

Práctica 2: Programación Lineal y No Lineal

Los objetivos de esta práctica son que el alumno aprenda a formular problemas prácticos de diseño y operación óptima de procesos en términos de programación matemática y a resolverlos con los algoritmos adecuados en el entorno de optimización GAMS. Además, con estos ejercicios se espera que el alumno adquiera conocimientos avanzados de dicho entorno.

Programación Lineal

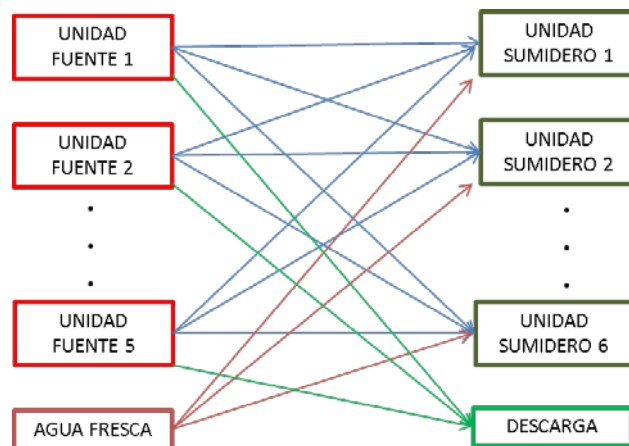
Ejercicio 1

DISEÑO DE REDES DE AGUA

En una planta de procesos se tiene un conjunto de unidades (sumideros) que utilizan corrientes de agua provenientes de otros procesos o unidades (fuentes). Además la planta dispone de un servicio de agua fresca que solamente puede alimentar a las unidades de tipo sumidero. También dispone de una unidad de “descarga” a donde pueden llegar solamente corrientes provenientes de las unidades fuente, como se ilustra en el siguiente esquema. Los datos de todas las corrientes se muestran en las tablas 1 y 2.

Se pide:

- Formular y obtener mediante programación matemática la distribución óptima de la red que minimice los servicios de agua fresca y las corrientes de purga, utilizando GAMS.
- ¿Qué tipo de problema se obtiene?
- ¿Podría modificarse la formulación del problema para mejorar su robustez numérica y/o las condiciones de optimalidad?
- Analizar la solución obtenida y dibujar el esquema óptimo de la red.



sumideros	Flujos (tn/h)	Concentración máxima a la entrada (ppm)	Cargas (Kg/h)
1	120	0	0
2	80	50	4
3	80	50	4
4	140	140	19.6
5	80	170	13.6
6	195	240	46.8

Tabla 1. Datos de las unidades sumideros

Fuentes	Flujos (tn/h)	Concentración (ppm)	Cargas (Kg/h)
1	120	100	12
2	80	140	11.2
3	140	180	25.2
4	80	230	18.4
5	195	250	48.75

Tabla 1. Datos de las unidades fuentes

Ejercicio 2

CALCULO DE SERVICIOS MINIMOS EN REDES DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

Se tienen dos corrientes calientes (H_i) y dos corrientes frías (C_j) de proceso, cuyas temperaturas de entrada y salida, así como sus correspondientes contenidos caloríficos que se muestran en la siguiente tabla:

Corrientes de Proceso	T^{in} (°C)	T^{out} (°C)	FC_p (kW°C ⁻¹)
H_1	95	75	5
H_2	80	75	50
C_1	30	90	10
C_2	60	70	12.5

Se pide:

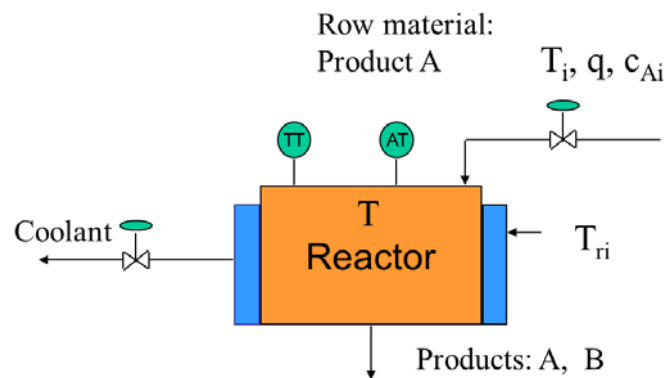
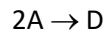
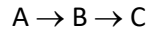
- Diseñar una red de intercambiadores de calor para un ΔT de 30°C mediante programación matemática (modelo de transporte) utilizando GAMS, que minimice los servicios fríos y calientes, suponiendo que los costos de calefacción y enfriamiento son 80 €/kW/año y 20/kW/ año respectivamente.

Analizar la solución obtenida

Programación No Lineal

Ejercicio 3.

Se desea obtener el diseño óptimo de un reactor químico de tanque agitado conocido como de Van der Vusse, como el de forma cilíndrica que aparece en la figura, en el que tiene lugar una reacción en la que un producto A se convierte en uno B, con una serie de reacciones colaterales.



Para el desarrollo del modelo pueden utilizarse los siguientes parámetros:

```
REAL Ca0 = 5.1    "Inlet feed concentration (mol/l)"
REAL Ti = 104.9  " Inlet feed temperature (°C)"
REAL Tki = 60    " Inlet coolant temperature (°C)"

REAL k10 = 1.287e12 " A->B Pre-exponential factor (1/h)"
REAL k20 = 1.287e11 " B->C Pre-exponential factor (1/h)"
REAL k30 = 9.043e9  " 2A->D Pre-exponential factor (1/h)"
REAL E1 = 9758.3   " A->B Activation Energy E/R (°K)"
REAL E2 = 9758.3   " B->C Activation Energy E/R (°K)"
REAL E3 = 8560     " 2A->D Activation Energy E/R (°K)"
REAL dHr1 = 4.2    " A->B Heat of Reaction (kJ/mol A)"
REAL dHr2 = -11    " B->C Heat of Reaction (kJ/mol B)"
REAL dHr3 = -41.85 " 2A->D Heat of Reaction (kJ/mol A)"
REAL rho = 0.9342  " density (kg/l)"
REAL Cp = 3.01     " Heat capacity of reactants (kJ/kg-°K)"
REAL U = 40.32     " Heat transfer coefficient (kJ/h-°K-dm2)"

REAL mK = 5        " Mass of cooling (kg)"
REAL CpK = 2       " Heat capacity of cooling (kJ/kg-°K)"
REAL rhok = 1.2    " coolant density (kg/l)"
```

El proceso requiere que la diferencia mínima de temperatura entre la camisa y el reactor debe ser superior a 5 °C, el tiempo de residencia en el reactor debe ser superior a 0.2 horas y no mayor a 1.5 h y se quiere que la conversión no sea inferior al 45%. La relación altura/diámetro del reactor se recomienda que esté entre 1 y 1.5 dm.

Se pide:

Obtener el tamaño y el punto de operación óptimo del reactor que maximice el beneficio a lo largo de un año. Los costos se muestran a continuación:

	costos
Producto final (B)	100 €/mol/l
Materia prima (A)	10 €/mol/l
Caudal refrigerante	3 €/l/h
Volumen del reactor	4000 €/l