg>. [Consulta: junio de 2012].
3. ENRIQUEZ, Sergio; SANTIZO, Francisco. *Análisis e investigación de las carreras de Ingeniería Mecánica Industrial*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1977. 100 p.
4. PUENTE ROMERO, Guillermo Antonio. *Tesis* [correo electrónico]. Mensaje en: <gapuenter@gmail.com>. 6 abril 2011; 16:23. <denispicn@gmail.com>. Comunicación personal. [Consulta: 7 de abril de 2011].

5. ROLDÁN SANTAMARÍA, Leda María. *Educación* [en línea]. Ciudad Universitaria Rod, Costa Rica: 2005. Elementos para evaluar planes de estudio en la educación superior, <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/440/44029111.pdf>>. ISSN (versión impresa): 0379-7082. [Consulta: junio de 2012].
6. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. *Ingeniería Electrónica* [en línea]. Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 32 – Perú: 2010. <http://facultad.pucp.edu.pe/ingenieria/index.php?option=com_detalle&task=view&secc=14&cat=59&cont=146&btn_back=1&Itemid=89>. [Consulta: mayo de 2011].
7. UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. *Planificaciones* [en línea]. Av. Paseo Colón 850 – C1063ACV – Buenos Aires – Argentina: 2009. <<http://www.fi.uba.ar/institucional/index.php?cm=1&n=1&m=138&idl=767&idi=245>>. [Consulta: mayo de 2011].
8. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. *Plan de Estudios del Programa Académico de Ingeniería Electrónica* [en línea]. Bucaramanga – Colombia. Cra 27 calle 9: 2011. <<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/e3t/programasAcademicos/ingenieriaElectronica/planEstudios.html>>. [Consulta: mayo de 2011].

9. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. *Ingeniería Eléctrica y Electrónica* [en línea]. Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México D.F. CP 04510: 2009. <http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/Carreras/planes2010/ingElectingE_Plan.htm>. [Consulta: mayo de 2011].
10. UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO. *Asignaturas por curso* [en línea]. Barrio Sarriena s/n. Leioa 48940 Vizcaya – País Vasco – España. <http://www.ingeniaritza-gasteiz.ehu.es/p232-content/es/pls/entrada/plew0040.htm_siguiete?p_sesion=&p_cod_idioma=CAS&p_en_portal=S&p_cod_centro=163&p_cod_plan=GIEIAU10&p_anyoAcad=act&p_menu=asig_cursos#dis_X2>. [Consulta: mayo de 2011].
11. UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR. *EC3XX* [en línea]. Valle de Sartenejas – Edo. Miranda. 1080-A – Venezuela. <http://www.labc.usb.ve/EC/?page_id=59>. [Consulta: mayo de 2011].

ANEXO

Criterios para evaluar los elementos del plan de estudios

1. Fundamentación del plan de estudios

- a. Justifica, con base en la problemática del entorno, la necesidad de formar profesionales con un cierto perfil.
- b. Indica las ocupaciones a las que previsiblemente se dedicarán los egresados y las relaciona con esa problemática.
- c. Indica de qué manera el plan contribuye al logro de la misión de la UIA y, si es el caso, algunas especificaciones que se derivan de ella.
- d. Señala las ventajas que presenta el plan de la UIA en relación con otros ofrecidos por instituciones de nivel equivalente.
- e. Describe la tendencia general de la demanda del programa o de programas similares en el Distrito Federal y la magnitud de esa demanda que es captada por la UIA.
- f. Contempla estudios prospectivos de demanda

2. Perfil ideal del egresado

- a. Describe el perfil del egresado atendiendo a las especificaciones del marco conceptual y operativo vigentes (formación profesional con perspectiva humanista y compromiso social) y considerando las características requeridas para desempeñar las ocupaciones a las que previsiblemente se dedicarán los egresados.
- b. Utiliza atributos claros y evaluables en su descripción.
- c. Responde a los avances científicos y tecnológicos del campo profesional.
- d. Se tienen evidencias del grado en el que se desarrolla el perfil ideal del egresado.

3. Coherencia del plan de estudios con el perfil ideal del egresado

- a. El conjunto de las materias atiende y evalúa todos los atributos del perfil.
- b. Todo atributo del perfil está contemplado en los objetivos de uno o más cursos.
- c. El plan de estudios contempla los avances científicos y tecnológicos del campo profesional señalados en el perfil.

4. Coherencia interna del plan de estudios

- a. La secuencia de las materias en el plan ideal facilita el aprendizaje.
- b. Las seriaciones establecidas en el plan de estudios responden a una lógica secuencial de la adquisición del aprendizaje.
- c. El número de horas teóricas y prácticas contempladas en el plan de estudios corresponde con lo que requiere el perfil ideal del egresado.

5. Eficiencia general del programa

- a. La carga prevista en el plan ideal es adecuada, la mayoría de los alumnos termina a tiempo.
- b. Se toman medidas adecuadas para reducir el número de alumnos desertores o irregulares.

6. Flexibilidad del plan de estudios

- a. Las materias que puede elegir el estudiante son suficientes para lograr el perfil del egresado y atender a los intereses de los alumnos.
- b. La oferta de cursos es suficiente para que el alumno curse el plan ideal en los tiempos mínimos y máximos, previstos por el reglamento respectivo.
- c. Las materias optativas permiten adquirir diferentes perfiles profesionales y/o conocimientos interdisciplinarios.

7. Departamentalización del plan de estudios

- a. Las materias están a cargo del departamento que cultiva la disciplina.
- b. Las guías de estudios modelo reflejan los avances en la disciplina.
- c. Las guías de estudios modelo de estas materias corresponden a las necesidades de formación de los estudiantes del programa.
- d. No se restringe la admisión de alumnos de diferentes licenciaturas a la misma materia (no hay grupos bloqueados).

8. Coherencia interna de los elementos de la guía de estudios modelo

- a. Hay coherencia entre los objetivos, los temas, el método y la evaluación.
- b. Los elementos anteriores son congruentes con las áreas, dimensiones y competencias señaladas en la “Importancia de la Asignatura”.
- c. Son congruentes los objetivos y contenidos de las materias con el tiempo previsto (créditos).
- d. Las guías de estudios modelo se actualizan periódicamente, contemplando los avances científicos y tecnológicos de la disciplina.

9. Operación de algunas áreas, materias y/o aspectos del plan de estudios que ameriten especial atención, tales como:

- a. Las materias del Área de Síntesis y Evaluación.
- b. Las actividades que permiten la vinculación del estudiante con la realidad social (prácticas profesionales, Servicio Social, etc.).
- c. Las materias o acciones orientadas a que los estudiantes se expresen correctamente.
- d. Las acciones orientadas al dominio de un segundo idioma (inglés) y de herramientas tecnológicas.

10. Intercambio e internacionalización

- a. Existe intercambio de estudiantes a nivel nacional e internacional.
- b. El plan de estudios satisface estándares nacionales e internacionales relevantes.

11. Perfil del alumno de primer ingreso

- a. Existe un perfil ideal del alumno de primer ingreso.
- b. El perfil ideal del alumno que ingresa al programa:
 - Es congruente con los requisitos de las materias de los primeros semestres.

- Tiene atributos claros y evaluables.
- c. Existen evidencias de las características de los alumnos que ingresan, con respecto a ese perfil.
- d. Se realizan acciones remediales para los alumnos que no cubren el perfil.

12. Impacto del plan de estudios

- a. Los egresados se encuentran laborando en el campo de trabajo previsto.
- b. El número de aspirantes e inscritos en el plan de estudios corresponde con lo esperado.

13. Otros elementos que el departamento considere conveniente revisar