

Programa regular de asignatura

Ciclo lectivo 2018

- **Denominación de la Asignatura:** Reservorios III
- **Carrera/s a la/s cual/es pertenece:** Ingeniería en Petróleo
- **Docente/s:**
Coordinador: Lic. Luis Cazau
Integrantes del plantel docente: Ing. Diego Gastón Perez
- **Duración y carga horaria semanal:** Cuatrimestral, 5 horas semanales

Fundamentación:

La materia Reservorios III es del tipo de las tecnológicas aplicadas y se ubica en el último tramo de la Carrera de Ingeniería en Petróleo, conformando con sus materias complementarias, Reservorios I y II, un cuerpo de estudio en el cual se aborda una temática fundamental para el futuro Ingeniero en Petróleo: el conocimiento de los reservorios petrolíferos; que pueden describirse en forma general como una acumulación natural de hidrocarburos en el subsuelo, contenidos en rocas porosas o fracturadas (roca almacén), siendo retenidos por formaciones de rocas suprayacentes con baja permeabilidad (roca sello). En este conjunto de asignaturas se estudian sus tipologías, clasificaciones, características y todo aquello que tiene que ver con los fluidos en el reservorio, su capacidad de movimiento y extracción, los fenómenos que se producen durante la misma; y que sirve para un completo entendimiento de la forma óptima para realizar la extracción del hidrocarburo.

Objetivos:

Que el alumno, a través de actividades teórico-prácticas y experimentales, de carácter tanto individual como grupal, logre:

- Comprender los fundamentos teóricos y los aspectos prácticos de la simulación numérica de yacimientos y ensayos de presión en pozos de petróleo y gas.

- Explicar y aplicar los conceptos generales de simulación numérica de yacimientos y ensayos de presión en pozos de petróleo y gas.
- Aplicar conceptos físicos y matemáticos para obtener las ecuaciones que gobiernan el flujo de fluidos en medios porosos.
- Aplicar algoritmos numéricos para discretizar las ecuaciones de flujo de fluidos.
- Aplicar las herramientas básicas del análisis de ensayos de pozos.
- Conocer y analizar los diferentes algoritmos numéricos para solucionar sistemas de ecuaciones lineales que surgen de la aproximación de las ecuaciones de flujo de fluidos mediante diferencias finitas.
- Conocer y analizar las ecuaciones diferenciales que llevan a los modelos que se utilizan en la interpretación de los ensayos de presión
- Entender la importancia de las aplicaciones de la simulación numérica y los ensayos de transitorios de presión a casos reales usando modelos elaborados y modelos comerciales.

Contenidos mínimos:

Simulación numérica de yacimientos, filosofía y metodología del modelado numérico, clasificación de los simuladores numéricos, beneficios económicos de la simulación numérica de yacimientos, relación de la simulación numérica con balance de materia. Ecuaciones de flujo de fluidos en medios porosos, Ecuación de continuidad en varias geometrías de flujo, ecuación de momento: Ley de Darcy, ecuación de estado: Fluido ligeramente compresible, ecuación general de flujo de fluidos a través de medios porosos, programación de algoritmos. Aproximación numérica de las ecuaciones de flujo, características de mallas numéricas en diferentes geometrías, método de aproximación mediante diferencias finitas, aproximaciones en espacio, aproximaciones en tiempo, implantación de condiciones iniciales y de frontera, formulaciones implícita y explícita, conceptos de estabilidad, error y convergencia, solución numérica de las ecuaciones para fluidos monofásicos, flujo unidimensional ligeramente incompresible, flujo unidimensional ligeramente compresible, Comparación con soluciones analíticas, solución numérica de las ecuaciones para flujos multifásicos, ecuaciones para flujo multifásico. Solución de sistemas lineales de ecuaciones, métodos directos, métodos iterativos, librerías y software comercial, Fortran 95- SSL-IMSL, MatLab. Aspectos prácticos de la

simulación de yacimientos y aplicaciones de campo, etapas de un estudio de simulación, análisis y validación de información, construcción del modelo, modelo estático, modelo dinámico, ajuste de historia de presión-producción, pronóstico de escenarios de producción, análisis económico.

Contenidos temáticos por unidades:

Unidad 1:

Introducción: Definición y objetivo de la simulación numérica de yacimientos. La filosofía y metodología del modelado numérico. Clasificación de los simuladores numéricos. Beneficios económicos de la simulación numérica de yacimientos. La relación de la simulación numérica con balance de materia.

Unidad 2:

Ecuaciones de flujo de fluidos en medios porosos: Introducción. Ecuación de continuidad en varias geometrías de flujo. Ecuación de momento: Ley de Darcy. Ecuación de estado: Fluido ligeramente compresible. Ecuación general de flujo de fluidos a través de medios porosos. Programación de algoritmos.

Unidad 3:

Aproximación numérica de las ecuaciones de flujo: Introducción. Características de mallas numéricas en diferentes geometrías. Método de aproximación mediante diferencias finitas. Aproximaciones en espacio. Aproximaciones en tiempo. Implantación de condiciones iniciales y de frontera. Formulación implícita y explícita. Conceptos de estabilidad, error y convergencia. Solución numérica de las ecuaciones para fluidos monofásicos. Flujo unidimensional ligeramente incompresible. Flujo unidimensional ligeramente compresible. Comparación con soluciones analíticas. Solución numérica de las ecuaciones para flujos multifásicos. Ecuaciones para flujo multifásico. Aproximación mediante diferencias finitas. Planteamiento de la solución. Programación de algoritmos.

Unidad 4:

Solución de sistemas lineales de ecuaciones: Introducción. Métodos directos. Métodos iterativos. Librerías y software comercial. Fortran 95- SSL-IMSL. MatLab. Programación de algoritmos.

Unidad 5:

Aspectos prácticos de la simulación de yacimientos y aplicaciones de campo: Introducción. Etapas de un estudio de simulación. Análisis y validación de información. Construcción del modelo. Modelo estático. Propiedades del fluido y la roca. Unidades de flujo. Elaboración de la malla numérica. Asignación de propiedades. Modelo dinámico. Análisis de datos de producción. Análisis de datos de presión. Selección del modelo dinámico. Ajuste de historia de presión-producción. Objetivo del ajuste de historia. Métodos de ajuste. Selección de la información para ajuste. Ajuste de historia de presión-producción. Validación del ajuste. Discusión de resultados. Pronóstico de escenarios de producción. Condiciones de producción. Condiciones de pozos. Condiciones de instalaciones de producción. Selección del escenario de producción. Validación de las predicciones. Análisis económico. Flujo de efectivo. Análisis de parámetros económicos.

Bibliografía:

1. ERTEKIN, T. et al., Basic applied numerical reservoir simulation, SPE TextBook, 2001, vol. 7
2. AZIZ, K., and Settari, A., Petroleum reservoir simulation, Londres, Applied Science Publisher Ltd., 1979
3. CHIERICI, G.L., Principles of petroleum reservoir engineering, Berlín, Springer, 1994
4. KAZEMI, H. and Gilman, J.R., Multiphase flow in fractured petroleum reservoirs, inflow of contaminants transport in fractured rocks, London, Academic Press, 1993
5. FAUSETT, L. V., Applied numerical method with MatLab, Upper Saddle River, Prentice Hall, 1999
6. POZRIKIDIS, C., Numerical computation in science and engineering,, Oxford, 1998
7. MINKOWYCZ, W.J., Handbook of Numerical Heat Transfer, Interscience, 1988
8. McCAIN, WILLIAM, The Properties of Petroleum Fluids, Tulsa, PennWell, 1990
9. STANDING, M.B., Volumetric and phase behavior of oil, field hydrocarbonsystems, Dallas, SPE of AIME, 1977.
10. HORNE, R. N., Modern Well Test Analysis, Petroway Inc., Palo Alto, California, 1995
11. KAPPA Documentacion Saphir
12. CHAUDHRI, Oil well Testing Handbook
13. LEE, ROLLINS, SPIVEY, Pressure Transient Testing

14. SCHLUMBERGER, Introduction to Well Testing
15. BOURDET, A., Well Test Analysis: The Use of Advanced Interpretation Models

Propuesta Pedagógico-Didáctica:

Propuesta didáctica:

La metodología de enseñanza sigue el modelo de clases en modalidad teórico-prácticas y comprende la organización de talleres para la resolución de ejercicios y problemas; estudio de casos modelo para su resolución; investigación.

En las clases se presentan los contenidos teóricos y se resuelven en forma conjunta ejemplos que ayudan a comprender y aplicar los conocimientos.

Como parte de la actividad práctica se resuelven ejercicios relacionados con los temas teóricos en curso, se realizan investigaciones o búsqueda de información trabajando en forma grupal y se realizan experiencias con equipos o materiales didácticos provistos en el aula o laboratorio, siguiendo una guía práctica determinada. Se fomenta el trabajo en equipo y la investigación. Habrá lecturas obligatorias, trabajos de investigación y ejercicios que se realicen dentro y fuera del espacio áulico. La exposición podrá ser oral y audiovisual.

Se tendrá como modalidad el agrupamiento en comisiones para resolución de casos de estudio en seminarios e informes por temas.

Problemas abiertos de ingeniería:

Se plantearán problemas abiertos de ingeniería, donde la solución no es única y requiere la aplicación de los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnológicas.

Con ello se estimulará la capacidad de emplear los procesos cognitivos para enfrentarse y resolver situaciones interdisciplinarias reales en las que la vía de solución no resulta obvia de modo inmediato y en las que las áreas de conocimiento o curriculares aplicables no se enmarcan dentro de una única área.

Para la resolución de este tipo de problemas, se desarrollarán actividades que fomenten el trabajo grupal.

Los conocimientos a abordar bajo esta metodología de trabajos prácticos serán:

- a- Simulación de yacimientos y aplicaciones de campo Modelado de yacimiento
- b- Flujo de fluidos en medios porosos
- c- Flujo multifásico.

Actividades experimentales:

Se plantean actividades experimentales que le permitan al alumno incorporar los conocimientos estudiados en las clases teóricas desarrollando un aprendizaje cognitivo a partir de experiencias vivenciales. Para ello, se utilizarán PC con los siguientes softwares instalados para su uso: Fortran 95- SSL-IMSL, MatLab.

Se realizarán trabajos prácticos de simulación y cálculo numérico mediante la utilización de estos programas a lo largo de todas las unidades temáticas, para lo cual se realizarán clases de introducción al uso de los programas.

Actividades extra-áulicas:

Se establecerán actividades prácticas para que el estudiante pueda autoevaluarse, a fin de consolidar los conceptos aprendidos en clase.

Régimen de aprobación:

Esta materia puede aprobarse mediante el régimen de promoción directa o mediante examen final regular. No se puede aprobar mediante examen libre. Lo anterior implica que el alumno debe cursar la materia y, de cumplir con los requerimientos correspondientes, puede aprobarla por promoción directa. En caso de no cumplir los mencionados, y cumpliendo otros requisitos mínimos, el alumno puede regularizar la materia aprobando primero la cursada, para luego aprobar la materia por examen final, en las fechas dispuestas por el Calendario Académico de la Universidad.

Para el mencionado esquema de aprobación, se debe considerar también lo referido a Correlatividades, de acuerdo a lo dispuesto por el Reglamento Académico vigente, según Resolución (CS) N°43/14.

La evaluación es continua y aditiva. Se evalúa al alumno de acuerdo a su participación en las clases teórico-prácticas y la elaboración de informes tanto individuales como grupales. Se realizan dos parciales escritos para aprobación de la cursada. Los mismos serán de carácter teórico-prácticos de desarrollo conceptual y ejercicios basados en las actividades prácticas. Cada parcial consta de una instancia de recuperación. Agregada a todas estas existe una instancia más para evaluar los conceptos que no hayan sido aprobados en las instancias anteriores.

Para promocionar la materia se necesita una nota promedio de 7 (siete), y una nota igual o mayor a 6 (seis) en cada una de las instancias evaluativas. Notas de 4 a 6 dan por aprobada la cursada y el estudiante deberá presentarse a un examen final en las fechas que determine la universidad de acuerdo a su cronograma. Notas menores a 4 indican cursada desaprobada.

Por otro lado, para poder aprobar la asignatura el alumno deberá cumplir con un 75% de asistencia y haber aprobado todos los trabajos prácticos planteados durante la cursada.

El presente régimen de aprobación se ajusta al Reglamento Académico vigente, según Resolución (CS) N°43/14.