



**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR**  
**Vicerrectorado Académico**  
**División de Física y Matemática**

1. Departamento: *Mecánica*

2. Asignatura: *Instrumentación y Medición*

3. Código de la asignatura: MC-3411

No. de unidades-crédito: 3

No. de horas semanales: Teoría: 3      Práctica: 1      Laboratorio: 1

4. Fecha de entrada en vigencia de este programa: Abril-Julio 2015

5. OBJETIVO GENERAL: *La asignatura tiene como objeto fundamental que el estudiante conozca y aplique herramientas básicas en el procesamiento de datos en un sistema de medición: abarcando fundamentos de metrología y sobre diseño de experimentos aplicados a procesos de medición. El estudiante también será instruido en principios de funcionamiento, calibración y criterios de selección de transductores comúnmente usados en ingeniería.*

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: *El estudiante tendrá competencias para:*

*Identificar elementos típicos en un sistema de instrumentación general.*

*Procesar estadísticamente mediciones obtenidas en procesos estacionarios.*

*Estimar Incertidumbre en procesos de medición directos e indirectos.*

*Identificar e Interpretar características estáticas y dinámicas de sistemas de instrumentación.*

*Reconocer procedimientos típicos para la calibración estática y dinámica de sistemas de instrumentación.*

*Aplicar métodos básicos para la determinación de variabilidad significativa en resultados o ensayos experimentales (i.e. Análisis de Varianza).*

7. CONTENIDO:

***Fundamentos de Metrología (1 semana)***

*Conceptos fundamentales en metrología. Definiciones según el vocabulario internacional de Metrología (VIM) vinculadas a procesos de medición. Definición de Incertidumbre en el contexto metrológico. Descripción general de un sistema de instrumentación. Reconocimiento de elementos típicos en sistemas de instrumentación en lazo abierto y cerrado.*

### ***El modelo de incertidumbre en procesos metrológicos (3 semanas)***

Revisión de fundamentos de estadística aplicada para procesos metrológicos. Revisión de modelos de distribuciones probabilísticas. Medidas de tendencia y de dispersión para diferentes distribuciones probabilísticas. La distribución Normal y la relevancia del teorema del valor central. Propagación de incertidumbre para mediciones directas e indirectas mediante linealización. Criterio para la evaluación estadística de la calidad de las mediciones (Criterio de Chauvenet). Uso del método de Montecarlo para la propagación de incertidumbre. Revisión de las prácticas para el inventario y estimación de incertidumbre en metrología, según recomendaciones de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM).

### ***Introducción al Diseño de Experimentos aplicado en metrología (2 semanas)***

*Justificación del diseño de experimentos en procesos de medición. Análisis de Varianza (ANOVA). Relación entre variables dependientes e independientes, matrices de experimentos, matrices de factorial completo, matrices de factorial parcial y arreglos ortogonales. Construcción de modelos y su uso.*

### ***Caracterización de Sistemas de Medición (2 semanas)***

*Identificación de características estáticas. Calibración estática. Identificación de características dinámicas. Calibración dinámica. Errores típicos que afectan las características de un sistema de medición. Prácticas de laboratorio: calibración estática y dinámica de sensores.*

### ***Transductores (2 semanas)***

*Definición de transductor y sensor. Clasificación general y principio de funcionamiento de transductores más comunes en la industria: transductores de presión, de flujo, temperatura, desplazamiento, velocidad, aceleración, fuerza y deformación.*

### ***Condicionamiento de señales de medición (2 semanas)***

*Clasificación y características generales de sistemas condicionadores de señales de medición. Fundamentos de procesamiento digital de sistemas de medición: conversión analógica-digital. Definición de tipos filtros para la supresión de frecuencias: filtro pasa-alto, pasa-bajo, pasa-bajo, pasa-banda, supresor de banda. Características básicas. Interfaz en sistemas de medición modernos: Introducción a la Instrumentación virtual.*

8. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS: *El contenido programático de la asignatura será presentado mediante dos sesiones semanales de dos horas académicas cada una. Se utilizarán recursos audiovisuales para la presentación de los tópicos del programa, suministrando material de referencia y complementario diverso, vinculado con varios temas cubierto por las asignatura, procurando que la mayoría se encuentre disponible mediante acceso a cualquiera de las plataformas de gestión de aprendizaje ofrecidas por la USB en su página WEB.*

*Serán complementadas las clases teóricas con, al menos, tres sesiones de prácticas de laboratorio. Las sesiones de laboratorio básicas comprenden: ensayo de calibración estática, ensayo de calibración dinámica y sobre conversión y procesamiento de señales analógicas. Adicionalmente debe estar prevista sesiones en sala de computadora para realizar ejercicios asistidos por cualquier herramienta computacional para ilustrar los fundamentos de procesamiento estadístico contemplados en el curso.*

*La presentación de los fundamentos teóricos serán expuestos mediante la ilustración de ejemplos de sistemas de medición reales, procurado promover la discusión entre los estudiantes de los distintos elementos que puedan identificarse en sistemas reales, como también la participación en clase para*

9. ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN: *Los tópicos pautados en el contenido serán evaluados mediante asignaciones no solo orientados a la aplicación y revisión de la teoría vista, sino también requiriendo que el estudiante discuta, consulte y estudie referencias bibliográficas complementarias. La evaluación del curso, se sugiere sea distribuida en dos partes: evaluación teórica y evaluación práctica. El porcentaje recomendado para la evaluación teórica es 60% de la evaluación total, pudiendo distribuirla uniformemente entre dos exámenes parciales y un proyecto final. El proyecto podrá ser formulado por el estudiante, siempre que tenga vinculación con cualquiera de los tópicos cubiertos en la asignatura. En este caso el estudiante presentará al profesor un anteproyecto para evaluar y delimitar el alcance de la propuesta. Dependiendo del proyecto formulado, éste podrá realizarse en grupo (máximo tres estudiantes). La evaluación práctica, que comprende el resto del porcentaje, podrá distribuirse entre las sesiones prácticas de laboratorio y en sala de computadoras (20%), y asignaciones individuales (20%).*

#### 10. FUENTES DE INFORMACIÓN:

Creus, A., *Instrumentación Industrial*. Octava Edición. Alfaomega Grupo Editor. México. 2010.

Dally, J. W., Riley, W. F., McConnell, K. G. *Instrumentation for Engineering Measurements*. Second Edition, John Wiley and Sons, 1993.

Figliola, R. S., Beasley, D. E. *Theory and Design for Mechanical Measurements*. Third Edition, John Wiley and Sons, 4<sup>th</sup> ed, 2005.

Montgomery, D, y George, R., *Probabilidad y Estadísticas Aplicadas a la Ingeniería*. Segunda Edición. Limusa Wiley. 2011.

Doebelin, E. *Engineering Experimentation*, McGraw-Hill, 1995.

Box, G. E. P., Hunter, W. G., Hunter, J. S. *Statistics for Experimenters*, John Wiley and Sons, 2<sup>nd</sup> ed, 2005.

JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*. Joint Committee for Guides in Metrology. Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), (2008).

JCGM 200:2008 *International Vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*. Joint Committee for Guides in Metrology. Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), (2008).

JCGM 101:2008. *Evaluation of measurement data — Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” — Propagation of distributions using a Monte Carlo method*. Joint Committee for Guides in Metrology. Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), (2008).

Bailey D., Wright E., 2003, *Practical SCADA for Industry*, Newnes (Elsevier), Gran Bretaña.

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES: *Será fijado por el profesor al inicio de cada trimestre, atendiendo el contenido programático, así como la evaluación sugerida.*