Taller 2

Valerie Parra Cortés

Febrero 2019

1 Punto

La selección de mallas se hizo como está en la 1.

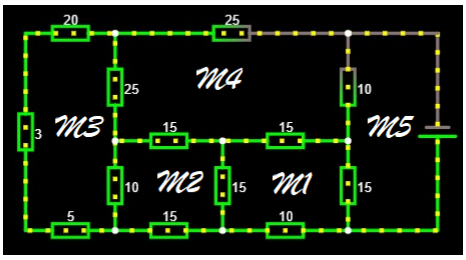

Figure 1: Selección de mallas del circuito

Si expresamos el sistema en ecuaciones matricialmente en orden en que se definieron las mallas el sistema quedaría

$$A = \begin{bmatrix} 45 & -15 & 0 & -5 & -15 \\ -15 & 55 & -10 & -15 & 0 \\ 0 & -10 & 63 & -25 & 0 \\ -5 & -15 & -25 & 80 & -10 \\ -15 & 0 & 0 & -10 & 25 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 85 \end{bmatrix}$$

Si resolvemos en MatLab llegamos a que, nuestro vector de incógnitas es

$$x = \begin{bmatrix} i_1 = 2.2111 \\ i_2 = 1.0405 \\ i_3 = 0.6339 \\ i_4 = 1.1813 \\ i_5 = 5.1992 \end{bmatrix}$$

Adicionalmente, podemos plantear el sistema de nodos, colocamos el tierra en el nodo más cerca al negativo, y definimos el voltaje a como el que pasa en el nodo 2, el h el que pasa en el nodo 3,el i como el que pasa en el nodo 4, el b como el que pasa en el nodo 5, el c como el que pasa en el nodo 6, el d como el que pasa en el nodo 7, el e como el que pasa en el nodo 8, el f como el que pasa en el nodo 9, el g como el que pasa en el nodo 10 y el nodo 11 como tierra, el sistema quedaría

$$
\begin{aligned}
Va &= 85\\
\frac{Vh-Va}{10}+\frac{Vh-Vi}{15}+\frac{Vh-Vf}{15} &= 0\\
\frac{Vi-Ve}{10}+\frac{Vi-Vb}{5}+\frac{Vi-Vh}{15} &= 0\\
\frac{Vb-Vi}{5}+\frac{Vb-Vc}{3} &= 0\\
\frac{Vd-Vc}{20}+\frac{Vc-Vd}{20} &= 0\\
\frac{Vd-Vc}{20}+\frac{Vd-Ve}{25}+\frac{Vd}{25} &= 0\\
\frac{Ve-Vd}{25}+\frac{Ve-Vi}{10}+\frac{Ve-Vf}{15} &= 0\\
\frac{Vf-Ve}{15}+\frac{Vf-Vh}{15}+\frac{Vf-Vg}{5} &= 0\\
\frac{Vg-Va}{15}+\frac{Vg-Vf}{5}+\frac{Vg}{10} &= 0
\end{aligned}
$$

Las matrices del sistema serían

$$
A=\begin{bmatrix}
1.0000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
-0.1000 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.0667 & 0 & 0.2333 & -0.0667\\
0 & -0.2000 & 0 & 0 & -0.1000 & 0 & 0 & -0.0667 & 0.3667\\
0 & 0.5333 & -0.3333 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.2000\\
0 & -0.3333 & 0.3833 & -0.0500 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & -0.0500 & 0.1300 & -0.0400 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & -0.0400 & 0.2067 & -0.0667 & 0 & 0 & 0.1000\\
0 & 0 & 0 & 0 & -0.0667 & 0.3333 & -0.2000 & -0.0667 & 0\\
-0.0667 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.2000 & 0.3667 & 0 & 0
\end{bmatrix}
$$

$$
b=\begin{bmatrix} 85\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0 \end{bmatrix}
$$

El vector de soluciones sería

$$
V=\begin{bmatrix}
V_a=85.0000\\
V_b=44.1121\\
V_c=42.2103\\
V_d=29.5320\\
V_e=43.2162\\
V_f=45.3284\\
V_g=40.1792\\
V_h=62.8886\\
V_i=47.2817
\end{bmatrix}
$$

Con este ejercicio vemos las aplicaciones que tienen estos métodos en problemas de ingeniería, además de que es importante escoger bien el sistema de ecuaciones planteado. Ya que aunque con ambas leyes de podemos resolver todo el sistema, mallas implica un mayor costo computacional que nodos, que aunque en este ejemplo pequeño no se nota, en un sistema más grande y en un lenguaje de alto nivel como lo es MatLab el tiempo computacional invertido aumentaría exponencialmente respecto al número de ecuaciones.

2 Punto

	Mezclador	Reactor	Separador	Global	Proceso
NVI	6	10	10	8	18
NBM	-3	-6	-5	-5	-14
NCC	-1	0	-2	-2	-3
NFC	0	0	0	0	0
RR	0	0	0	0	0
GDL	2	4	3	1	1

Ahora se procede a encontrar las ecuaciones que describen el sistema, para eso se plantean balances y relaciones adicionales en cada sistema.

Mezclador

$$F_1x_1^{O_2} - F_3x_3^{O_2} = 0 \tag{1}$$
$$F_1x_1^{N_2} - F_3x_3^{N_2} = 0 \tag{2}$$
$$F_2x_2^{A} - F_3x_3^{a} = 0 \tag{3}$$

Reactor

$$F_3x_3^{A} - r_1 - r_2 - F_4x_4^{A} = 0 \tag{4}$$
$$F_3x_3^{O_2} - r_1 - r_2 = 0 \tag{5}$$
$$F_3x_3^{N_2} - F_4x_4^{N_2} = 0 \tag{6}$$
$$r_1 - F_4x_4^{B} = 0 \tag{7}$$
$$r_2 - F_4x_4^{C0_2} = 0 \tag{8}$$
$$r_1 + f_2 - F_4x_4^{H_2O} = 0 \tag{9}$$
$$x_4^{A} + x_4^{B} + x_4^{CO_2} + x_4^{H_2O} - 1 = 0 \tag{10}$$
$$x_3^{A} + x_3^{O_2} + x_3^{N_2} - 1 = 0 \tag{11}$$

Separador

$$F_4x_4^{A} - F_5x_5^{A} = 0 \tag{12}$$
$$F_4x_4^{B} - F_5x_5^{B} = 0 \tag{13}$$
$$F_4x_4^{CO_2} - F_6x_6^{CO_2} = 0 \tag{14}$$
$$F_4x_4^{N_2} - F_6x_6^{N_2} = 0 \tag{15}$$
$$F_4x_4^{H_2O} - F_6x_6^{H_2O} = 0 \tag{16}$$
$$F_4 - F_5 - F_6 = 0 \tag{17}$$

Las variables conocidas son $x_1^{O_2}, x_1^{N_2}, x_2^{A}, x_5^{A}, x_5^{B}, X_6^{H_2O}, F_6$

Las desconocidas $x_3^{A}, x_3^{O_2}, x_3^{N_2}, x_4^{A}, x_4^{B}, x_4^{CO_2}, x_4^{N_2}, x_4^{H_2O}, x_6^{N_2}, X_6^{CO_2}, F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, r_1, r_2$

Las soluciones encontradas son

$$
x = \begin{bmatrix}
x_3^{A} = 0.6 \\
x_3^{O_2} = 0.3 \\
x_3^{N_2} = 0.1 \\
x_4^{A} = 0.3 \\
x_4^{B} = 0.3 \\
x_4^{CO_2} = 0 \\
x_4^{N_2} = 0.1 \\
x_4^{H_2O} = 0.3 \\
x_6^{N_2} = 0.25 \\
X_6^{CO_2} = 0 \\
F_1 = 100 \\
F_2 = 150 \\
F_3 = 250 \\
F_4 = 250 \\
F_5 = 150 \\
r_1 = 75 \\
r_2 = 0
\end{bmatrix}
$$

Como r_2 es 0, esto quiere decir que la única manera de obtener una composición de salida iguales a las reportadas,es que la reacción secundaría no se lleve a cabo, esto es ideal para el proceso pero es algo que no suele suceder es condiciones reales de operación. Esto también puede deducir se mirando el sistema y notando que para que existan 75 moles de agua por hora, tuvieron que reaccionar 75 moles de oxigeno en la misma cantidad de tiempo,lo que implica que entran 25 moles de nitrógeno en una hora, que es igual a la cantidad de N_2 de la corriente de salida, y como esto es exatamente la misma cantidad de moles en la corriente 6, la composición de CO_2 de esta corriente es 0, es decir, no se llevo la reacción secundaria.

3 Punto

Para el sistema se puede plantear, dado que está en equilibrio y en estado estacionario

$$
\begin{aligned}
0 &= Ca(k_{12} + k_{13}) - k_{21}Cb - k_{31}Cc \\
0 &= Cb(k_{21} + k_{24}) - k_{12}Ca - k_{42}Cd \\
0 &= Cc(k_{31} + k_{43}) - k_{34}Cd - k_{13}Ca \\
0 &= Cd(k_{42} + k_{34}) - k_{43}Cc - k_{24}Cb \\
0 &= Ce(k_{65} + k_{57}) - k_{56}Cf - k_{75}Cg \\
0 &= Cf(k_{56} + k_{76}) - k_{65}Ce - k_{67}Cg \\
Ca_0 + Cf_0 &= Ca + Cb + Cc + Cd + Ce + Cf + Cg
\end{aligned}
$$

$$
A = \begin{bmatrix}
k_{12} + k_{13} & -k_{21} & -k_{31} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-k_{12} & k_{21} + k_{24} & 0 & -k_{42} & 0 & 0 & 0 \\
-k_{13} & 0 & k_{31} + k_{43} & -k_{34} & 0 & 0 & 0 \\
0 & -k_{24} & -k_{43} & k_{42} + k_{34} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & -k_{45} & k_{65} + k_{54} + k_{57} & -k_{56} & -k_{75} \\
0 & 0 & 0 & 0 & -k_{65} & k_{56} + k_{76} & -k_{67} \\
1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1
\end{bmatrix}
$$

La matriz A puede ser modificada para satisfacer los criterios de convergencia de los métodos. Las soluciones encontradas con todos los métodos son:

$$B = \begin{bmatrix} Ca = 0 \\ Cb = 0 \\ Cc = 0 \\ Cd = 0 \\ Ce = 0.5070 \\ Cf = 0.5420 \\ Cg = 0.9510 \end{bmatrix}$$

Por lo que vemos que las reacciones tienden a moverse hacia la aparición de E, F y G, por lo que a pesar del equilibrio no se encontrarán compuestos A B C y D en el reactor. Esto nos corrobora matemáticamente que a pesar de que todas las reacciones son reversibles es poco probable que algunas reacciones tomen el sentido contrario.