



LAS REFINERÍAS DE PETRÓLEO

PARTE 2

REFINERIAS DE PETROLEO PARTE 2

1. Instalaciones de una refinería clásica

Describir una refinería con todas sus instalaciones principales y auxiliares superaría en gran medida el marco de estas informaciones técnicas. Por ello, a continuación, solamente nos ocuparemos de las cinco partes más importantes de una refinería clásica, que también son las de mayor envergadura y, por lo tanto, resultan ser la fuente probable de los más grandes siniestros.

1.1 Destilación atmosférica (CDU)

La destilación atmosférica es un proceso fundamental en la industria petrolera, mediante el cual se separan los componentes del petróleo crudo en fracciones más simples y útiles. Este proceso es la primera etapa en la refinación del petróleo, y es esencial para la obtención de productos como la gasolina, el diésel, el queroseno y otros productos petroquímicos.

El proceso de destilación atmosférica implica calentar el petróleo crudo a una temperatura específica en una torre de destilación. A medida que el crudo se calienta, sus componentes se vaporizan en diferentes temperaturas, lo que permite su separación en fracciones con puntos de ebullición similares.

El petróleo crudo entra en la torre de destilación a través de una entrada en la parte inferior. A medida que el crudo se calienta, los componentes más livianos, como el gas licuado del petróleo (GLP) y la nafta, se vaporizan primero y se elevan hacia la parte superior de la torre. A medida que la temperatura disminuye hacia la parte superior de la torre, los componentes más pesados, como el diésel y el aceite combustible, se condensan y se recogen en diferentes bandejas o platos dentro de la torre.

La destilación atmosférica del petróleo es un proceso relativamente complejo pero fundamental en la refinación del crudo. Un resumen del proceso paso a paso es como sigue:

- Alimentación del Crudo:
El petróleo crudo se calienta y se bombea desde tanques de almacenamiento a la unidad de destilación atmosférica.
- Pretratamiento:
Antes de entrar en la torre de destilación, el crudo pasa por un proceso de pretratamiento para eliminar impurezas como agua, sedimentos y otros contaminantes.
- Calentamiento:
El crudo pretratado se calienta en un horno de crudo a temperaturas que oscilan entre los 300°C y los 400°C. El calor provoca la vaporización de los componentes del petróleo.
- Entrada a la Torre de Destilación:
El crudo caliente entra en la parte inferior de una torre de destilación atmosférica. La torre está diseñada con bandejas o platos a diferentes alturas.
- Fraccionamiento:

A medida que el crudo se eleva por la torre, se va enfriando gradualmente. Los componentes más ligeros, como los gases licuados del petróleo (GLP) y la nafta, se vaporizan primero y suben hacia la parte superior de la torre.

Los componentes más pesados, como el diésel y el aceite combustible, se condensan a temperaturas más bajas y se recogen en bandejas a alturas intermedias dentro de la torre.

➤ **Recolección de Fracciones:**

A lo largo de la torre, se recogen diferentes fracciones de productos en las bandejas o platos designados.

- ✓ En la parte superior, se recolectan los gases ligeros como el GLP y la nafta.
- ✓ En las secciones intermedias, se recogen productos como el queroseno y el diésel.
- ✓ En la parte inferior, se recogen los productos más pesados, como el aceite combustible y el residuo de asfalto.

➤ **Condensación:**

Los vapores que suben por la torre se enfrían en condensadores ubicados en la parte superior. Esto convierte los vapores en líquido nuevamente, que luego se recoge como productos refinados en tanques de almacenamiento separados.

➤ **Reciclaje:**

Algunas fracciones ligeras, como el gas, pueden ser recicladas y devueltas a la torre de destilación para mejorar la eficiencia del proceso.

➤ **Despojo del Residuo:**

El residuo pesado que queda en la parte inferior de la torre se retira periódicamente y se puede enviar a unidades adicionales de refinación para procesamiento adicional.

➤ **Control de Calidad:**

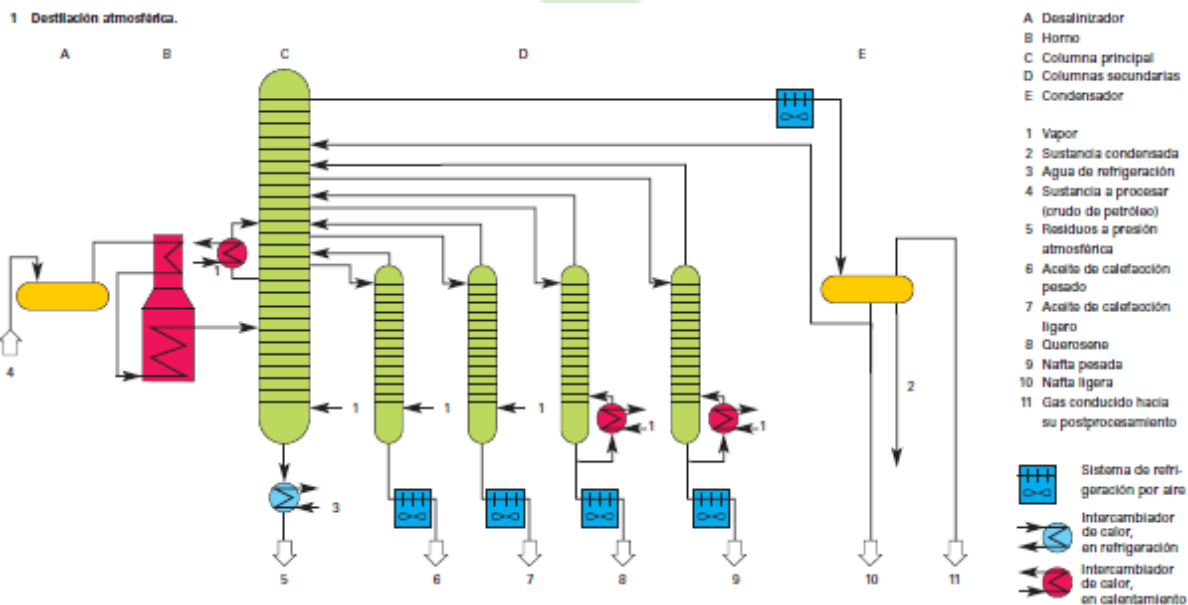
Durante todo el proceso, se monitorea y se controla la calidad de los productos refinados para garantizar que cumplan con los estándares requeridos de la industria.

Finalmente, los residuos pesados, como el asfalto, se recogen en la parte inferior de la torre como el producto final de la destilación atmosférica.

Los equipos Utilizados en la Destilación Atmosférica son:

- **Torre de Destilación:** También conocida como columna de fraccionamiento, es el equipo principal en el proceso de destilación atmosférica. La torre está diseñada con bandejas o platos a diferentes alturas para recoger las diferentes fracciones de productos. La altura y el diseño de la torre están optimizados para permitir la separación eficiente de los componentes del petróleo crudo.
- **Horno de Crudo:** Se utiliza para calentar el petróleo crudo a la temperatura requerida para la destilación. El calor generado por el horno aumenta la temperatura del crudo antes de que entre en la torre de destilación.

- Intercambiadores de Calor: Estos equipos se utilizan para transferir calor del vapor caliente producido en la torre de destilación al crudo entrante. Esto ayuda a mantener una temperatura constante y controlada dentro de la torre.
- Condensadores: Después de que los vapores se separan en la torre de destilación, los condensadores se utilizan para enfriar los vapores y convertirlos de nuevo en líquido. Esto permite la recolección y separación de las diferentes fracciones de productos.
- Bombas y Compresores: Se utilizan para mover el crudo y las fracciones de productos a través del proceso de destilación atmosférica, desde la entrada del crudo hasta la recolección de los productos finales.



1.2 Destilación al vacío VDU

La destilación al vacío del petróleo, también conocida como VDU (Vacuum Distillation Unit, por sus siglas en inglés), es un proceso crucial en el refinamiento del petróleo crudo. Se utiliza para separar los hidrocarburos más pesados del crudo, aquellos que tienen puntos de ebullición más altos y son difíciles de separar mediante la destilación atmosférica convencional.

El proceso de destilación al vacío implica calentar el petróleo crudo en una columna de destilación bajo presión reducida, lo que disminuye su punto de ebullición. Esto permite separar los componentes más pesados del crudo, como el asfalto y los aceites lubricantes, que se pueden usar para diversos fines industriales.

La destilación al vacío es un proceso fundamental en la industria del petróleo que permite la separación de hidrocarburos pesados y valiosos del crudo, que de otro modo serían difíciles de obtener mediante métodos convencionales de destilación atmosférica. Juega un papel crucial en la refinación del petróleo, facilitando la producción de una amplia gama de productos derivados con aplicaciones industriales, comerciales y domésticas.

La destilación al vacío es un proceso que se lleva a cabo en una columna de destilación diseñada para operar bajo presiones reducidas, típicamente alrededor de 10-50 mmHg. Este vacío disminuye el punto de ebullición de los componentes del petróleo crudo, lo que permite la separación eficiente de los hidrocarburos pesados, como asfalto, aceites lubricantes y combustibles pesados, de los componentes más ligeros, como la gasolina y el diesel.

El proceso de destilación al vacío implica varias etapas clave:

- **Alimentación de Crudo:** El petróleo crudo se introduce en la columna de destilación al vacío, donde se calienta inicialmente en un hervidor. Este calentamiento reduce la viscosidad del crudo y facilita su manejo dentro del sistema de destilación.
- **Desalado y Pretratamiento:** Antes de ingresar a la columna de destilación al vacío, el crudo puede someterse a un proceso de desalado y pretratamiento para eliminar impurezas como sales, agua y sedimentos, que podrían causar corrosión u obstrucción en el equipo de destilación.
- **Destilación al Vacío:** Una vez que el crudo está pretratado, se bombea a la columna de destilación al vacío, donde se calienta a temperaturas que oscilan entre 300-450°C, dependiendo de la naturaleza del crudo y los productos deseados. La presión reducida dentro de la columna permite que los componentes pesados del crudo se vaporicen a temperaturas más bajas de lo que sería posible a presión atmosférica.
- **Fraccionamiento:** Los vapores generados en la columna de destilación al vacío ascienden a través de la columna, donde se produce la separación por fraccionamiento. Los componentes más ligeros, como los gases y los hidrocarburos de bajo peso molecular, se elevan hasta las secciones superiores de la columna y se extraen como productos de corte ligero, como gasóleo ligero y gasolina de vacío. Mientras tanto, los componentes más pesados, como el asfalto y los aceites lubricantes, se condensan y se recogen en los fondos de la columna.
- **Condensación y Recolección:** Los productos condensados se enfrían y se recogen en forma líquida para su posterior procesamiento y acondicionamiento. Los productos pesados obtenidos de la destilación al vacío son valiosos en diversas aplicaciones industriales, como la fabricación de asfalto para carreteras, la producción de aceites lubricantes de alta calidad y la obtención de combustibles pesados para la generación de energía.

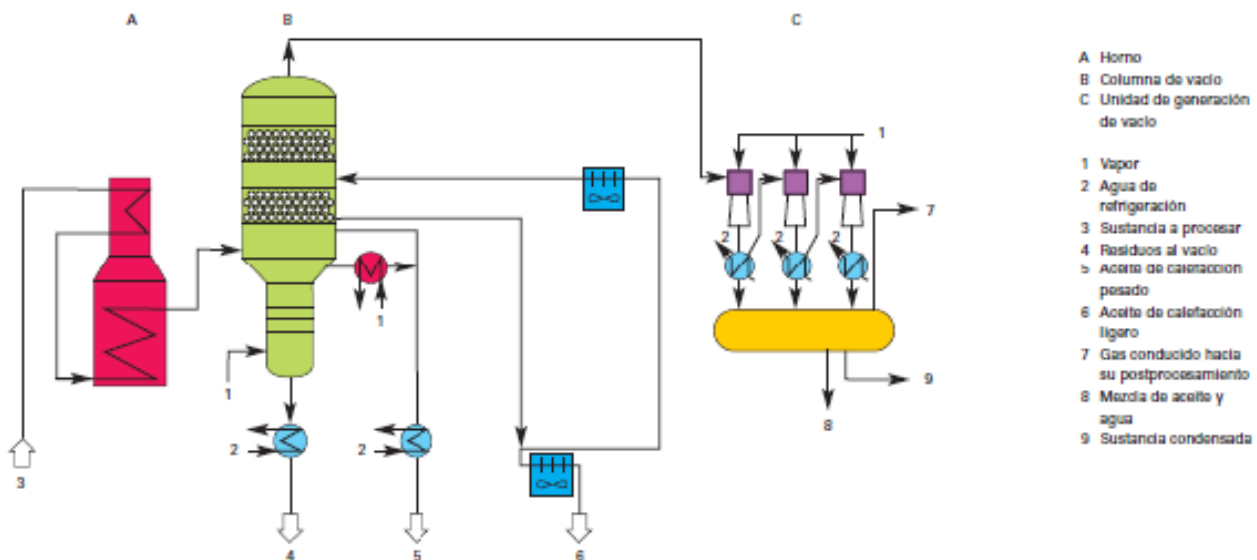
En cuanto a los equipos utilizados en el proceso de destilación al vacío, estos incluyen:

- **Columna de Destilación al Vacío:** Es el corazón del proceso, donde tiene lugar la separación por fraccionamiento de los componentes del crudo. Estas columnas están diseñadas para operar a

presiones reducidas y altas temperaturas, con múltiples platos o rellenos internos que facilitan la separación de los componentes.

- **Hervidor:** Es el equipo donde se calienta inicialmente el crudo antes de ingresar a la columna de destilación al vacío. Puede ser un hervidor de calentamiento directo o indirecto, dependiendo de la naturaleza del crudo y los requisitos del proceso.
- **Bombas de Vacío:** Estas bombas se utilizan para mantener la presión reducida dentro de la columna de destilación al vacío, lo que facilita la evaporación de los componentes pesados del crudo a temperaturas más bajas.
- **Intercambiadores de Calor:** Se utilizan para transferir calor entre los vapores generados en la columna de destilación y el crudo que se alimenta al proceso, aumentando así la eficiencia energética del sistema.
- **Sistema de Condensación:** Este sistema consta de serpentines o intercambiadores de calor donde se enfrían y condensan los vapores generados en la columna de destilación al vacío, permitiendo la recolección de los productos líquidos.

2 Destilación al vacío.



1.3 Hidrogenación de fracciones de crudo (HDS)

La hidrogenación de fracciones de crudo, conocida como HDS (Hydrodesulfurization por sus siglas en inglés), es un proceso crucial en la refinación del petróleo que se utiliza para reducir el contenido de azufre y otros elementos no deseados en los productos derivados del petróleo. Este proceso es fundamental para cumplir con las regulaciones ambientales que limitan la cantidad de azufre permitida

en los combustibles y otros productos petroleros, ya que el azufre puede contribuir a la contaminación atmosférica y a la formación de lluvia ácida.

La HDS implica la reacción química de los compuestos de azufre presentes en las fracciones del petróleo, como el gasóleo y el nafta, con hidrógeno en presencia de un catalizador, típicamente óxidos de metales activos como molibdeno o níquel, a alta presión y temperatura. Durante esta reacción, los compuestos de azufre se hidrogenan para formar compuestos más simples como el sulfuro de hidrógeno (H₂S), que es fácilmente separable de los productos refinados.

El proceso de HDS se lleva a cabo en unidades especializadas conocidas como hidrotratadores, que constan de reactores donde tiene lugar la reacción de hidrogenación, así como de sistemas de separación y purificación para recuperar los productos refinados y el H₂S. Estos hidrotratadores se operan típicamente a altas temperaturas y presiones para garantizar una conversión efectiva de los compuestos de azufre.

La hidrogenación de fracciones de crudo no solo reduce el contenido de azufre en los productos petroleros, sino que también puede mejorar otras propiedades, como la estabilidad térmica y la calidad del producto final. Además de la reducción de azufre, la HDS también puede eliminar otras impurezas, como los compuestos de nitrógeno y oxígeno, mejorando aún más la calidad del producto refinado. La hidrogenación de fracciones de crudo mediante el proceso de HDS es un paso esencial en la refinación del petróleo para cumplir con los estándares de calidad y ambientales, reduciendo el contenido de azufre y otras impurezas en los productos derivados del petróleo. Este proceso, respaldado por tecnología avanzada y catalizadores eficientes, desempeña un papel crucial en la producción de combustibles y otros productos petroleros más limpios y de mayor calidad.

La hidrogenación de fracciones de crudo es un proceso químico complejo que se lleva a cabo en varias etapas:

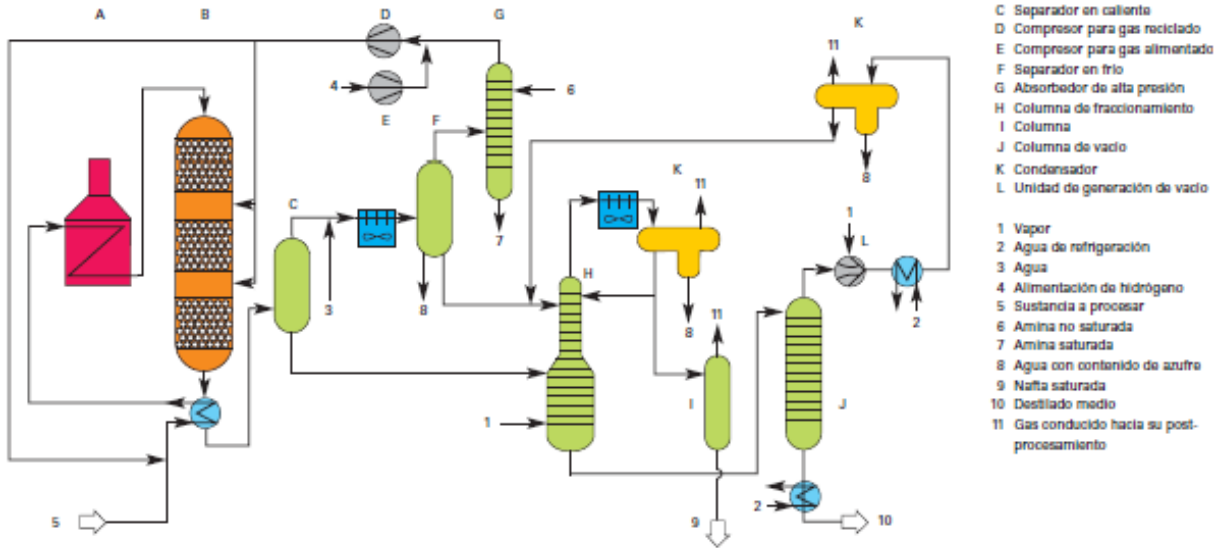
- **Pretratamiento:** Antes de ingresar al proceso de hidrogenación, las fracciones de crudo pueden someterse a un pretratamiento para eliminar impurezas y mejorar la eficiencia del proceso. Esto puede incluir la eliminación de agua, sedimentos y otros contaminantes que podrían afectar la actividad del catalizador.
- **Reacción de Hidrogenación:** Las fracciones de crudo pretratadas se introducen en un reactor de hidrogenación, donde se mezclan con hidrógeno y un catalizador adecuado, como óxidos de metales activos. La reacción de hidrogenación tiene lugar a temperaturas elevadas (generalmente entre 300-450°C) y a presiones moderadas a altas, que pueden oscilar entre 20-100 bar. Durante esta reacción, los compuestos de azufre se convierten en sulfuro de hidrógeno (H₂S) y otros productos más simples, lo que reduce el contenido de azufre en los productos refinados.

- **Separación y Purificación:** Después de la reacción de hidrogenación, la mezcla se envía a unidades de separación y purificación, donde se separan los productos refinados del H₂S y otros gases residuales. El H₂S se puede recuperar y convertir en azufre elemental mediante un proceso adicional.

En cuanto a los equipos utilizados en el proceso, estos incluyen:

- **Reactor de Hidrogenación:** Es el equipo principal donde tiene lugar la reacción química entre las fracciones de crudo, el hidrógeno y el catalizador. Los reactores de hidrogenación pueden ser de varios tipos, como lechos fijos o lechos fluidizados, dependiendo de la aplicación específica y las características del proceso.
- **Catalizador:** El catalizador es un componente crucial en el proceso de hidrogenación, ya que acelera la velocidad de reacción y mejora la selectividad hacia la eliminación de azufre y otros contaminantes.
- **Intercambiadores de Calor:** Se utilizan para mantener la temperatura adecuada dentro del reactor de hidrogenación y para recuperar el calor generado durante la reacción para su uso en otros procesos dentro de la planta de refinación.
- **4. Sistema de Compresión de Hidrógeno:** Este sistema se encarga de suministrar hidrógeno al reactor de hidrogenación a la presión requerida para garantizar una conversión efectiva de los compuestos de azufre.
- **5. Unidades de Separación y Purificación:** Estas unidades incluyen sistemas de separación, como columnas de destilación y equipos de purificación, como absorbedores y torres de lavado, que se utilizan para separar y recuperar los productos refinados y los gases residuales.

3 Hidrogenación.



1.4 Conversión catalítica

La conversión catalítica del petróleo es un proceso importante en la refinación del crudo que implica la modificación de las fracciones del petróleo crudo en productos de mayor valor agregado, como gasolina y diesel, mediante la utilización de catalizadores. Este proceso es vital en la industria petrolera para maximizar el rendimiento de productos de alto valor y cumplir con las especificaciones de calidad de los productos finales.

El proceso de conversión catalítica del petróleo se lleva a cabo principalmente a través de dos tecnologías principales: craqueo catalítico y reformado catalítico.

- **Craqueo Catalítico:** El craqueo catalítico es un proceso en el cual las fracciones más pesadas del petróleo se descomponen en fracciones más ligeras, como gasolina y diesel, mediante la aplicación de calor y presión en presencia de un catalizador. Este proceso se lleva a cabo en unidades conocidas como unidades de craqueo catalítico fluidizado (FCCU, por sus siglas en inglés), donde el petróleo crudo se vaporiza y se mezcla con un catalizador fluidizado a alta temperatura y presión. El catalizador ayuda a romper las moléculas de hidrocarburos pesados en moléculas más pequeñas y livianas, lo que resulta en una mayor proporción de productos de mayor valor, como gasolina y gasóleo ligero. En el craqueo catalítico, las fracciones más pesadas del petróleo crudo se descomponen en fracciones más ligeras y de mayor valor, como gasolina y gasóleo ligero.
- **Reformado Catalítico:** El reformado catalítico es un proceso en el cual las fracciones de hidrocarburos de bajo octanaje se transforman en fracciones de mayor octanaje, como gasolina de alta calidad, mediante la reorganización molecular en presencia de un catalizador. Este proceso se lleva a cabo en unidades conocidas como unidades de reformado catalítico continuo (CCR, por sus siglas en inglés) o unidades de reformado catalítico en lecho fijo (CRU, por sus siglas en inglés),

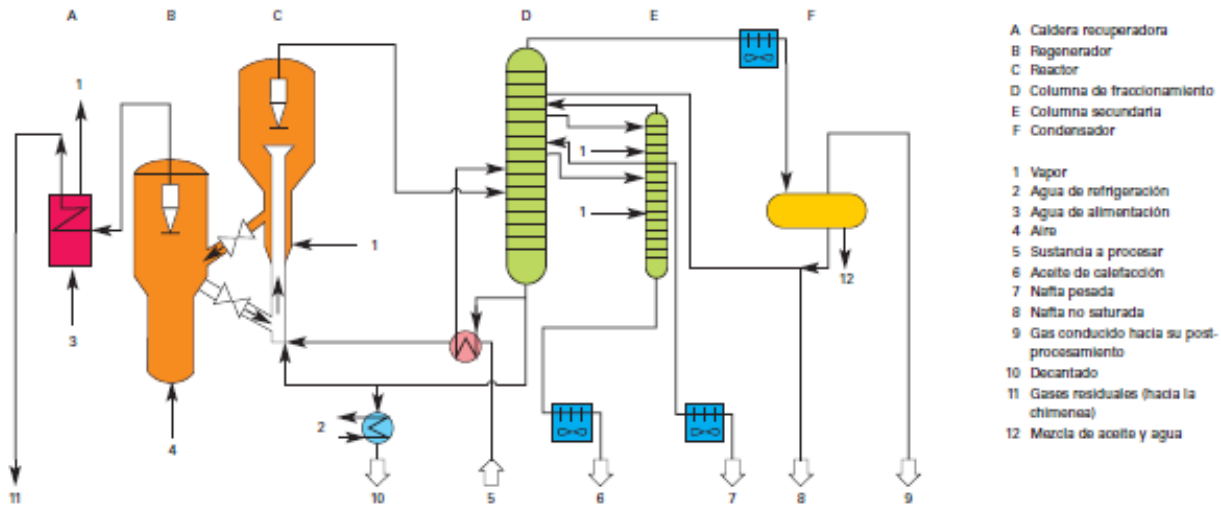
donde el catalizador ayuda a reorganizar las moléculas de hidrocarburos para producir productos con mejores propiedades de rendimiento y calidad.

Ambos procesos de conversión catalítica del petróleo son esenciales en la refinación moderna del petróleo para maximizar el rendimiento de productos valiosos y cumplir con las especificaciones de calidad de los productos finales. Estos procesos requieren la utilización de catalizadores específicos y el control preciso de las condiciones de temperatura y presión para lograr una conversión óptima de los productos. En última instancia, la conversión catalítica del petróleo desempeña un papel crucial en la producción de una amplia gama de productos petroleros de alto valor y calidad para satisfacer las demandas del mercado y las regulaciones ambientales.

Los equipos más importantes usados en este proceso son:

- **Reactores Catalíticos:** Son el corazón del proceso de conversión catalítica y están diseñados para permitir el contacto entre el petróleo crudo y el catalizador en condiciones controladas de temperatura y presión. Estos reactores pueden ser de varios tipos, como lechos fluidizados o lechos fijos, dependiendo del proceso específico y las características del catalizador.
- **Catalizador:** Es un componente crucial en la conversión catalítica, ya que acelera las reacciones químicas específicas y determina el tipo y la calidad de los productos finales. Los catalizadores utilizados en la conversión catalítica del petróleo son materiales porosos con propiedades específicas que favorecen las reacciones deseadas.
- **Intercambiadores de Calor:** Se utilizan para controlar y mantener las condiciones de temperatura dentro de los reactores catalíticos, así como para recuperar y reutilizar el calor generado durante el proceso para mejorar la eficiencia energética de la planta.
- **Sistemas de Compresión y Tratamiento de Gases:** Se encargan de suministrar gases como hidrógeno y vapor a los reactores catalíticos, así como de purificar y reciclar los gases residuales generados durante el proceso.
- **Sistemas de Separación y Recuperación:** Estos sistemas se utilizan para separar y recuperar los productos refinados del catalizador usado y otros subproductos residuales, como azufre y coque, para su posterior procesamiento y tratamiento.

4 Conversión catalítica.



1.5 Conversión térmica

La conversión térmica del petróleo es un proceso crucial en la industria de refinación del petróleo que transforma las fracciones pesadas y de menor valor del crudo en productos más ligeros y de mayor valor mediante la aplicación de calor en ausencia de oxígeno. Este proceso, que incluye la pirólisis, la gasificación y la craqueo térmico, desempeña un papel vital en la producción de una variedad de productos petroleros, como gasolina, diesel, gas y productos petroquímicos. En este ensayo, exploraremos en detalle el proceso y los equipos utilizados en la conversión térmica del petróleo.

La conversión térmica del petróleo involucra diversos procesos que se llevan a cabo en ausencia de oxígeno y a altas temperaturas para romper las moléculas de hidrocarburos y convertirlas en productos de menor peso molecular y mayor valor. Los principales procesos de conversión térmica incluyen:

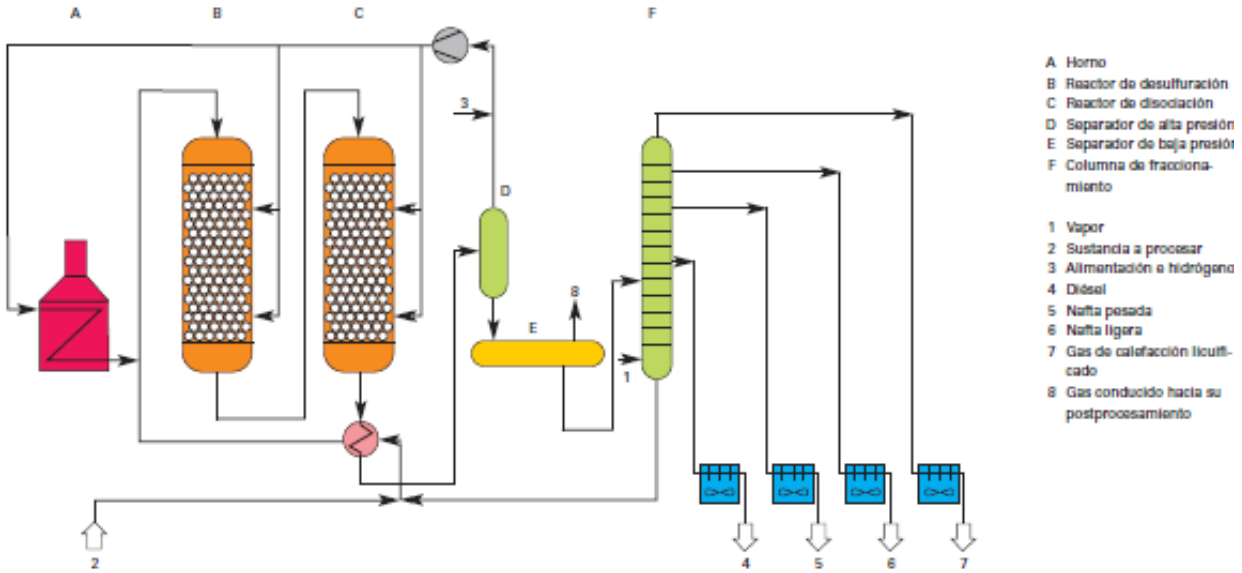
- **Pirólisis:** En la pirólisis, las fracciones pesadas del petróleo se calientan a temperaturas muy altas (generalmente entre 400-800°C) en ausencia de oxígeno, lo que provoca la descomposición térmica de los hidrocarburos en productos más ligeros, como gases, gasolina y aceites ligeros. La pirólisis puede llevarse a cabo en unidades conocidas como pirólisis de lecho fluidizado o reactores de pirólisis de lecho fijo.
- **Gasificación:** En la gasificación, las fracciones pesadas del petróleo se convierten en una mezcla de gases, principalmente monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H₂), mediante la reacción con un agente gasificante, como vapor de agua o aire, a altas temperaturas (generalmente entre 700-1.500°C). Esta mezcla de gases, conocida como gas de síntesis, puede ser utilizada posteriormente en la producción de productos químicos o como combustible.

- **Craqueo Térmico:** En el craqueo térmico, las fracciones pesadas del petróleo se descomponen en fracciones más ligeras, como gasolina y gasóleo, mediante la aplicación de calor a altas temperaturas (generalmente entre 500-900°C) en ausencia de oxígeno. Este proceso se puede llevar a cabo en reactores especiales diseñados para promover la ruptura de las moléculas de hidrocarburos, como los hornos de craqueo térmico.

Los equipos más importantes de este proceso son:

- **Reactor de Pirólisis o Gasificador:** Es el equipo principal utilizado en la conversión térmica del petróleo y está diseñado para resistir altas temperaturas y presiones. Estos reactores pueden ser de varios tipos, como lecho fluidizado o lecho fijo, dependiendo del proceso específico y las características del petróleo crudo.
- **Horno de Craqueo Térmico:** Es un equipo utilizado específicamente en el craqueo térmico para proporcionar la alta temperatura necesaria para la descomposición de las fracciones pesadas del petróleo en productos más ligeros. Los hornos de craqueo térmico están diseñados para manejar grandes volúmenes de hidrocarburos y resistir condiciones extremas de temperatura.
- **Intercambiadores de Calor:** Se utilizan para controlar y mantener las condiciones de temperatura dentro de los reactores y hornos, así como para recuperar y reutilizar el calor generado durante el proceso para mejorar la eficiencia energética de la planta.
- **Sistemas de Tratamiento de Gases:** Se encargan de purificar y procesar los gases producidos durante la conversión térmica del petróleo, eliminando impurezas y productos no deseados antes de su uso o disposición final.
- **Sistemas de Separación y Recuperación:** Estos sistemas se utilizan para separar y recuperar los productos refinados del gas y otros subproductos residuales generados durante el proceso de conversión térmica del petróleo.

5 Conversión térmica.



- A Horno
- B Reactor de desulfuración
- C Reactor de disociación
- D Separador de alta presión
- E Separador de baja presión
- F Columna de fraccionamiento
- 1 Vapor
- 2 Sustancia a procesar
- 3 Alimentación e hidrógeno
- 4 Diésel
- 5 Nafta pesada
- 6 Nafta ligera
- 7 Gas de calefacción licuado
- 8 Gas conducido hacia su postprocesamiento

Juan f fanchero

Juan Carlos Lancheros Rueda – CILA, BC’s Mech Eng, BC’s B.A, M.I.A, P.M.S, F.M.S. C.E.O.