UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Ingeniería Química

CÓDIGO DEL TFG: 220-054-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Planta de Producción de Dimetil Éter (DME) a partir de Metanol

Descripción general (resumen y metodología):

La corriente de metanol fresco líquido (MeOH) ingresa a la planta y es presurizada mediante la Bomba de Alimentación (P-101) hasta alcanzar la presión de operación del sistema (15 bar). Inmediatamente aguas abajo de la bomba, esta corriente se mezcla de forma continua con la corriente de retorno del lazo cerrado: el Reciclo de Metanol en Fase Líquida impulsado por la bomba P-102.

La corriente reactiva combinada inicia una etapa de integración energética al introducirse en el Intercambiador de Calor Cruzado (E-101). En este equipo, el metanol de alimentación absorbe la energía térmica del efluente caliente del reactor, optimizando el rendimiento térmico global de la instalación. Posteriormente, el fluido pasa por el Evaporador/Calentador de Red (E-102), donde recibe un aporte térmico final (mediante vapor de alta presión de la planta) para asegurar el cambio de fase completo a vapor supercalentado y alcanzar la temperatura óptima de activación catalítica (rango de 250-280 °C).

El metanol en fase vapor alimenta por la parte superior al Reactor de Lecho Fijo (R-101). En su interior, el gas atraviesa de forma descendente un lecho de catalizador sólido inorgánico, donde se produce la reacción química reversible de deshidratación molecular:

Debido a la naturaleza exotérmica de la reacción, el perfil de temperaturas aumenta a lo largo del lecho. El flujo de salida abandona el reactor constituido por una mezcla ternaria de DME sintetizado, agua como subproducto y metanol remanente no transformado (debido a la limitación del equilibrio químico por paso).

El Efluente Caliente saliente de R-101 se redirige hacia el canal secundario del Intercambiador Cruzado (E-101), donde cede su calor a la corriente de alimentación fría. Este enfriamiento parcial provoca una condensación fraccionada de los componentes menos volátiles (agua y metanol).

Para estabilizar la mezcla antes de su entrada al tren de destilación, la corriente bifásica se introduce en el Tanque Separador Flash (V-101). Este recipiente realiza una separación física rápida gas-líquido a presión intermedia, aliviando la carga hidráulica y térmica de la primera columna de destilación.

La corriente estabilizada en V-101 se alimenta a la Torre de Destilación de DME (T-101), una columna de fraccionamiento. Dado que el DME posee el punto de ebullición más bajo del sistema (-24 °C), se concentra masivamente en la sección de rectificación de la torre:

• Sistema de Cabeza: El vapor rico en DME sale por arriba de T-101 y se licúa por completo en el Condensador de Cabeza (E-103). El líquido se almacena temporalmente en el Acumulador de Reflujo (V-102). Desde este tanque, una fracción del destilado es reintroducida a la torre mediante la Bomba de Reflujo (P-103) para mantener el perfil térmico y de concentraciones de los platos superiores, mientras que el flujo neto restante se extrae de forma continua como el producto final de alta pureza de la planta: DME Comercial (>99.9%).

• Sistema de Fondo: El fondo de la columna es calentado continuamente por el Rehervidor de Fondo (E-104) para mantener el tiro de vapor. La corriente líquida remanente, totalmente libre de DME y compuesta por la mezcla binaria de agua y metanol excedente, se extrae por la base de la torre para alimentar la siguiente etapa.

La corriente de fondo de T-101 ingresa como alimentación intermedia a la Torre de Destilación de Metanol (T-102). El objetivo de esta segunda columna es romper la mezcla binaria aprovechando la volatilidad relativa del alcohol frente al agua:

• Sistema de Cabeza (Lazo de Reciclo): El metanol recuperado en fase vapor sale por la parte superior de T-102, se condensa en el intercambiador E-105 y se colecta en el Acumulador de Reflujo (V-103). Tras asegurar el reflujo interno mediante la bomba P-104, el destilado neto de metanol purificado se succiona por la Bomba de Reciclo (P-102). Esta bomba eleva la presión del líquido hasta los 15 bar y lo transporta por la línea superior de retorno hacia la entrada de la planta, cerrando el balance de masa global y garantizando que la conversión final del proceso se aproxime al 100%.
• Sistema de Fondo (Efluente): El fondo de T-102 cuenta con el Rehervidor (E-106) para asegurar el correcto fraccionamiento. Al haberse recuperado todo el metanol por la cabeza, la corriente líquida que abandona de forma definitiva la base de la columna consiste exclusivamente en Agua de Desecho libre de contaminantes orgánicos, enviándose directamente a la planta de tratamiento de aguas de la instalación.

Tipología: Elaboración de un informe o un proyecto de naturaleza profesional.

Objetivos planteados:

Obtención de DME a partir de metanol mediante un deshidratación catalítica reversible y posterior purificación del producto.

Bibliografía básica:

Turton, R., Shaeiwitz, J. A., Bhattacharyya, D., y Whiting, W. B. (2018). Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes (5.ª ed.). Prentice Hall.
Sinnott, R. K., y Towler, G. (2020). Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design (6.ª ed.). Butterworth-Heinemann.
Bird, R. B., Stewart, W. E., y Lightfoot, E. N. (2006). Transport Phenomena (2.ª ed.). John Wiley & Sons.
Fogler, H. S. (2020). Elements of Chemical Reaction Engineering (6.ª ed.). Prentice Hall.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARÍA DEL MAR MUÑIO MARTÍNEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: INGENIERÍA QUÍMICA

Correo electrónico: mmunio@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

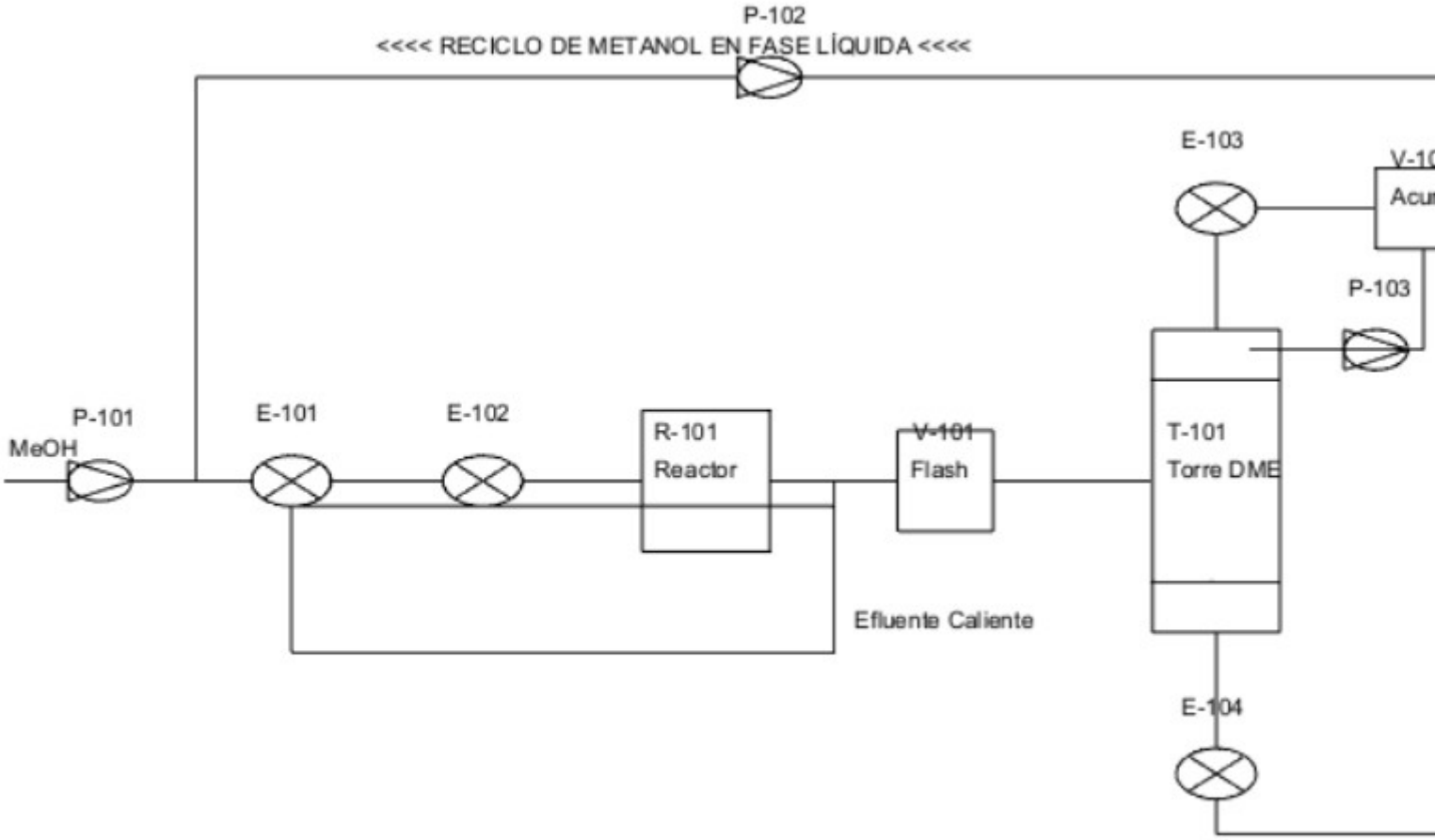
Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: MANUEL DEL ORO MARIN

Correo electrónico: deloro@correo.ugr.es


P-102
<<<< RECICLO DE METANOL EN FASE LÍQUIDA <<<<
E-103
P-103
P-101
MeOH
E-101
E-102
R-101
Reactor
V-101
Flash
T-101
Torre DME
Efluente Caliente
E-104