



National University of Engineering (UNI)
School of Computer Science
Syllabus 2026-I

1. COURSE

BMA104. Advanced Differential and Integral Calculus (Mandatory)

2. GENERAL INFORMATION

2.1 Course	: BMA104. Advanced Differential and Integral Calculus
2.2 Semester	: 3 rd Semester.
2.3 Credits	: 5
2.4 Hours	: 4 HT; 2 HP;
2.5 Duration of the period	: 16 weeks
2.6 Type of course	: Mandatory
2.7 Learning modality	: Face to face
2.8 Prerequisites	: BMA102. Differential Calculus. (1 st Sem)

3. PROFESSORS

Meetings after coordination with the professor

4. INTRODUCTION TO THE COURSE

Advanced differential and integral calculus provides the rigorous foundations for understanding multidimensional phenomena in engineering and computer science. This course covers vector functions, multivariable calculus, differentiable transformations, multiple integrals, and integral calculus on manifolds, including the fundamental theorems of Green, Stokes, and Gauss. These tools are essential for modeling complex systems, optimizing multivariable functions, and solving problems in computer graphics, computer vision, and physical simulations.

5. GOALS

- Study vector functions of a real variable and the differential geometry of space curves.
- Apply differential calculus to functions of several variables: partial derivatives, gradient, tangent plane, optimization, and Taylor's theorem.
- Analyze differentiable transformations between vector spaces using the Jacobian matrix and the inverse and implicit function theorems.
- Evaluate multiple integrals in different coordinate systems and compute areas, volumes, and centers of mass.
- Compute line integrals and apply Green's Theorem and the concept of conservative fields.
- Compute surface integrals and apply Stokes' Theorem and the Divergence Theorem.

6. COMPETENCES

AG-C07) Computing Knowledge: Applies knowledge of mathematics, science, and computing. (Assessment)

7. TOPICS

Unit 1: Funciones Vectoriales de una Variable Real (14 hours)	
Competences Expected: AG-C07	
Topics	Learning Outcomes
- Definición, dominio y rango de funciones vectoriales de una variable real - Límites, continuidad y derivadas de funciones vectoriales - Longitud de arco y parametrización natural de una curva - Vectores tangente, normal y binormal; triedro móvil de Frenet - Curvatura, torsión y fórmulas de Frenet-Serret	- Identificar límites, continuidad y derivadas de funciones vectoriales de una variable real [Familiarizarse] - Calcular vectores tangente, normal y binormal y reparametrizar una curva por longitud de arco [Usar] - Calcular curvatura y torsión usando las fórmulas de Frenet-Serret [Evaluar]
Readings : [Apo97], [MT11]	

Unit 2: Cálculo Diferencial Multivariable (18 hours)	
Competences Expected: AG-C07	
Topics	Learning Outcomes
- Límites y continuidad de funciones de varias variables en $\mathbb{R}^n$ - Derivadas parciales, derivadas direccionales y el vector gradiente - Plano tangente, diferencial total y aproximación lineal - Extremos de funciones multivariantes y multiplicadores de Lagrange - Teorema de Taylor para funciones de varias variables	- Evaluar límites y determinar la continuidad de funciones de varias variables [Familiarizarse] - Calcular gradientes, derivadas direccionales y planos tangentes para funciones multivariantes [Usar] - Aplicar multiplicadores de Lagrange para resolver problemas de optimización con restricciones [Usar] - Expandir funciones de varias variables usando el teorema de Taylor y estimar cotas de error [Evaluar]
Readings : [Apo97], [MT11]	

Unit 3: Transformaciones Multivariantes (12 hours)	
Competences Expected: AG-C07	
Topics	Learning Outcomes
- Transformaciones de $\mathbb{R}^n$ a $\mathbb{R}^m$ y su diferenciabilidad - Matriz jacobiana y determinante jacobiano - Cambio de variable en coordenadas polares, cilíndricas y esféricas - Teorema de la función inversa - Teorema de la función implícita en contextos multivariantes	- Describir transformaciones entre sistemas de coordenadas usando la matriz jacobiana [Familiarizarse] - Calcular el jacobiano y aplicar cambio de variable para evaluar integrales múltiples [Usar] - Aplicar los teoremas de la función inversa y de la función implícita para analizar invertibilidad local [Evaluar]
Readings : [Apo97], [MT11]	

Unit 4: Integrales Múltiples (18 hours)	
Competences Expected: AG-C07	
Topics	Learning Outcomes
• Integrales dobles sobre rectángulos y regiones generales; integrales iteradas (teorema de Fubini) • Integrales dobles en coordenadas polares y fórmula de cambio de variable • Integrales triples en coordenadas cartesianas y aplicaciones a volumen y masa • Integrales triples en coordenadas cilíndricas y esféricas • Aplicaciones: área, volumen, centros de masa y momentos de inercia	• Evaluar integrales dobles y triples sobre regiones generales usando integrales iteradas [Usar] • Aplicar cambios de coordenadas en sistemas polares, cilíndricos y esféricos para simplificar integrales múltiples [Usar] • Calcular áreas, volúmenes y centros de masa usando integrales múltiples [Evaluar]
Readings : [Apo97], [MT11]	

Unit 5: Integrales de Línea y Campos Vectoriales (10 hours)	
Competences Expected: AG-C07	
Topics	Learning Outcomes
• Campos vectoriales: definición, visualización, divergencia y rotacional • Integrales de línea de funciones escalares: longitud de arco y masa • Integrales de línea de campos vectoriales: trabajo y circulación • Campos conservativos, funciones potencial e independencia de la trayectoria • Teorema de Green y sus aplicaciones en el plano	• Calcular integrales de línea escalares y vectoriales sobre curvas orientadas [Usar] • Determinar si un campo vectorial es conservativo y construir su función potencial [Usar] • Aplicar el Teorema de Green para evaluar integrales de línea mediante integrales dobles [Evaluar]
Readings : [Apo97], [MT11]	

Unit 6: Integrales de Superficie y Teoremas Fundamentales (12 hours)	
Competences Expected: AG-C07	
Topics	Learning Outcomes
• Superficies paramétricas, plano tangente y área de superficie • Integrales de superficie de funciones escalares • Integrales de flujo: integrales de superficie de campos vectoriales • Teorema de Stokes: relación entre integrales de línea e integrales de superficie • Teorema de la Divergencia (Gauss): relación entre flujo e integral de volumen	• Parametrizar superficies y evaluar integrales de superficie escalares y de flujo [Usar] • Aplicar los Teoremas de Stokes y de la Divergencia para reducir integrales complejas [Evaluar] • Relacionar propiedades diferenciales locales (rotacional, divergencia) con el comportamiento global mediante teoremas integrales [Evaluar]
Readings : [Apo97], [MT11]	

8. WORKPLAN

8.1 Methodology

Individual and team participation is encouraged to present their ideas, motivating them with additional points in the different stages of the course evaluation.

8.2 Theory Sessions

The theory sessions are held in master classes with activities including active learning and roleplay to allow students to internalize the concepts.

8.3 Practical Sessions

The practical sessions are held in class where a series of exercises and/or practical concepts are developed through problem solving, problem solving, specific exercises and/or in application contexts.

9. EVALUATION SYSTEM

***** EVALUATION MISSING *****

10. BASIC BIBLIOGRAPHY

- [Apo97] Tom M. Apostol. *Calculus, Vol. II: Multi-Variable Calculus and Linear Algebra with Applications*. 2nd. John Wiley & Sons, 1997.
- [MT11] Jerrold E. Marsden and Anthony Tromba. *Vector Calculus*. 6th. W. H. Freeman and Company, 2011.