

Protocolo de operación del piloto de electrodiálisis

Laura Valentina Cedeño González y Luis Carlos Coronado Medrano

Laboratorio de procesos 210

Profesor:

Carlos Jesús Muvdi Nova

Ingeniero químico, M.Sc., Ph.D.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Programa Académico

Bucaramanga

2023

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	4
1. Descripción general del piloto	5
2. Piezas del módulo de electrodiálisis.....	6
3. Preparación de las soluciones	7
3.1. Solución de lavado.....	7
3.2. Soluciones para pruebas preliminares.....	7
4. Funcionamiento del piloto	8
4.1. Pretratamiento	8
4.2. Protocolo de desalado.....	10
4.3. Protocolo de apagado	10
4.4. Protocolo de lavado.....	11
5. Recomendaciones	11

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1.	6
Esquema del piloto de electrodiálisis.	6
Figura 2.	8
Conexiones fuente de poder.	8
Figura 3.	9
Identificación de electrodos en el módulo membranario, electrodo negativo.	9
Figura 4.	9
Identificación de electrodos en el módulo membranario, electrodo positivo.	9

Introducción

Mediante este protocolo de operación del piloto de electrodiálisis, se hace un acompañamiento a los estudiantes de pregrado y postgrado en el funcionamiento y uso correcto del equipo, con el objetivo de que las pruebas experimentales a realizar se hagan de la forma más responsable posible. Para ello, se realiza un reconocimiento del equipo, todas las partes y piezas del mismo, el sistema de control y el protocolo de funcionamiento tanto del encendido como del apagado, incluyendo lavado.

1. Descripción general del piloto

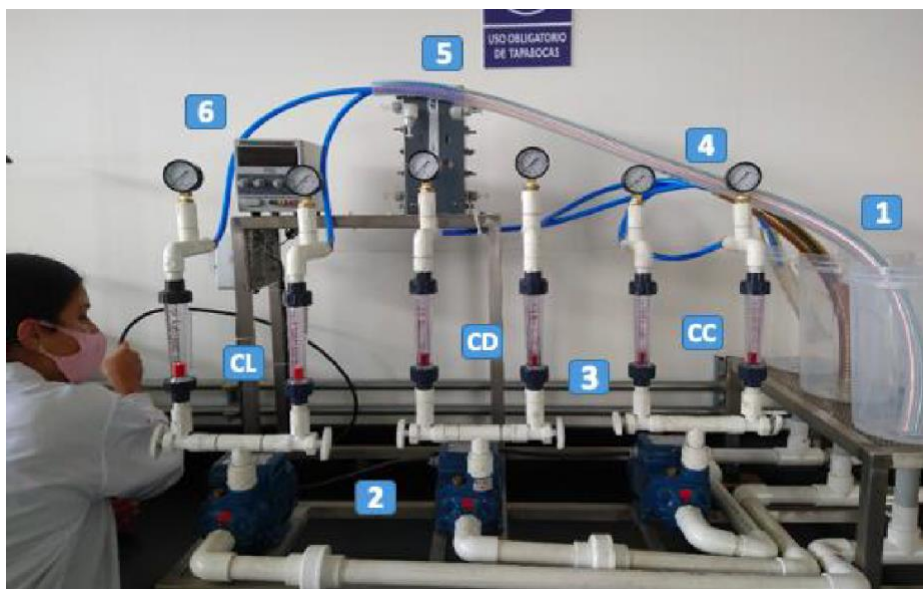
El piloto de electrodiálisis se conforma principalmente por tres tanques de almacenamiento con capacidad de 5 L cada uno y con un sistema tubería-válvula en la parte inferior para facilitar el vaciado y la toma de muestras. A estos se les adecuó un sistema de enfriamiento usando un serpentín con manguera reforzada conectada a un baño termostatado por el que circula una mezcla de agua y mono etilenglicol, con el objetivo de controlar el aumento de la temperatura. Los tanques van conectados a tres bombas centrífugas las cuales envían las soluciones salinas a los rotámetros para medir el flujo y controlarlo por medio de válvulas, y con los manómetros ubicados en las tuberías se realiza un seguimiento a la presión del sistema. Posteriormente, el fluido ingresa al módulo membranario integrado por tres circuitos independientes. Un circuito de concentrado (CC) por el que circula parte de la solución que irá enriqueciéndose de iones, un circuito de diluido (CD) en el que la solución se irá empobreciendo de iones, y un circuito de lavado (CL) para minimizar la presencia de reacciones en el área de los electrodos. Finalmente, el fluido se recircula desde el módulo hacia los tanques. Adicionalmente, la unidad de electrodiálisis cuenta con una fuente de poder conectada al módulo, la cual es la encargada de suministrar el potencial eléctrico para inducir el flujo de iones a través de las membranas de intercambio iónico.

2. Piezas del módulo de electrodiálisis.

En la Figura 1 se presenta el piloto de electrodiálisis diseñado por el grupo de investigación CICTA/UIS.

Figura 1.

Esquema del piloto de electrodiálisis.



1. Tres tanques de almacenamiento de 5 L con sistema de tubería-válvula en la parte inferior con un sistema de enfriamiento usando un serpentín con una manguera reforzada conectada a un baño termostataado.
2. Tres bombas centrífugas las cuales direccionan las soluciones salinas.
3. Tres rotámetros, uno para cada bomba los cuales ayudan a medir y controlar el flujo por medio de válvulas.
4. Tres manómetros que ayudan a realizar un seguimiento de la presión del sistema.

5. Módulo membranario integrado por tres circuitos independientes
 - Circuito de concentrado (CC), por la cual circula parte de la solución que irá enriqueciéndose de iones.
 - Circuito de diluido (CD), por la cual circula la solución que irá perdiendo iones.
 - Circuito de lavado (CL), la cual se usa para minimizar la presencia de reacciones en el área de los electrodos.
6. Fuente de poder conectada al módulo, la cual es la encargada de suministrar el potencial eléctrico para inducir el flujo de iones a través de las membranas de intercambio iónico.

3. Preparación de las soluciones

3.1. Solución de lavado

Se preparan 4 L de una solución 1 N de sulfato de sodio. Se agregan 284 g de Na_2SO_4 a un vaso de precipitado con agua destilada hasta completar 4 L. Esta solución es usada como solución de lavado de los electrodos en todos los ensayos.

3.2. Soluciones para pruebas preliminares

Para realizar pruebas preliminares de desalación se procesan soluciones ideales de NaCl con el fin de verificar la transferencia de iones en la operación. Para esto, se preparan dos soluciones de 4 L para la corriente de concentrado y diluido, añadiendo 4 y 28 g de NaCl , respectivamente, a un volumen de 4 L de agua destilada.

Se recomienda realizar un proceso de filtrado de las soluciones con filtro de tela previo a la operación, para la remoción de sólidos insolubles que puedan afectar el funcionamiento y estado de las membranas de intercambio iónico.

4. Funcionamiento del piloto

4.1. Pretratamiento

- Inicialmente, se enciende el baño termostático y se fija a una temperatura de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Antes de iniciar la operación del piloto con las soluciones ideales y reales, se realiza una primera prueba con agua desmineralizada, con el fin de verificar la ausencia de fugas en el sistema.
- Se debe verificar que las soluciones utilizadas tengan turbidez $< 5\text{ NTU}$.
- Se verifican que las válvulas de salida estén cerradas y que las válvulas de alimentación estén abiertas.
- Se fija el flujo en los rotámetros a 30 L/h para los circuitos de diluido y concentrado y para el circuito de lavado se fija un flujo de 40 L/h.
- Se conectan los electrodos del módulo de ED a la fuente de poder de la siguiente manera:

Figura 2.

Conexiones fuente de poder.

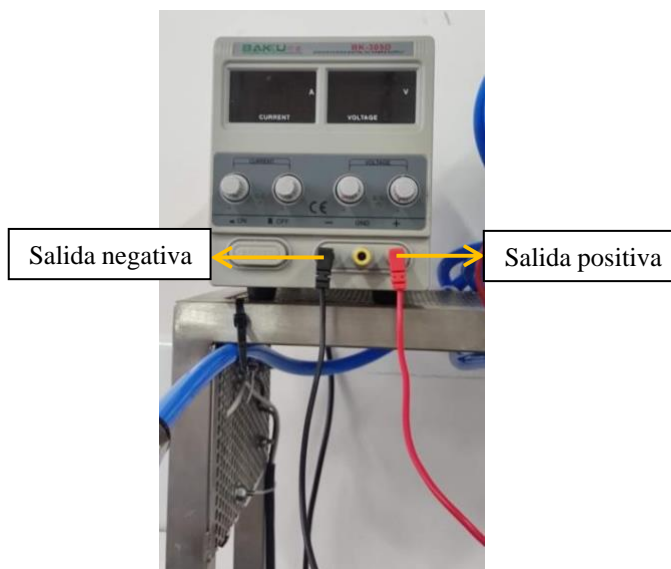


Figura 3.

Identificación de electrodos en el módulo membranario, electrodo negativo.

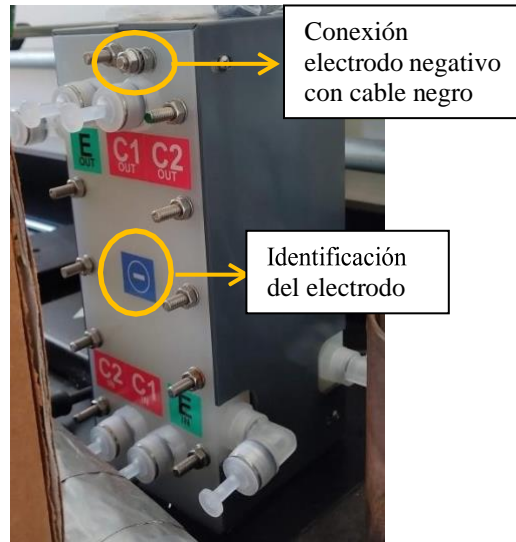
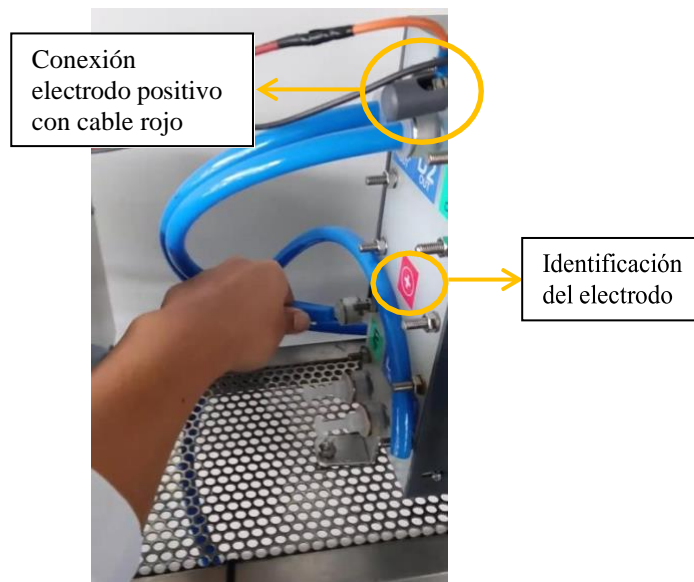


Figura 4.

Identificación de electrodos en el módulo membranario, electrodo positivo.



- Se verifican las variables presión y temperatura para que los valores de operación estén en los rangos recomendados por el proveedor.

- Una vez se verifica el correcto funcionamiento del piloto, se preparan las soluciones descritas anteriormente, según el tipo de prueba que se vaya a realizar (pruebas preliminares o con soluciones reales). Se agregan a los tanques de diluido, concentrado y lavado. Se miden las conductividades, el pH y las temperaturas iniciales de cada una de las soluciones para tener una referencia de estas variables en el tiempo 0.
- Cuando la temperatura inicial de cada una de las soluciones esté por debajo de los 10°C, se puede iniciar la prueba.

4.2. Protocolo de desalado

- Se encienden las bombas y se fija el flujo en los rotámetros a 30 L/h para los circuitos de diluido y concentrado y para el circuito de lavado se fija un flujo de 40 L/h.
- Se enciende la fuente de poder y se fija el voltaje con el cual se va a trabajar (30V) y se da inicio al cronómetro.
- Se toman muestras de concentrado y diluido continuamente mientras los valores del amperaje varían en el tiempo. Se mide la conductividad, pH y la temperatura de las muestras para el seguimiento del proceso. Algunas muestras se deben almacenar para hacer los análisis pertinentes posteriormente.
- Cuando la temperatura de operación esté cerca a los 35 °C se finaliza la prueba.

4.3. Protocolo de apagado

- Primero se debe detener la corriente al módulo, disminuyendo el voltaje a cero y, finalmente, apagando la fuente de poder.
- Posteriormente, se apagan las bombas y se cierran las válvulas de salida de éstas.
- Se vacían los tanques de almacenamiento.

4.4. Protocolo de lavado

- Se llenan los tanques de alimentación con agua desmineralizada, se retiran las mangueras de los tanques y se introducen en un solo recipiente externo, para que no exista recirculación del agua contaminada.
- Se activan las bombas sin encender la fuente de poder.
- Una vez los tanques estén casi vacíos se detienen las bombas y se mide la conductividad del agua que se descarta.
- El proceso se repite hasta que la conductividad del agua a la salida de los tanques sea igual a la del agua desmineralizada.
- Finalmente, se desconecta el piloto, se ordena y se limpia el área de trabajo.

5. Recomendaciones

- Ante cualquier duda o inquietud, consultar con el profesor o profesional encargado ya que una mala manipulación puede terminar en un accidente.
- Siempre debe haber mínimo 2 personas en el laboratorio en caso de que ocurra algún percance.
- Cumplir con la indumentaria básica necesaria para trabajar dentro del laboratorio como bata, pantalón sin rotos y zapato cerrado.
- Antes del trabajo en el laboratorio 210, leer detenidamente el MANUAL DE SEGURIDAD el cual se encuentra en el portafolio de manuales.