



Fronteras del futuro: IA y computación cuántica en la exploración de petróleo y gas

White Paper de Fermac Risk

| Abril 2024





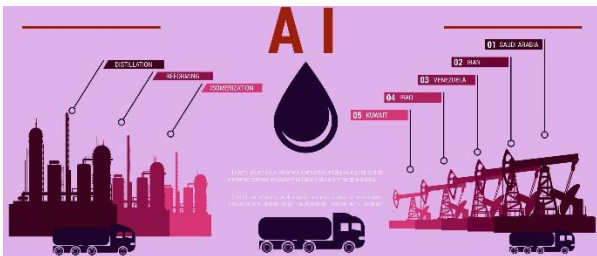
Prólogo:

Bienvenido a "Future Frontiers: IA y computación cuántica en la exploración de petróleo y gas". Este curso explora el potencial de las tecnologías de inteligencia artificial (IA) y computación cuántica en la industria upstream del petróleo y el gas. A medida que el sector energético se enfrenta a nuevos retos, como los yacimientos complejos y la necesidad de prácticas sostenibles, las soluciones innovadoras son esenciales para impulsar la eficiencia, optimizar los recursos y tomar decisiones basadas en datos.

Este curso ha sido diseñado para proporcionar a profesionales, investigadores y participantes los conocimientos y habilidades necesarios para aprovechar la IA y la computación cuántica en la exploración de petróleo y gas. Al tender un puente entre la tecnología y los conocimientos especializados, pretendemos fomentar una nueva generación de expertos capaces de revolucionar el sector.

En este curso, conocerá los fundamentos de la IA y la computación cuántica y explorará cómo pueden aplicarse en distintos ámbitos de las operaciones ascendentes. También conocerá los últimos avances en estos campos. Los temas tratados incluirán el uso de algoritmos de aprendizaje automático para caracterizar zonas del subsuelo y la optimización de las operaciones de perforación con ayuda de la computación cuántica. Este curso mostrará el enorme potencial de estas tecnologías y su impacto en la industria del petróleo y el gas.

1. Aplicación de técnicas de aprendizaje automático e inteligencia artificial en el sector upstream de la industria del petróleo y el gas



El curso es una revisión exhaustiva de la aplicación de las técnicas de aprendizaje automático e inteligencia artificial en la industria del petróleo y el gas, especialmente en el sector upstream.

Puntos clave:

Los métodos de aprendizaje automático pueden manejar las grandes cantidades de datos complejos generados en la exploración, perforación, ingeniería de yacimientos y producción de petróleo y gas. Ayudan a encontrar relaciones entre entradas y salidas.

Se analizan varios algoritmos, como las redes neuronales artificiales, la lógica difusa, los algoritmos genéticos, la regresión lineal y el análisis de componentes principales, y se describen sus usos en distintas actividades previas. Por ejemplo:

- En exploración, el aprendizaje automático analiza datos sísmicos, cartografía horizontes del subsuelo e identifica perspectivas. Ha reducido el riesgo de exploración.
- El aprendizaje automático optimiza los parámetros de perforación, detecta condiciones anómalas y predice el desgaste de la broca.
- En el caso de los yacimientos, se utiliza para cotejar historiales, caracterizar yacimientos, estimar propiedades como la permeabilidad y prever la producción.
- En producción, las técnicas de aprendizaje automático optimizan la colocación de los pozos, predicen la deposición de cera y detectan comportamientos anómalos.
- La industria del petróleo y el gas se enfrenta a grandes obstáculos a la hora de aplicar el aprendizaje automático. Entre ellos, la falta de profesionales cualificados en IA, la exigencia de datos de primera calidad y la necesidad de una colaboración abierta. Aunque estos obstáculos no son imposibles de superar, el sector debe hacer un esfuerzo conjunto para aprovechar todo el potencial del aprendizaje automático.
- También se analizan los recientes avances en IA y aprendizaje automático de las principales petroleras para diversas aplicaciones.



En resumen, el aprendizaje automático tiene un inmenso potencial para hacer que las operaciones ascendentes sean más eficientes y menos arriesgadas, pero el sector necesita abordar retos clave para aprovechar la tecnología por completo.

El curso muestra cómo se aplican las técnicas de aprendizaje automático (ML) e inteligencia artificial (IA) en la industria de exploración y producción de petróleo y gas. Abarca los conceptos fundamentales, algoritmos, aplicaciones, avances recientes y retos en este campo.

El curso destaca la necesidad de capacidades avanzadas de procesamiento de datos en la industria del petróleo y el gas debido a los grandes volúmenes de datos complejos que se generan. El ML y la IA ofrecen soluciones prometedoras para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones.

El curso explica varias técnicas de ML, entre ellas

- Redes neuronales artificiales (NN): se utilizan para problemas no lineales y complejos.
- Long Short Term Memory (LSTM): se emplea para predecir la producción mundial de petróleo e interpretar los datos de perforación de pozos.
- Análisis de componentes principales (ACP): se utiliza para prever la producción y evaluar la sostenibilidad.

El curso expone la aplicación del ML en las actividades previas:

- **Exploración:** El ML ayuda a analizar los datos sísmicos, cartografiar los horizontes del subsuelo, identificar las perspectivas y reducir el riesgo de exploración. Se utiliza para el reconocimiento de patrones sísmicos, la identificación de litofacies y la caracterización de yacimientos.
- **Ingeniería de yacimientos:** El ML ayuda en el ajuste histórico, la caracterización de yacimientos, la estimación de propiedades (por ejemplo, la permeabilidad) y la previsión de la producción. Se emplean técnicas como las RNA.
- **Ingeniería de perforación:** El ML optimiza los parámetros de perforación, detecta anomalías, predice el desgaste de la broca y ayuda en la toma de decisiones en tiempo real. Afronta retos como las vibraciones por stick-slip, la pérdida de circulación y la inestabilidad de la perforación.

- **Ingeniería de producción:** El ML se utiliza para la optimización de la colocación de pozos, la predicción de la deposición de cera, la detección de un buen comportamiento anormal y la optimización de las estrategias de producción. Ayuda en el control de calidad de los datos, el reconocimiento de patrones y la supervisión en tiempo real.

El curso también cubre los recientes avances en la adopción de IA por parte de las principales compañías petroleras de todo el mundo. Estas empresas invierten en ML e IA para aplicaciones de análisis de datos del subsuelo, exploración, optimización de perforaciones y mantenimiento predictivo.

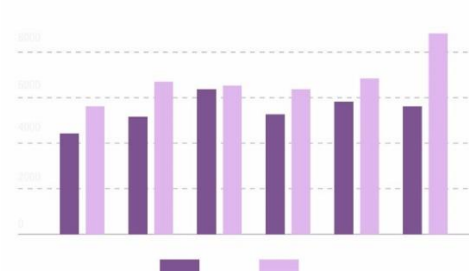
Sin embargo, la industria se enfrenta a retos a la hora de implantar el ML y la IA, entre ellos:

- Escasez de talentos en IA y necesidad de ingenieros petroleros con conocimientos de ciencia de datos.
- Necesidad de datos etiquetados de buena calidad para el entrenamiento de modelos ML.
- La necesidad de una colaboración abierta y de compartir datos entre empresas y universidades.

El curso hace hincapié en el inmenso potencial del ML y la IA para hacer más eficientes y menos arriesgadas las operaciones aguas arriba. Sin embargo, el sector debe abordar los principales retos para aprovechar plenamente las ventajas de estas tecnologías. Además, el curso ofrece una visión completa de la situación actual y las orientaciones futuras del ML y la IA en el sector del petróleo y el gas.

2. Técnicas de computación cuántica en el sector upstream de la industria del petróleo y el gas

DAILY CRUDE OIL AND GAS PRODUCTION



Las técnicas de computación cuántica, aprendizaje automático (ML) e inteligencia artificial (IA) ofrecen importantes beneficios a la industria del petróleo y el gas, en particular en el sector upstream. Estas

tecnologías pueden ayudar a optimizar las operaciones, reducir costes, mejorar la toma de decisiones y aumentar la seguridad. Analicemos las ventajas y demos ejemplos de cada tecnología.

Ventajas de la computación cuántica:

- Optimización más rápida de problemas complejos, como la simulación de yacimientos y el procesamiento de datos sísmicos.
- Mayor precisión en la caracterización de yacimientos y la previsión de la producción
- Mayor eficiencia informática en el tratamiento de grandes conjuntos de datos

Integración de computación cuántica, ML e IA:

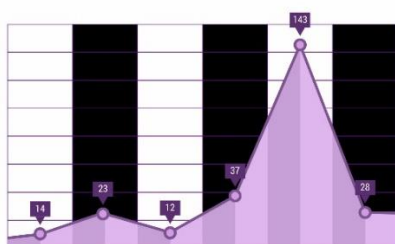
La integración de estas tecnologías puede reportar beneficios aún mayores en el sector ascendente. Por ejemplo:

- **ML asistido por tecnología cuántica:** los algoritmos cuánticos pueden acelerar el entrenamiento de los modelos de ML, lo que permite realizar predicciones y optimizaciones más rápidas y precisas.
- **Informática cuántica impulsada por la IA:** La IA puede ayudar a optimizar el diseño y el control de los algoritmos cuánticos, haciéndolos más eficientes y eficaces para las aplicaciones de petróleo y gas.

En conclusión, la computación cuántica, el ML y la IA ofrecen un potencial significativo para transformar la industria del petróleo y el gas. Al aprovechar estas tecnologías, las empresas pueden mejorar la eficiencia operativa, reducir costes, mejorar la toma de decisiones y, en última instancia, aumentar la producción y la rentabilidad. A medida que estas tecnologías sigan avanzando, se espera que su adopción en la industria crezca, dando lugar a nuevas innovaciones y beneficios.

3. Inteligencia Artificial Generativa en el sector upstream de la industria del petróleo y el gas

THE PRICE OF OIL OVER THE LAST 30 YEARS



La IA Generativa (GenAI) es un subconjunto de la inteligencia artificial que se centra en la creación de nuevos contenidos, como imágenes, texto, música e incluso datos sintéticos. En el contexto de la industria del petróleo y el gas, la GenAI puede aplicarse a diversas tareas, ayudando a mejorar la eficiencia, reducir costes y apoyar la toma de decisiones. He aquí algunas aplicaciones y ventajas potenciales de la GenAI en el sector *upstream*:

Generación de registros sintéticos de pozos y datos sísmicos:

- Los modelos GenAI pueden aprender de los datos sísmicos y de registro de pozos existentes para generar datos sintéticos realistas.
- Estos datos sintéticos pueden utilizarse para aumentar los conjuntos de datos de entrenamiento de los modelos de aprendizaje automático, mejorando su precisión y robustez.
- Los datos sintéticos también pueden utilizarse para probar y validar nuevos algoritmos y flujos de trabajo sin necesidad de adquirir datos costosos.

Creación de modelos virtuales del subsuelo:

- GenAI puede generar modelos realistas del subsuelo en 3D a partir de los datos geológicos, geofísicos y petrofísicos disponibles.
- Estos modelos virtuales pueden utilizarse para la visualización, la planificación de escenarios y el apoyo a la toma de decisiones.
- Los modelos generados pueden ayudar a identificar posibles objetivos de perforación, optimizar la colocación de los pozos y predecir el comportamiento de los yacimientos.

Generación de previsiones y escenarios de producción:

- Los modelos GenAI pueden crear múltiples escenarios de previsión de producción basados en datos históricos, características del yacimiento y limitaciones operativas.
- Estos escenarios generados pueden ayudar en la evaluación de riesgos, la optimización de la producción y la evaluación económica.
- GenAI también puede utilizarse para crear datos de producción sintéticos para probar y validar algoritmos de optimización de la producción.



Diseño de trayectorias y terminaciones óptimas de pozos:

- GenAI puede generar trayectorias de pozo y diseños de terminación óptimos en función de las características del yacimiento, las restricciones de perforación y los objetivos de producción.
- Los diseños generados pueden utilizarse como puntos de partida para una optimización posterior mediante modelos y simulaciones basados en la física.
- Este enfoque puede ayudar a reducir el tiempo y el esfuerzo necesarios para las iteraciones manuales de diseño y mejorar el rendimiento general del pozo.

Creación de entornos virtuales de formación para el personal:

- GenAI puede generar entornos virtuales de formación realistas para el personal de perforación, producción y mantenimiento.
- Estos entornos virtuales pueden simular diversos escenarios, incluidas las operaciones normales y los peligros potenciales, ayudando a mejorar la seguridad y la preparación.
- Los entornos de formación generados pueden reducir la necesidad de costosas instalaciones físicas de formación y permitir una formación más frecuente y accesible.

Beneficios de GenAI en la industria del petróleo y el gas:

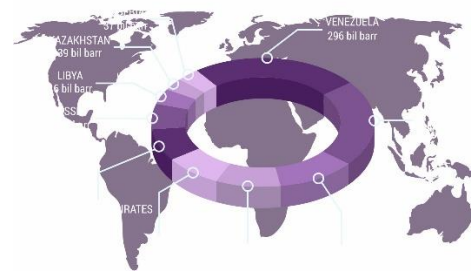
- Mejora de la eficiencia: GenAI puede automatizar y agilizar diversas tareas, reduciendo el tiempo y el esfuerzo necesarios para el trabajo manual.
- Reducción de costes: GenAI puede ayudar a reducir los costes asociados a la adquisición de datos y las pruebas físicas mediante la generación de datos sintéticos y modelos virtuales.
- Mejora de la toma de decisiones: Los escenarios y modelos generados por GenAI pueden proporcionar información valiosa y apoyar la toma de decisiones basada en datos.
- Aumento de la seguridad: Los entornos virtuales de formación generados por GenAI pueden ayudar a mejorar la seguridad y la preparación del personal.
- Innovación acelerada: GenAI puede ayudar a generar nuevas ideas y soluciones, acelerando la innovación en el sector upstream.

A medida que las tecnologías GenAI sigan avanzando, se espera que aumenten sus aplicaciones en la industria del petróleo y el gas,

proporcionando nuevas oportunidades de optimización, automatización e innovación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la GenAI debe utilizarse junto con conocimientos especializados y modelos físicos para garantizar la fiabilidad y validez del contenido generado.

4. El curso abarca ejercicios de computación cuántica, ML y Gen AI en el sector upstream del petróleo y el gas.

WORLD OIL RESERVES



Ejercicios de computación cuántica:

- Procesamiento de datos sísmicos con ayuda cuántica: Los algoritmos cuánticos pueden acelerar el procesamiento de grandes conjuntos de datos sísmicos, lo que permite obtener imágenes del subsuelo más rápidas y precisas.
- Simulación cuántica mejorada de yacimientos: Los ordenadores cuánticos pueden realizar simulaciones complejas de yacimientos con mayor eficacia, lo que ayuda a optimizar las estrategias de producción y mejorar las tasas de recuperación.

Ejercicios de aprendizaje automático:

- Mantenimiento predictivo: Los modelos de ML pueden predecir los fallos de los equipos y optimizar los programas de mantenimiento, reduciendo el tiempo de inactividad y los costes de mantenimiento.
- Optimización del rendimiento de los pozos: Los algoritmos de ML pueden analizar los datos de los pozos para identificar las condiciones óptimas de funcionamiento y mejorar la eficiencia de la producción.
- Caracterización del subsuelo: Las técnicas de ML pueden integrar datos sísmicos, de registros de pozos y de testigos para crear modelos más precisos del subsuelo e identificar posibles objetivos de perforación.



Ejercicios de IA:

- Optimización de la perforación: Los sistemas basados en IA pueden analizar datos de perforación en tiempo real, ofrecer recomendaciones para optimizar los parámetros de perforación y detectar posibles problemas, como una patada o una tubería atascada.
- Optimización de la producción: Los algoritmos de IA pueden supervisar continuamente los datos de producción, identificar oportunidades de optimización y ajustar los parámetros operativos en tiempo real para maximizar la producción y minimizar los costes.
- Análisis predictivo: Los modelos de IA pueden predecir el comportamiento de los yacimientos, el rendimiento de los pozos y las tendencias de producción, lo que permite tomar decisiones proactivas y mitigar los riesgos.

Ejercicios de Gen AI:

Creación de escenarios virtuales de perforación para la formación:

- El modelo GenAI aprende de los datos históricos de perforación y genera escenarios de perforación realistas que cubren diversas condiciones operativas y desafíos potenciales.
- Los escenarios virtuales de perforación se utilizan en simulaciones de formación inmersiva, lo que permite al personal practicar la toma de decisiones y la capacidad de resolución de problemas en un entorno seguro y controlado.

Creación de modelos realistas del subsuelo:

- El Gen AI aprende de los modelos geológicos existentes y genera nuevos modelos que respetan las estadísticas espaciales y los patrones de los datos de entrenamiento.
- Los modelos generados pueden utilizarse para la caracterización de yacimientos, la simulación de flujos y el análisis de incertidumbres, lo que contribuye a mejorar la precisión y la eficacia de los flujos de trabajo de modelización del subsuelo.

