



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA:		TEORÍA DE FILTROS		TIPO DE ASIGNATURA:		OBLIGATORIA									
CODIGO:	3330	UNIDADES:	4	REQUISITOS:	0256										
HORAS/SEMANA:	6	TEORÍA:	3	PRÁCTICA:	3	LABORATORIO:		SEMINARIO:	-	TRABAJO SUPERVISADO:		HORAS TOTALES DE ESTUDIO:	30	SEMESTRE:	5

## 1. FUNDAMENTACIÓN

La adquisición y procesamiento de datos geofísicos requieren un conjunto de conocimientos fundamentales sobre filtros tanto desde el punto de vista matemático como instrumental, para el análisis, síntesis, representación y acondicionamiento de datos.

## 2. PROPÓSITO

Impartir a los estudiantes los conocimientos fundamentales en análisis de señales que lo capaciten para la aplicación de estas técnicas al procesamiento de los datos geofísicos.

## 3. OBJETIVOS GENERALES

### 3.1 Series de Fourier.

El alumno será capaz de conocer y aplicar las series de Fourier a las funciones periódicas de período 2 y de cualquier período T.

### 3.2 Transformación de Fourier de funciones de una variable independiente.

El alumno será capaz de utilizar las transformaciones de Fourier como una herramienta matemática en el análisis de señales.

### 3.3 Funciones analógicas y funciones digitales.

El alumno será capaz de generar funciones digitales a partir de funciones analógicas y viceversa.

### 3.4 Convolución.

El alumno será capaz de utilizar la convolución como una herramienta matemática en el análisis de señales Geofísicas.

### 3.5 Autocorrelación.

El alumno será capaz de utilizar la autocorrelación como una herramienta matemática en el análisis de señales geofísicas.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 15/06/2009	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 15/06/2009 HASTA:	HOJA 1/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA:		TEORÍA DE FILTROS		TIPO DE ASIGNATURA:		OBLIGATORIA									
CODIGO:	3330	UNIDADES:	4	REQUISITOS:	0256										
HORAS/SEMANA:	6	TEORÍA:	3	PRÁCTICA:	3	LABORATORIO:		SEMINARIO:	-	TRABAJO SUPERVISADO:		HORAS TOTALES DE ESTUDIO:	30	SEMESTRE:	5

### 3.6 Correlación.

El alumno será capaz de utilizar la correlación como una herramienta matemática en el análisis de señales geofísicas.

### 3.7 Sistemas lineales.

El alumno será capaz de utilizar el concepto de sistema lineal en la resolución de los problemas geofísicos.

### 3.8 Deconvolución.

El alumno será capaz de utilizar el concepto de deconvolución para mejorar las señales sísmicas.

### 3.9 Filtros.

El alumno será capaz de utilizar correctamente los filtros para la separación de información geofísica útil del ruido.

## 4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

### 4.1 Series de Fourier.

- 4.1.1 Definir cuantitativamente las funciones periódicas.
- 4.1.2 Calcular el período de funciones periódicas.
- 4.1.3 Definir Series de Fourier.
- 4.1.4 Calcular las Series de Fourier a funciones periódicas de período 2.
- 4.1.5 Calcular la Serie de Fourier a funciones periódicas de período cualquier T.

### 4.2 Transformación de Fourier de funciones de una variable independiente.

- 4.2.1 Definir cuantitativamente la Transformación de Fourier y la Transformación Inversa de Fourier.
- 4.2.2 Demostrar la expresión de la transformación de Fourier de funciones reales de funciones imaginarias, funciones reales pares y reales impares aplicando la definición de Transformación de Fourier.
- 4.2.3 Definir funciones causales de tiempo.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 15/06/2009	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 15/06/2009 HASTA:	HOJA 2/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA:		TEORÍA DE FILTROS			TIPO DE ASIGNATURA:			OBLIGATORIA	
CODIGO:		UNIDADES:		REQUISITOS:					
3330		4		0256					
HORAS/SEMANA:	TEORÍA:	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO:	SEMESTRE:		
6	3	3		-		30	5		

4.2.4 Calcular la transformación de Fourier a las funciones más importantes utilizando los Teoremas Operacionales.

4.2.5 Definir la función Delta de Dirac.

4.2.6 Demostrar la transformada de Fourier de la función Delta aplicando la definición de Transformación de Fourier.

4.2.7 Calcularla transformación de Fourier de una función periódica.

4.2.8 Calcular la transformación de Fourier de una función muestreada a intervalos constantes.

4.3 Funciones analógicas y funciones digitales.

4.3.1 Definir función analógica y función digital.

4.3.2 Demostrar el Teorema del Muestreo aplicando la transformación de Fourier.

4.3.3 Describir el fenómeno de Aliasing.

4.4 Convolución.

4.4.1 Definir convolución.

4.4.2 Calcular la convolución a funciones analíticas.

4.4.3 Calcular la convolución a funciones digitales.

4.4.4 Demostrar el Teorema de la Convolución aplicando la transformación de Fourier.

4.5 Autocorrelación.

4.5.1 Definir autocorrelación.

4.5.2 Calcular la autocorrelación a funciones analíticas.

4.5.3 Calcular la autocorrelación a funciones digitales.

4.5.4 Calcular el Espectro de Energía a funciones analíticas y a funciones digitales.

4.6 Correlación.

4.6.1 Definir correlación.

4.6.2 Calcular la correlación a funciones analíticas.

4.6.3 Calcular la correlación a funciones digitales.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 15/06/2009	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 15/06/2009 HASTA:	HOJA 3/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA:		TEORÍA DE FILTROS		TIPO DE ASIGNATURA:		OBLIGATORIA									
CODIGO:	3330	UNIDADES:	4	REQUISITOS:	0256										
HORAS/SEMANA:	6	TEORÍA:	3	PRÁCTICA:	3	LABORATORIO:		SEMINARIO:	-	TRABAJO SUPERVISADO:		HORAS TOTALES DE ESTUDIO:	30	SEMESTRE:	5

#### 4.7 Sistemas lineales.

4.7.1 Definir Sistema Lineal.

4.7.2 Enumerar las propiedades de un sistema lineal.

4.7.3 Calcular la respuesta de un sistema lineal a partir de la entrada al sistema y las características matemáticas del mismo.

4.7.4 Definir transformada en Z.

4.7.5 Calcular la transformada Z en series de una variable independiente.

4.7.6 Calcular utilizando la transformada en Z la respuesta de un sistema lineal.

#### 4.8 Deconvolución.

4.8.1 Definir ondícula.

4.8.2 Describir los diferentes tipos de ondículas.

4.8.3 Definir deconvolución.

4.8.4 Calcular la deconvolución de una respuesta al impulso de dos términos.

4.8.5 Calcular la deconvolución de una respuesta a un impulso de longitud arbitraria.

4.8.6 Deconvolución aproximada de una ondícula de retardo mínima de dos términos.

4.8.7 Calcular la deconvolución aproximada de una ondícula de retardo mínimo de longitud arbitraria.

4.8.8 Calcular la deconvolución predictiva a una ondícula de longitud arbitraria.

4.8.9 Calcular la deconvolución impulsiva a una ondícula de longitud arbitraria.

#### 4.9 Filtros.

4.9.1 Definir filtro.

4.9.2 Enumerar los diferentes tipos de filtro.

4.9.3 Describir la distorsión que sufre una señal al pasara través de un filtro.

4.9.4 Describir los diferentes tipos de filtros digitales ideales (paso bajo, paso alto, paso de banda).

4.9.5 Describir la diferencia entre filtros ideales y filtros reales.

4.9.6 Calcular un filtro digital del tipo Butterworth.

4.9.7 Calcular un filtro digital del tipo Chevychev.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 15/06/2009	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 15/06/2009 HASTA:	HOJA 4/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA:		TEORÍA DE FILTROS		TIPO DE ASIGNATURA:		OBLIGATORIA	
CODIGO:	UNIDADES:		REQUISITOS:				
3330	4		0256				
HORAS/SEMANA:	TEORÍA:	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO:	SEMESTRE:
6	3	3		-		30	5

4.9.8 Calcular filtros de paso bajo, paso alto y paso de banda.

## 5. PROGRAMA SINÓPTICO

- 5.1 Series de Fourier.
- 5.2 Transformación de Fourier de funciones de una variable independiente.
- 5.3 Funciones analógicas t funciones digitales.
- 5.4 Convolución.
- 5.5 Autocorrelación.
- 5.6 Correlación.
- 5.7 Sistemas lineales.
- 5.8 Deconvolución.
- 5.9 Filtros.

## 6. PROGRAMA DETALLADO

- 6.1 Series de Fourier (5 horas).
  - 6.1.1 Funciones Periódicas y Series Trigonométricas.
  - 6.1.2 Series de Fourier de Período 2 y Fórmulas de Euler.
  - 6.1.3 Condiciones de Dirichlet. Ejemplos y Problemas.
- 6.2 Transformación de Fourier de funciones de una variable independiente (23 horas).
  - 6.2.1 Definición.
  - 6.2.2 Significado, representaciones gráficas.
  - 6.2.3 Formas Especiales de la Transformada de Fourier.
  - 6.2.4 Transformada de Fourier de funciones reales de tiempo.
  - 6.2.5 Funciones Imaginarias de tiempo.
  - 6.2.6 Funciones pares de tiempo.
  - 6.2.7 Funciones impares de tiempo.
  - 6.2.8 Definición de funciones causales de tiempo.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 15/06/2009	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 15/06/2009 HASTA:	HOJA 5/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA**



<b>ASIGNATURA:</b> TEORÍA DE FILTROS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> OBLIGATORIA			
<b>CODIGO:</b> 3330	<b>UNIDADES:</b> 4			<b>REQUISITOS:</b> 0256			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 6	<b>TEORÍA:</b> 3	<b>PRÁCTICA:</b> 3	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b> -	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 30	<b>SEMESTRE:</b> 5

6.2.9 Teoremas Operacionales de la Transformada de Fourier. Linealidad. Simetría, cambio de Escala, Deslizamiento en el tiempo. Deslizamiento en la frecuencia. Diferenciación con respecto al tiempo. Diferenciación con respecto a la frecuencia. Funciones conjugadas. Ejemplos.

6.2.10 Función Delta.

6.2.11 Transformada de Fourier de funciones singulares. Ejemplos.

6.2.12 Transformada de Fourier de una función periódica.

6.2.13 Transformada de Fourier de una función muestreada a intervalos constantes.

6.3 Digitación, Convolución, Autocorrelación y Correlación (21 horas).

6.3.1 Series analógicas y digitales.

6.3.2 Teorema del muestreo en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Fenómeno de Aliasing.

6.3.3 Convolución y sus expresiones analíticas y digitales a funciones transitorias. Ejemplos y problemas.

6.3.4 Teorema de la convolución.

6.3.5 Espectro de energía, autocorrelación a una función transitoria. Definición, su expresión analítica y digital. Aplicaciones, ejemplos y problemas.

6.3.6 Energía de una señal.

6.3.7 Correlación de una función transitoria. Definición, su expresión analítica y digital. Aplicaciones, ejemplos y problemas.

6.4 Sistemas lineales (9 horas).

6.4.1 Definiciones, Linealidad, Invariancia con el tiempo. Estabilidad, Pasivo.

6.4.2 Función de transferencia.

6.4.3 Cálculo de la respuesta de un sistema lineal dados la entrada y las características matemáticas del sistema.

6.4.4 Cuadro completo de la aplicación de la Transformada de Fourier a los sistemas lineales. Ejemplos y problemas.

6.4.5 Transformada en Z, cálculo de la transformada en Z a series de una variable independiente, cálculo utilizando transformada en Z de la respuesta de un sistema lineal.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA:		TEORÍA DE FILTROS			TIPO DE ASIGNATURA:			OBLIGATORIA							
CODIGO:	3330	UNIDADES:		4	REQUISITOS:			0256							
HORAS/SEMANA:	6	TEORÍA:	3	PRÁCTICA:	3	LABORATORIO:		SEMINARIO:	-	TRABAJO SUPERVISADO:		HORAS TOTALES DE ESTUDIO:	30	SEMESTRE:	5

### 6.5 Deconvolución (14 horas).

6.5.1 Ondícula, Descripción de los diferentes tipos de ondículas.

6.5.2 Deconvolución.

6.5.3 Cálculo de la deconvolución de una respuesta al impulso de dos términos.

6.5.4 Cálculo de la deconvolución de una respuesta al impulso de longitud arbitraria.

6.5.5 Cálculo de la deconvolución aproximada de una ondícula de retardo mínima de dos términos.

6.5.6 Cálculo de la deconvolución aproximada de una ondícula de retardo mínima, de longitud arbitraria.

6.5.7 Cálculo de la deconvolución predictiva a una ondícula de longitud arbitraria.

6.5.8 Cálculo de la deconvolución impulsiva a una ondícula de longitud arbitraria.

### 6.6 Filtros (12 horas).

6.6.1 Filtro, los diferentes tipos de filtro.

6.6.2 Descripción de la distorsión que sufre una señal al pasar a través de un filtro.

6.6.3 Descripción de los diferentes tipos de filtros digitales ideales (paso bajo, paso alto, paso de banda).

6.6.4 Descripción de la diferencia entre filtros ideales y filtros reales.

6.6.5 Cálculo de un filtro digital del tipo Butterworth.

6.6.6 Cálculo de un filtro digital del tipo Chebyshev.

6.6.7 Cálculo de filtros de paso bajo, paso alto y paso de banda.

## 7. ESTRATEGIAS INSTRUCCIONALES

La asignatura será dictada bajo las estrategias de clases magistrales.

## 8. MEDIOS INSTRUCCIONALES

Los medios instruccionales utilizados en la asignatura son: pizarrón, marcadores y tizas.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 15/06/2009	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 15/06/2009 HASTA:	HOJA 7/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA:		TEORÍA DE FILTROS		TIPO DE ASIGNATURA:		OBLIGATORIA	
CODIGO:	UNIDADES:		REQUISITOS:				
3330	4		0256				
HORAS/SEMANA:	TEORÍA:	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO:	SEMESTRE:
6	3	3		-		30	5

## 9. EVALUACIÓN

La evaluación se hará mediante dos (2) exámenes parciales, un examen final y la evaluación continua que consistirá en seminarios, exámenes cortos, páneles de discusión y exposiciones sobre los contenidos del curso. La evaluación se realizará de acuerdo al siguiente esquema:

Primer Parcial	25%
Segundo Parcial	25%
Exámenes Cortos	25%
Prácticas	25%
<b>Total:</b>	<b>100%</b>

## 10. REQUISITOS

Haber aprobado la asignatura Ecuaciones Diferenciales (0256). Esta materia es requisito para las asignaturas Métodos Sísmicos (3309) y Sismología (3310).

## 11. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. Apostol, T. (1967) **Calculus, vols 1 y 2.** 2ª Ed. Reverté. 813 pp.
2. Arfken, G. and H. Weber (2001) **Mathematical Methods for Physicists.** 5<sup>ta</sup> Ed. Academic Press. 985 pp.
3. Bath, M. (1974) **Spectral Analysis in Geophysics.** Elsevier Scientific Publishing Company. 563 pp.
4. Brigham, O. (1974) **The Fast Fourier Transform.** Prentice-Hall. 252 pp.
5. Budak, B. y S. Fomin (1973) **Multiple integrals, field theory and series.** Mir Publishers. 640 pp.
6. Cheng, D. (1974) **Analysis of linear systems.** Addison-Wesley Publishing Company. 431 pp.
7. Claerbout, J. (1999) **Geophysical Exploration Mapping.** 268 pp.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 15/06/2009	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 15/06/2009 HASTA:	HOJA 8/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA:		TEORÍA DE FILTROS		TIPO DE ASIGNATURA:		OBLIGATORIA	
CODIGO:	UNIDADES:		REQUISITOS:				
3330	4		0256				
HORAS/SEMANA:	TEORÍA:	PRÁCTICA:	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO:	SEMESTRE:
6	3	3		-		30	5

8. Claerbout, J. (1976) **Fundamentals of Geophysical Data Processing**. McGraw-Hill. 274 pp.
9. Davis, J. (1973) **Statistics and Data Analysis in Geology**. John Wiley & Sons. 550 pp.
10. Davis, P. (1975) **Interpolation and Approximation**. Dover Publications. 393 pp.
11. Gonorovsky, I. (1981) **Radio Circuits and Signals**. Mir Publishers. 639 pp.
12. Hsu, H. (1973) **Análisis de Fourier**. Fondo Educativo Interamericano, 274 pp.
13. Kreyszig, E. (1976) **Matemáticas Avanzadas para Ingeniería**. Volumen II. Editorial Limusa. 988 pp.
14. Oppenheim, A. y R. Schafer (1989) **Discrete-time Signal Processing**. Prentice Hall. 879 pp.
15. Oppenheim, A. y A. Willsky (1994) **Señales y Sistemas**. Prentice-Hall Hispanoamericana, 860 pp.
16. Papoulis, A. (1977) **Signal Analysis**. McGraw-Hill Book Company. 431 pp.
17. Proakis, J. y D. Manolakis (1998) **Tratamiento digital de señales**. 3ª Ed. Prentice-Hall. 1048 pp.
18. Spiegel, M. (1974) **Schaum's outline of theory and problems of Fourier Analysis**. McGraw-Hill Book Company. 191 pp.
19. Spiegel, M. (1974) **Schaum's outline of theory and problems of Laplace Transforms**. McGraw-Hill Book Company. 261 pp.