

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE YNF

1086

7°, 8°

06

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Explotación del Petróleo

Ingeniería Petrolera

División

Departamento

Carrera(s) en que se imparte

Asignatura:

Obligatoria ☐

Optativa ☒

Horas:

Teóricas

Prácticas

Total (horas):

Semana

16 Semanas

Aprobado:
Consejo Técnico de la Facultad
Consejo Académico del Área de las Ciencias
Físico Matemáticas y de las Ingenierías

Fecha:
25 de febrero, 4 y 17 de marzo, y 16 de junio de 2005
12 de agosto de 2005

Modalidad: Curso

Seriación obligatoria antecedente: Ninguna

Seriación obligatoria consecuente: Ninguna

Objetivo(s) del curso:

Proporcionar al alumno los elementos teóricos y prácticos de simulación numérica de yacimientos naturalmente fracturados.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	3.0
2.	Ecuaciones de flujo de fluidos en yacimientos naturalmente fracturados	6.0
3.	Solución numérica de las ecuaciones de flujo monofásico	12.0
4.	Introducción a la solución numérica de problemas de flujo multifásico	9.0
	Aspectos prácticos	
5.	Datos requeridos en la simulación numérica de yacimientos fracturados	3.0
6.	Revisión de software comercial	3.0
7.	Simulación de casos prácticos	12.0
		48.0
	Prácticas de laboratorio de cómputo	0.0
	Total	48.0



1 Introducción

Objetivo: Familiarizar al alumno con los conceptos y técnicas empleados en la simulación numérica de yacimientos naturalmente fracturados

Contenido:

- 1.1 Concepción física de un yacimiento naturalmente fracturado, (YNF)
 - 1.1.1 Porosidad primaria
 - 1.1.2 Porosidad secundaria: fracturas y vóculos
- 1.2 Modelos empleados en la simulación de YNF
 - 1.2.1 Doble porosidad
 - 1.2.2 Doble porosidad-doble permeabilidad
- 1.3 Introducción a la simulación numérica de YNF
 - 1.3.1 Generalidades sobre la formulación de problemas de flujo de fluidos en YNF
 - 1.3.2 Generalidades sobre la solución numérica de las ecuaciones de flujo en YNF
 - 1.3.3 Generalidades sobre los aspectos prácticos de la simulación numérica de YNF

2 Ecuaciones de flujo de fluidos en yacimientos naturalmente fracturados

Objetivo: Que el alumno se familiarice con el origen y características de las ecuaciones que describen el flujo de fluidos en yacimientos naturalmente fracturados.

Contenido:

- 2.1 Fenómenos y procesos de flujo de fluidos en YNF
 - 2.1.1 Flujo en el sistema de porosidad secundaria
 - 2.1.2 Transferencia de fluidos matriz-fracturas:
 - 2.1.2.1 Zona de aceite bajosaturado
 - 2.1.2.2 Zona invadida por el casquete de gas
 - 2.1.2.3 Zona invadida por el acuífero
- 2.2 Ecuaciones de flujo de fluidos
 - 2.2.1 Flujo multifásico de fluidos tipo beta y beta-modificado
 - 2.2.2 Flujo de una sola fase
 - 2.2.3 Condiciones iniciales y de frontera

3 Solución numérica de las ecuaciones de flujo monofásico

Objetivo: Enseñar al alumno el proceso de solución numérica de las ecuaciones de flujo de una fase en yacimientos naturalmente fracturados

Contenido:

- 3.1 Aproximación de las ecuaciones diferenciales de flujo unidimensional mediante diferencias finitas
 - 3.1.1 Aproximación de las ecuaciones de flujo en coordenadas cartesianas
 - 3.1.2 Extensión de las ecuaciones al flujo radial, coordenadas cilíndricas y esféricas
 - 3.1.3 Aproximación y acoplamiento de condiciones iniciales y de frontera
 - 3.1.4 Estructura matricial de las ecuaciones
- 3.2 Extensión de las ecuaciones de flujo en diferencias al flujo multidimensional



- 3.2.1 Forma de las ecuaciones de flujo multidimensional
- 3.2.2 Manejo de condiciones iniciales y de frontera
- 3.2.3 Estructura matricial de las ecuaciones
- 3.3 Solución de las ecuaciones de flujo en diferencias
 - 3.3.1 Solución mediante el método de Newton-Raphson
 - 3.3.2 Reducción del sistema de ecuaciones: modelo de doble porosidad
- 3.4 Métodos de solución de los sistemas lineales de ecuaciones
 - 3.4.1 Algoritmo de Thomas para resolver problemas de flujo en una dimensión
 - 3.4.2 Métodos directos para resolver problemas de flujo multidimensionales

4 Introducción a la solución numérica de problemas de flujo multifásico

Objetivo: Extender las técnicas empleadas en la solución numérica de problemas de flujo monofásico en YNF al caso multifásico

Contenido:

- 4.1 Ecuaciones de flujo multifásico en diferencias finitas
 - 4.1.1 Flujo unidimensional
 - 4.1.2 Flujo multidimensional
 - 4.1.3 Acoplamiento de condiciones iniciales y de frontera
 - 4.1.4 Estructura matricial de las ecuaciones
- 4.2 Solución de las ecuaciones de flujo en diferencias
 - 4.2.1 Método de Newton-Raphson
 - 4.2.2 Reducción del problema matricial
- 4.3 Métodos de solución de los sistemas lineales de ecuaciones

5 Datos requeridos en la simulación numérica de yacimientos naturalmente fracturados

Objetivo: Familiarizar al alumno con los datos que se requieren en la simulación numérica de yacimientos naturalmente fracturados, su fuente y manejo

Contenido:

- 5.1 Datos requeridos
 - 5.1.1 Tipos de datos
 - 5.1.2 Origen
 - 5.1.3 Manejo
- 5.2 Tema 2
 - 5.2.1 Subtema 1
 - 5.2.2 Subtema 2

6 Revisión de software comercial

Objetivo: Dar a conocer al alumno el software comercial de mayor aplicación en la simulación numérica de yacimientos naturalmente fracturados y su manera de emplearlo en la simulación de casos de campo

Contenido:

- 6.1 Características del software
 - 6.1.1 Características generales



- 6.1.2 Opciones para representar un YNF
- 6.1.3 Formulaciones empleadas en la solución de las ecuaciones en diferencias
- 6.1.4 Métodos de solución de sistemas lineales de ecuaciones
- 6.2 Técnicas de generación de mallas
- 6.3 Manejo de datos
 - 6.3.1 Preprocesamiento de datos
 - 6.3.2 Postprocesamiento de resultados

7 Simulación de casos prácticos

Objetivo: Que el alumno se familiarice con la simulación de problemas de flujo de fluidos en YNF

Contenido:

- 7.1 Simulación de pruebas de presión en YNF, flujo monofásico
 - 7.1.1 Pruebas de incremento de presión
 - 7.1.2 Pruebas de decremento de presión
- 7.2 Simulación de problemas de conificación de fluidos
 - 7.2.1 Conificación de gas
 - 7.2.2 Conificación de agua
- 7.3 Simulación de flujo en una sección transversal
 - 7.3.1 Inyección de gas
 - 7.3.2 Inyección de agua

Bibliografía básica:

Notas del curso

Bibliografía complementaria:

Literatura técnica especializada

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	☒	Lecturas obligatorias	☒
Exposición audiovisual	☒	Trabajos de investigación	☐
Ejercicios dentro de clase	☒	Prácticas de taller o laboratorio	☒
Ejercicios fuera del aula	☒	Prácticas de campo	☐
Seminarios	☐	Otras	☐

Forma de evaluar:

Exámenes parciales	☒	Participación en clase	☒
Exámenes finales	☒	Asistencias a prácticas	☐
Trabajos y tareas fuera del aula	☒	Otras	☐

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

Ingeniero Petrolero con especialidad en Simulación Numérica de Yacimientos mínima de 7 años.