

Problema.

Seis números escogidos entre el 1 y el 5 se escriben en los cuadrados de la figura de tal manera que la suma de los números en ambos renglones es la misma y también la suma de los números de las tres columnas son iguales. Ya se escribieron algunos de los números. ¿Qué número va en el lugar del cuadrado sombreado?

| | | |
|---|---|---|
| 1 | | 4 |
| | 2 | |

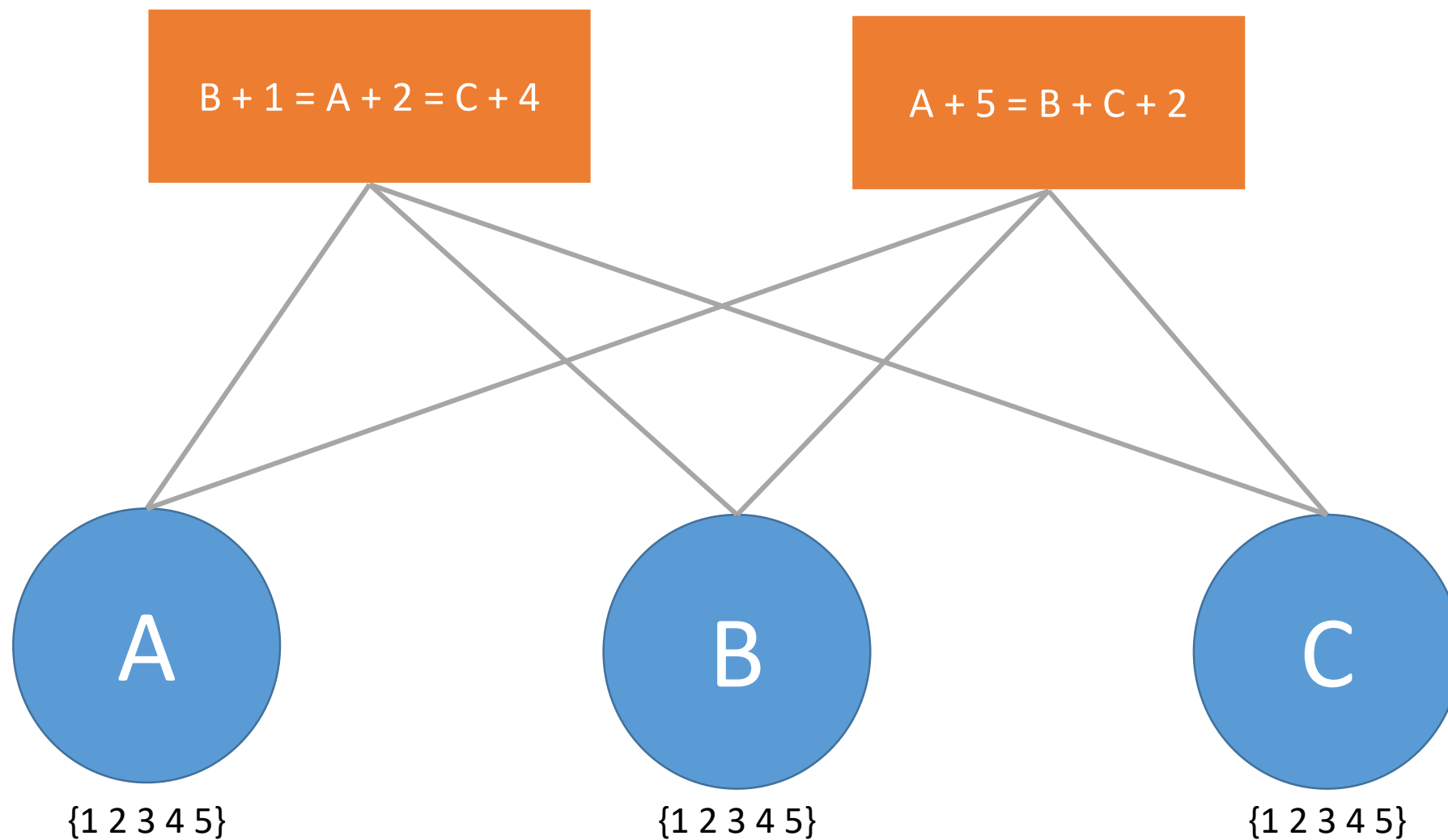
Problema.

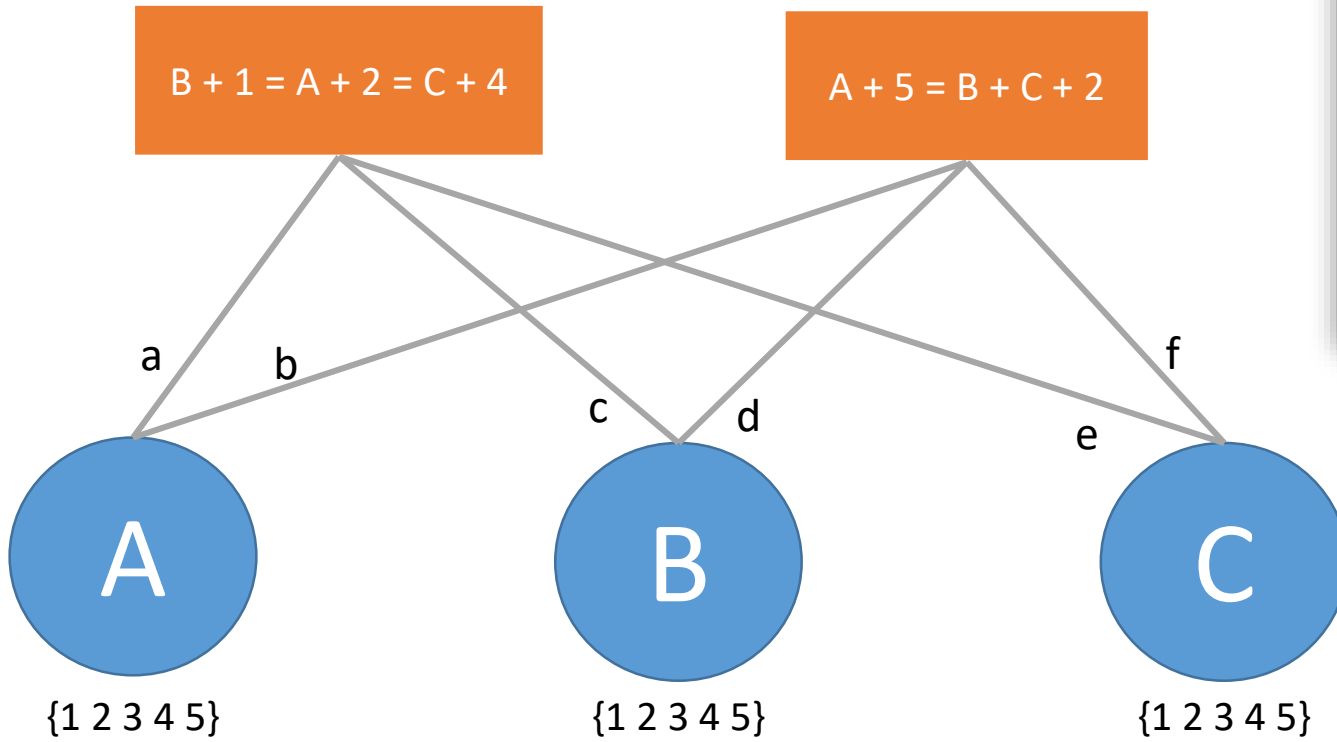
Seis números escogidos entre el 1 y el 5 se escriben en los cuadrados de la figura de tal manera que la suma de los números en ambos renglones es la misma y también la suma de los números de las tres columnas son iguales. Ya se escribieron algunos de los números. ¿Qué número va en el lugar del cuadrado sombreado?

Le daremos nombres a las casillas para ubicarlas a lo largo del algoritmo

| | | |
|---|---|---|
| 1 | A | 4 |
| B | 2 | C |

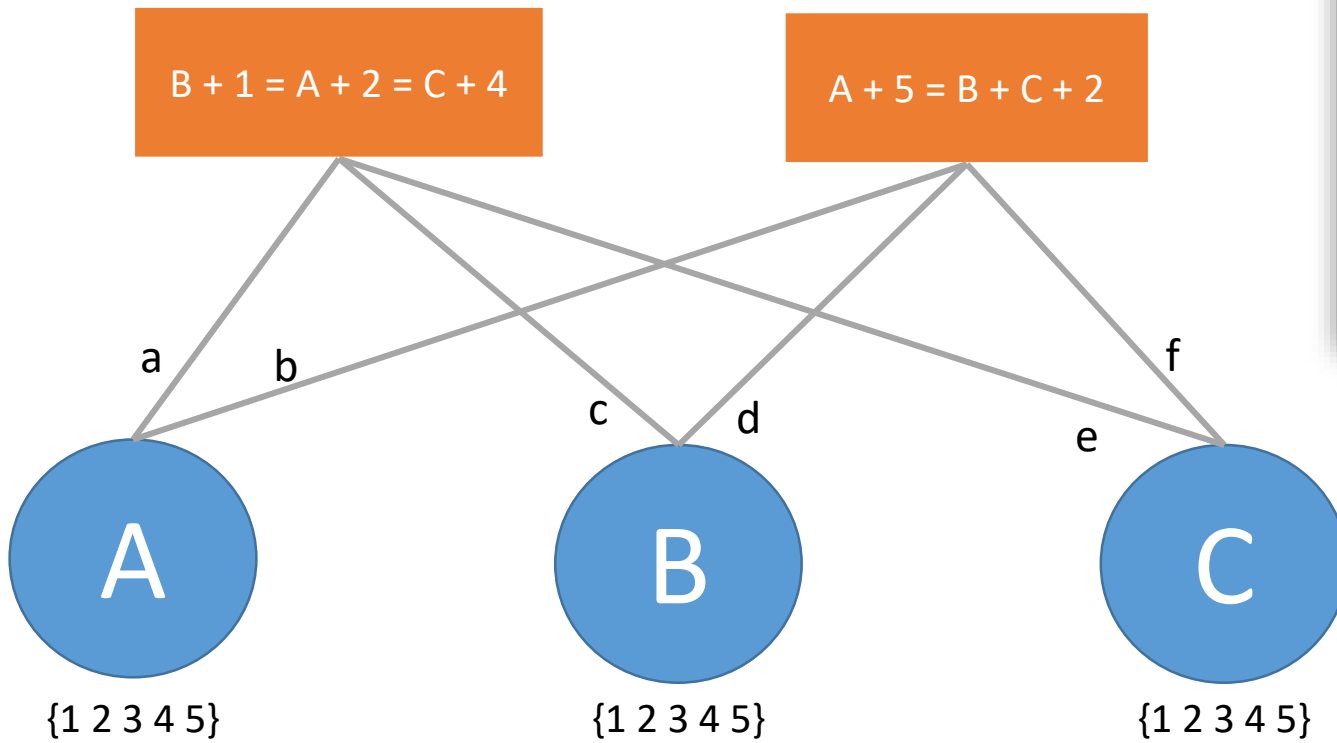
Modelado de restricciones






- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- while $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

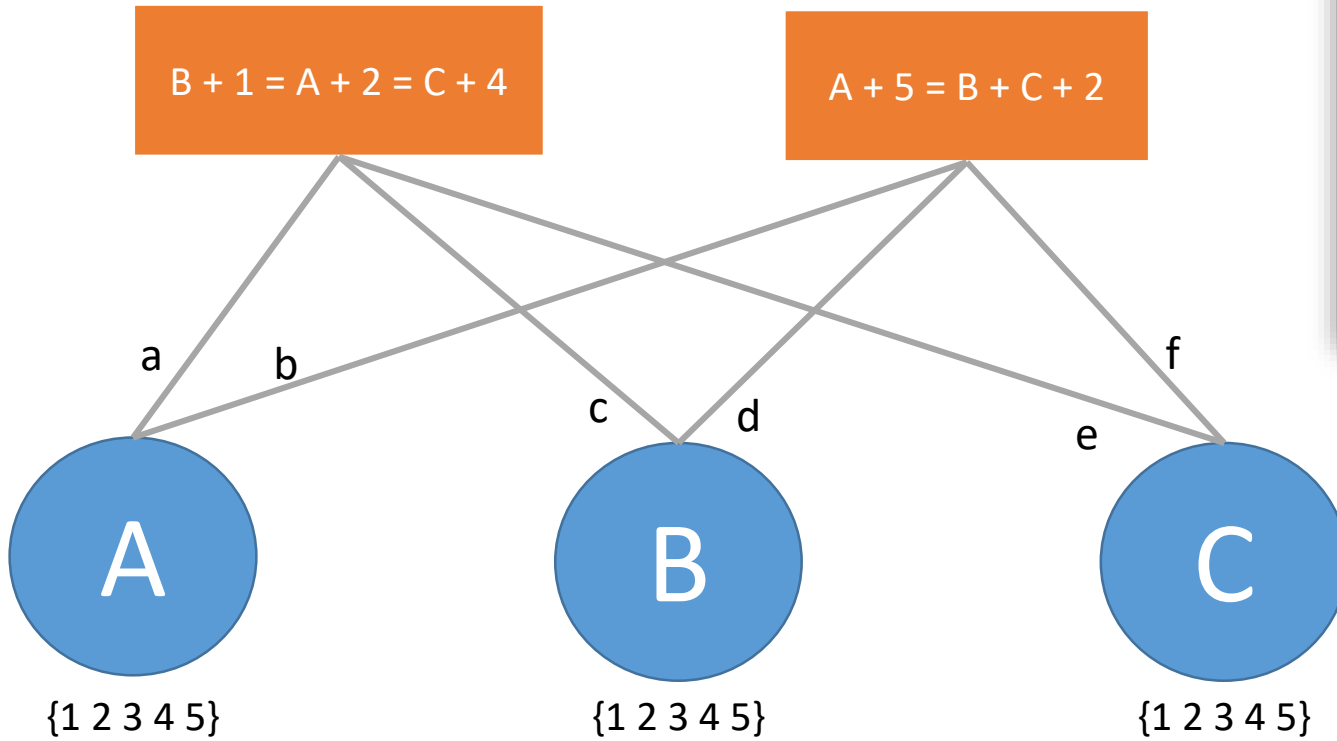
$AristasPorProcesar = \{\}$




- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$ 
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{a, b, c, d, e, f\}$

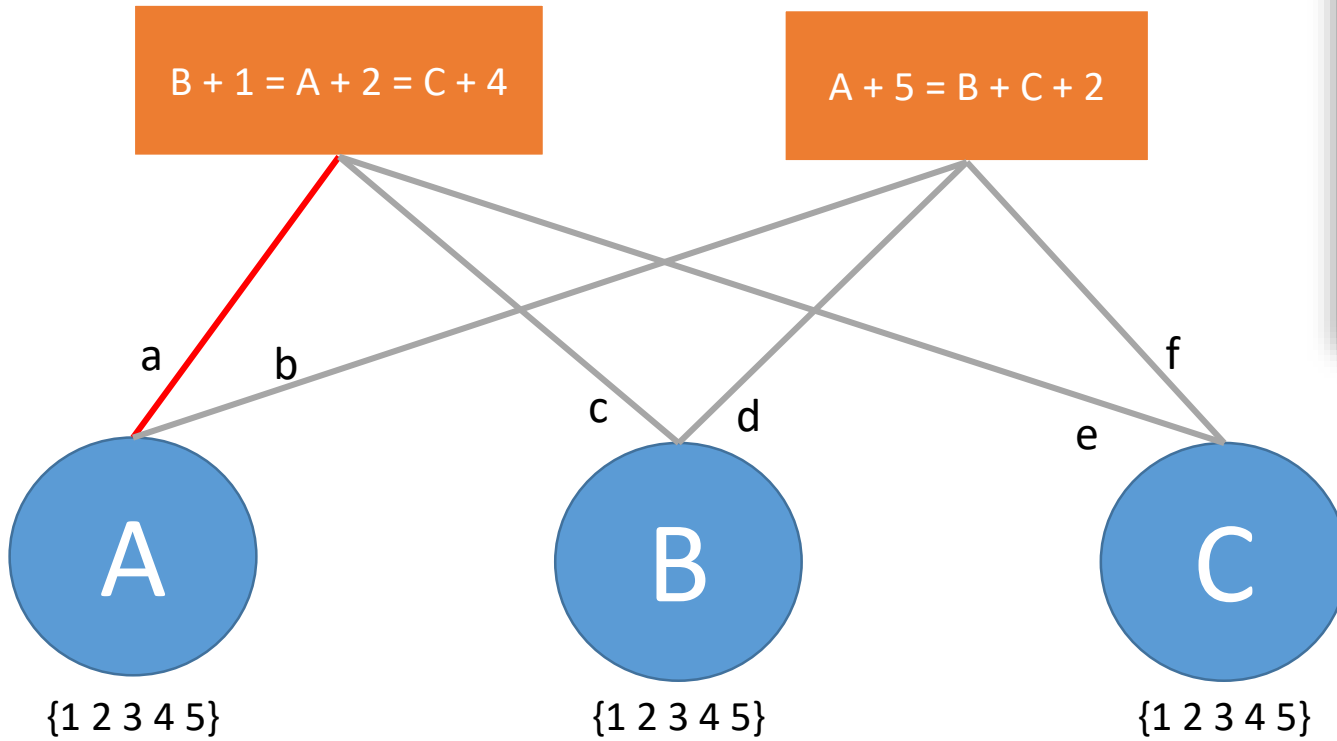
Agregamos todas las aristas a la cola



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$: 
- **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
- Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{a, b, c, d, e, f\}$

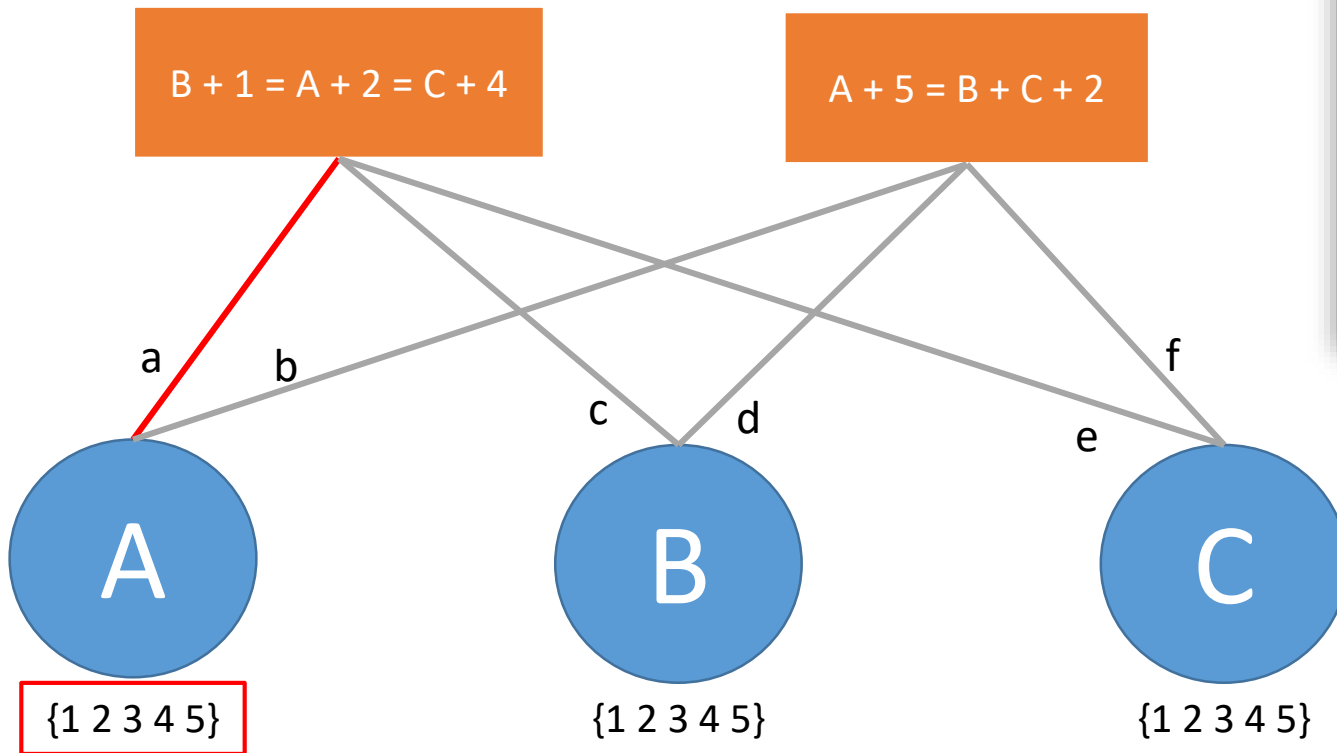
Como *AristasPorProcesar* no está vacía, entramos al ciclo



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala. ←
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

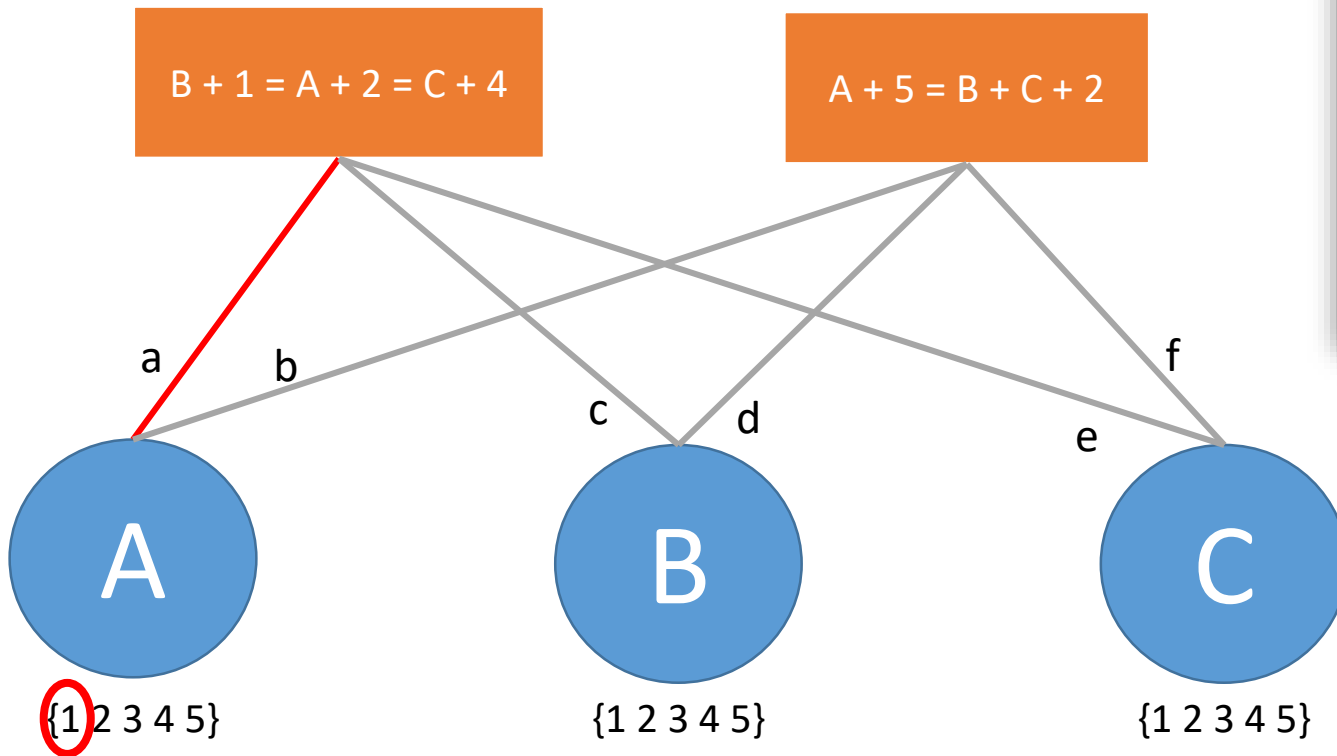
Escogemos la arista *a* y la quitamos de *AristasPorProcesar*



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - **Para cada** $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

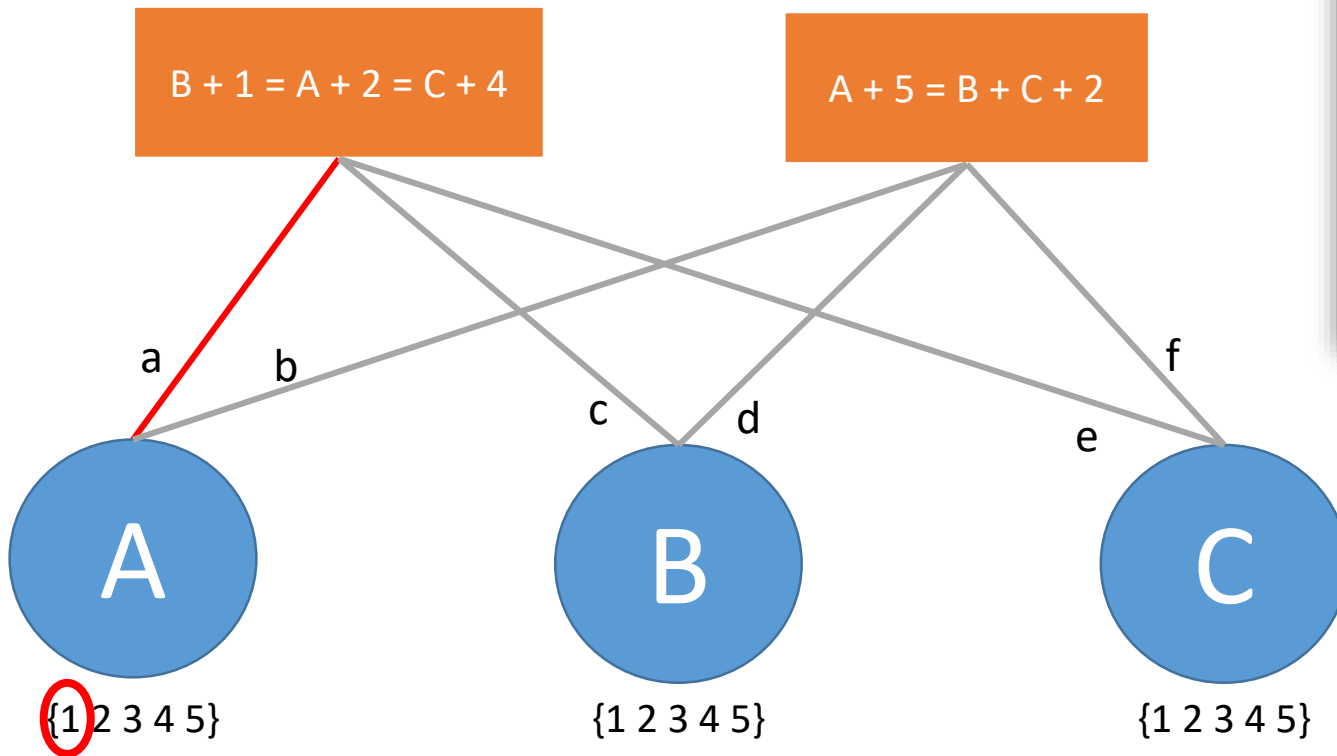
Vamos a iterar sobre cada valor del dominio de la variable A



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - **Para cada** $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

Tomamos el valor $A = 1$ del dominio de A :

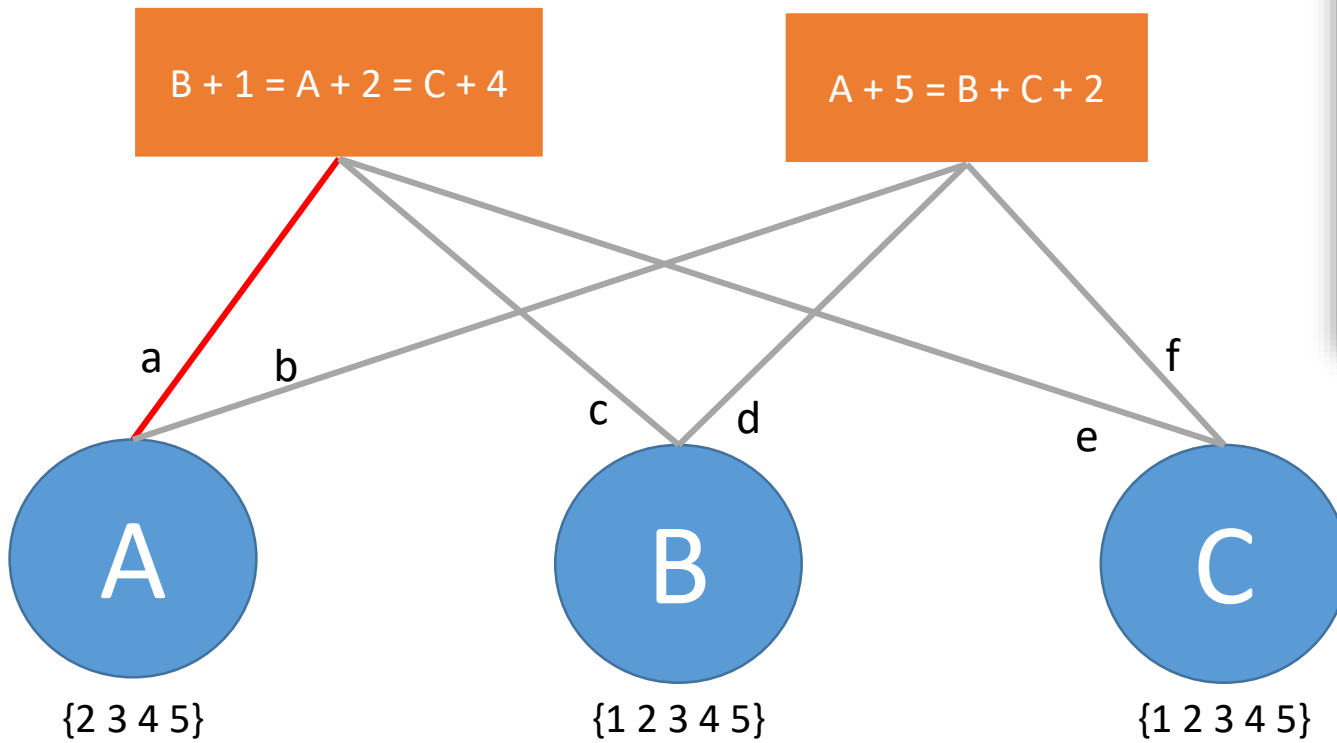


- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$. ←

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

Tomamos el valor $A = 1$ del dominio de A:

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $A = 1$
 Porque $3 < C + 4$ si $C \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$

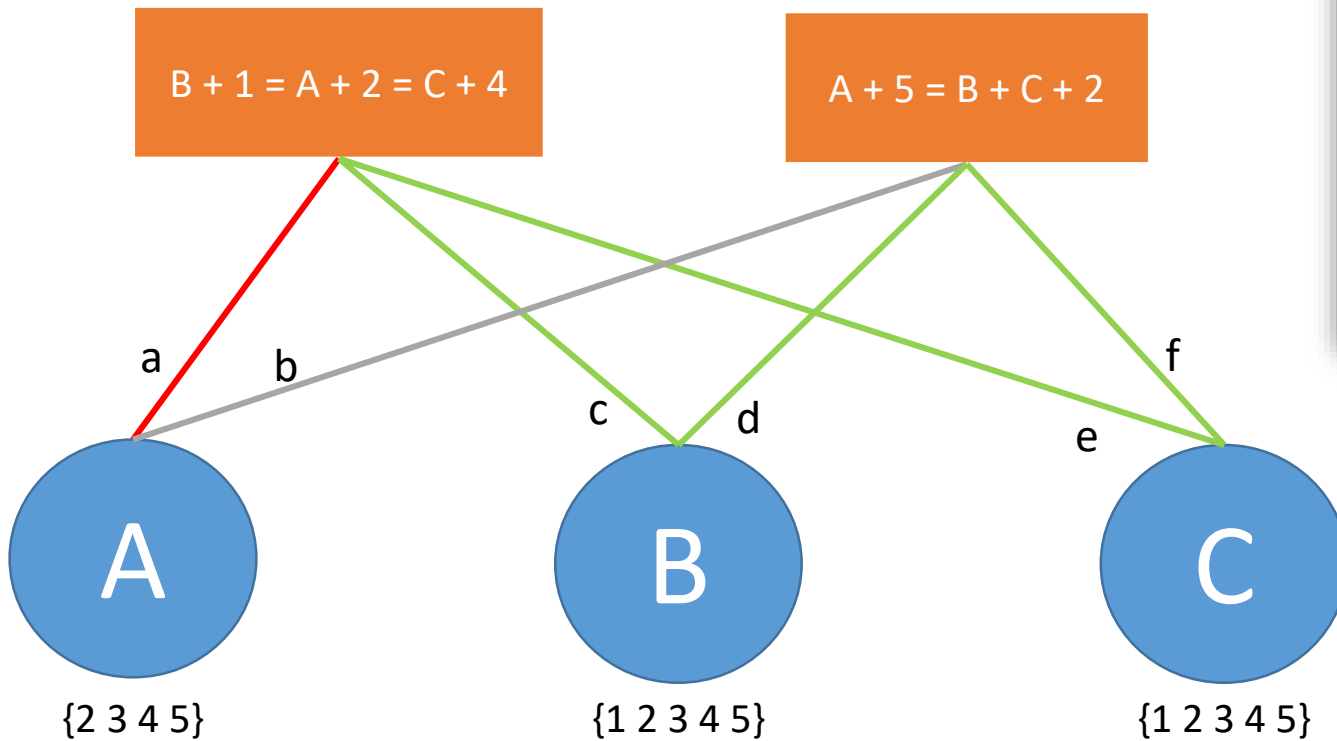


- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- while $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$. ←

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

Tomamos el valor $A = 1$ del dominio de A:

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $A = 1$
 (Porque $3 < C + 4$ si $C \in \{1 2 3 4 5\}$)
 Entonces eliminamos el valor 1 del dominio de A



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$. ←

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

En este caso no hay cambio porque las aristas que debíamos de agregar ya están en la listar de aristas por procesar

Tomamos el valor $A = 1$ del dominio de A:

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $A = 1$

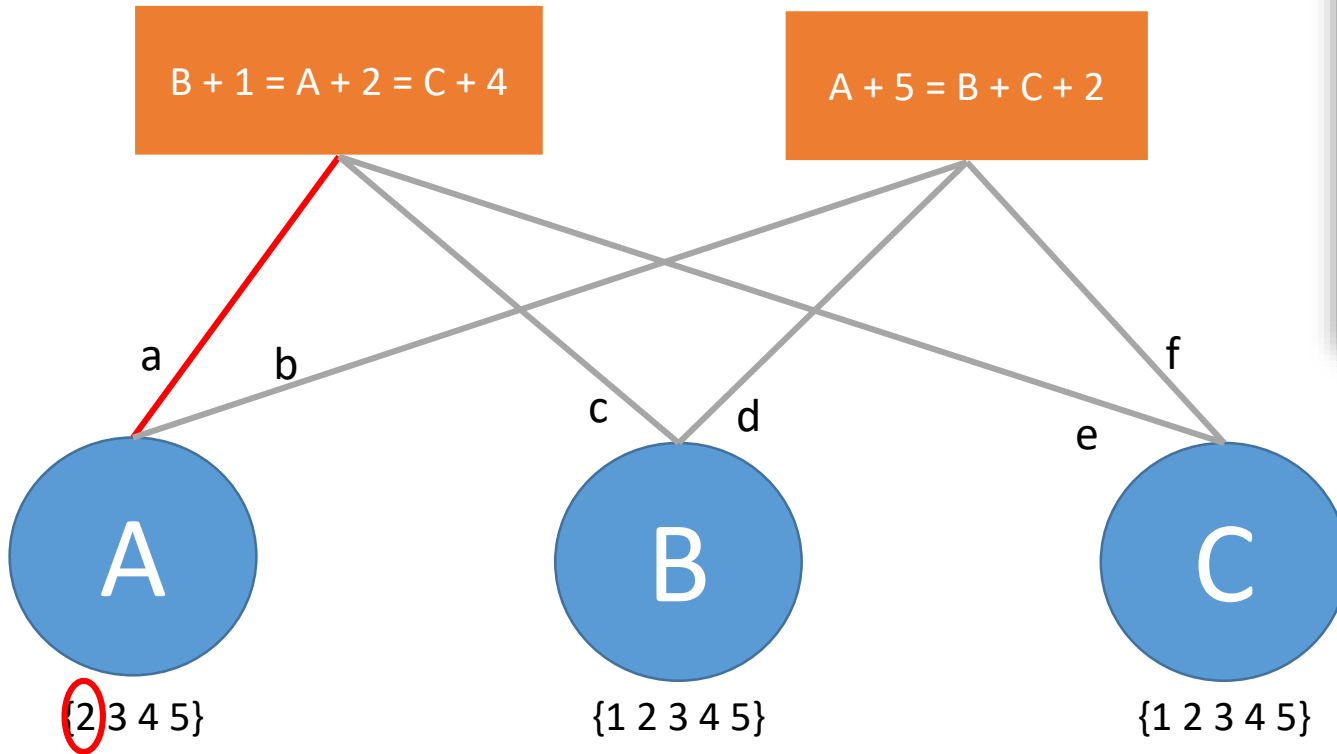
(Porque $3 < C + 4$ si $C \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)

Entonces eliminamos el valor 1 del dominio de A

Agregamos las aristas de condiciones que involucren a A pero que NO se unan con A

Agregamos las aristas c, d, e, f

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\} \cup \{c, d, e, f\}$

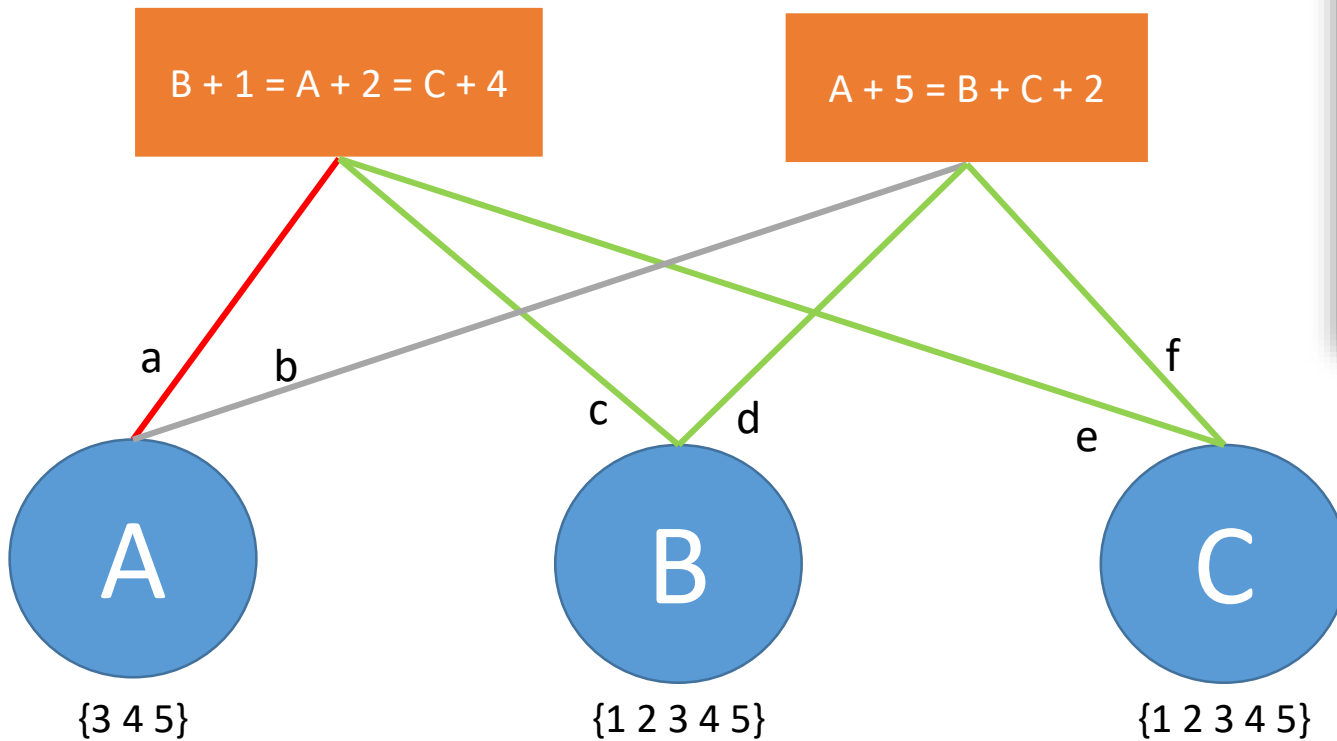


- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- while $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

Tomamos el valor $A = 2$ del dominio de A:

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $A = 2$
 (Porque $4 < C + 4$ si $C \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$. ←

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

En este caso no hay cambio porque las aristas que debíamos de agregar ya están en la listar de aristas por procesar

Tomamos el valor $A = 2$ del dominio de A:

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $A = 2$

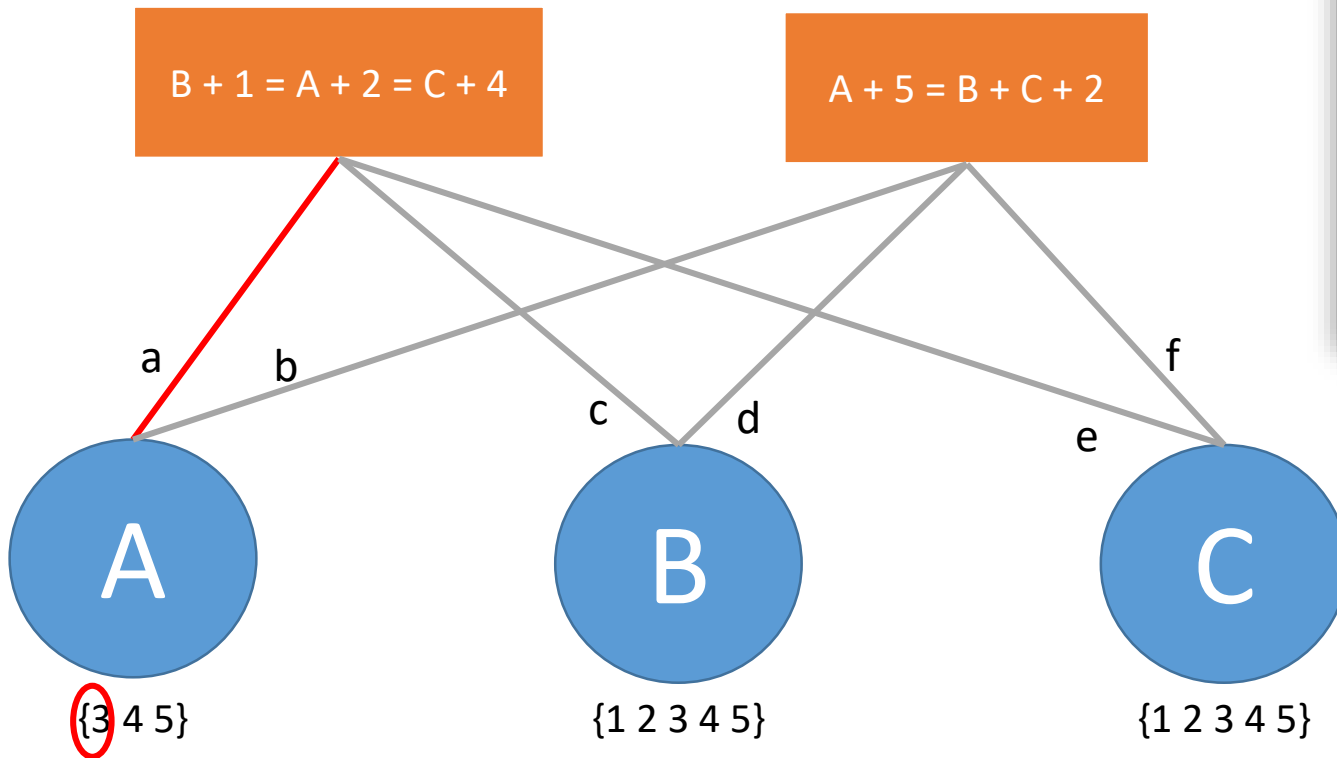
(Porque $4 < C + 4$ si $C \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)

Entonces eliminamos el valor 2 del dominio de A

Agregamos las aristas de condiciones que involucren a A pero que NO se unan con A

Agregamos las aristas c, d, e, f

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\} \cup \{c, d, e, f\}$

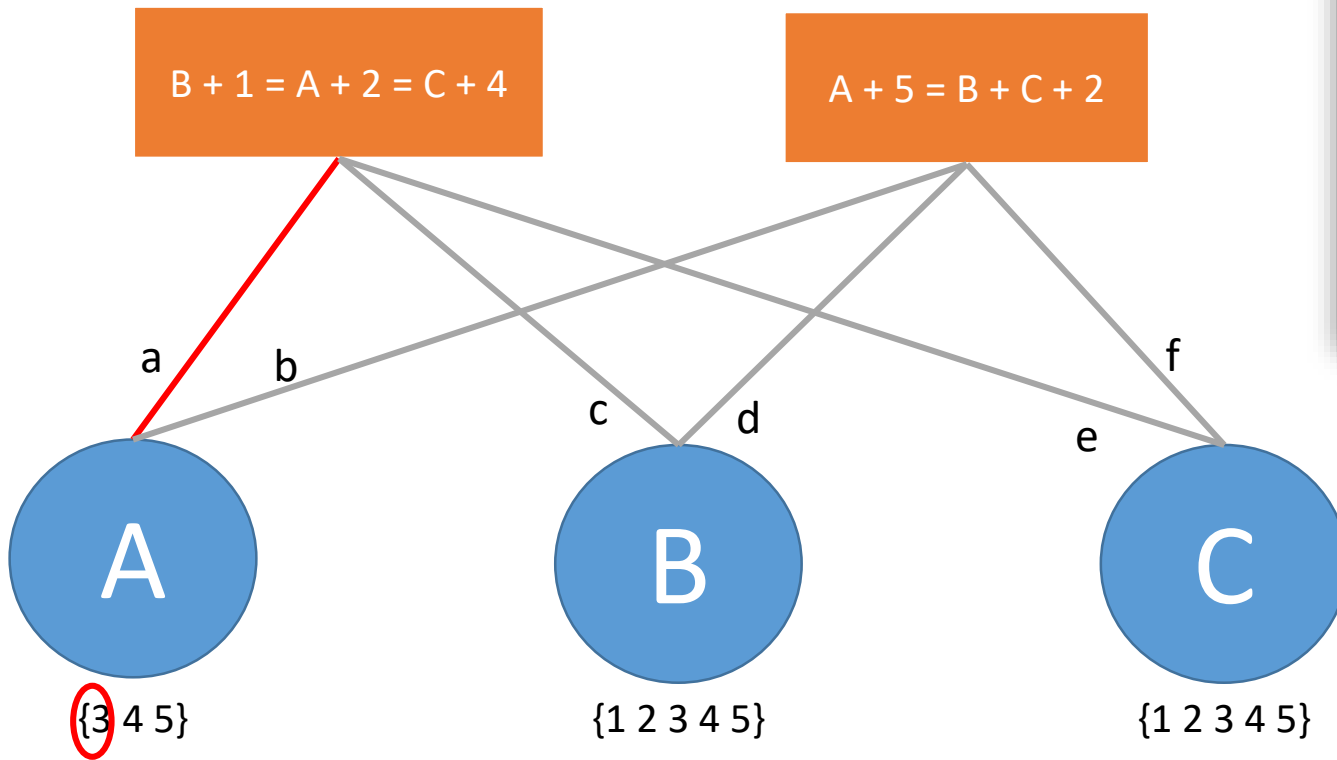


- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

Tomamos el valor $A = 3$ del dominio de A:

Si tomamos $B = 4$ y $C = 1$ podemos tomar $A = 3$
 $4 + 1 = 3 + 2 = 1 + 4$



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - **Para** cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

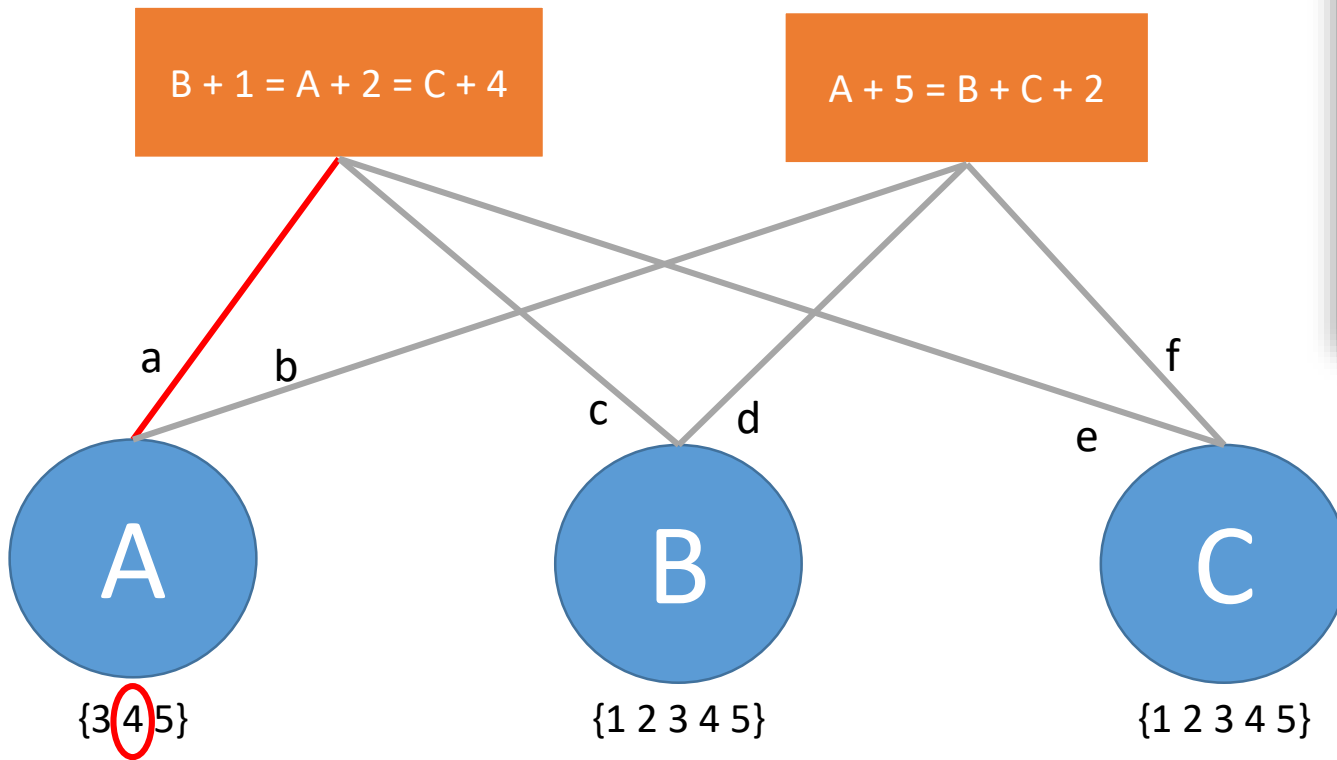
$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

Tomamos el valor $A = 3$ del dominio de A :

Si tomamos $B = 4$ y $C = 1$ podemos tomar $A = 3$

$$4 + 1 = 3 + 2 = 1 + 4$$

Por lo tanto no quitamos $A = 3$ del dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - **Para cada** $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

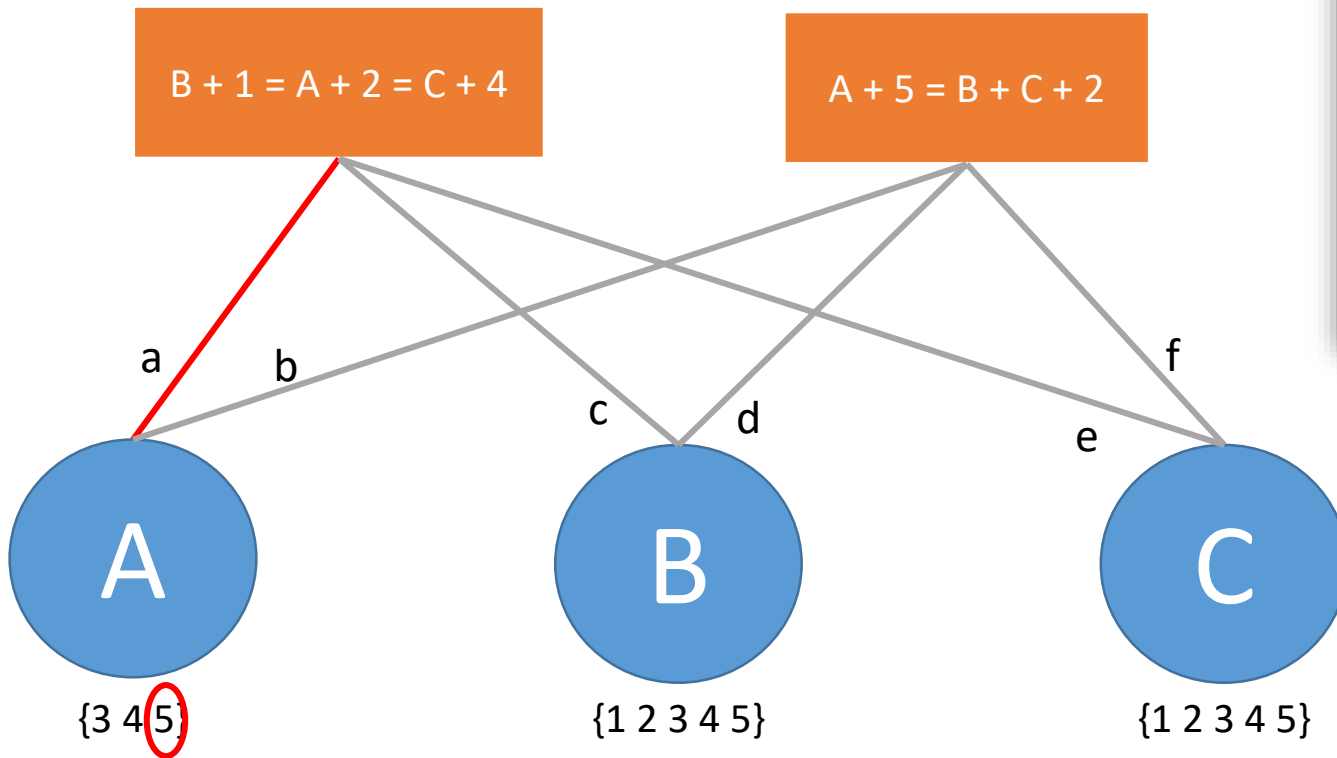
$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

Tomamos el valor $A = 4$ del dominio de A :

Si tomamos $B = 5$ y $C = 2$ podemos tomar $A = 4$

$$5 + 1 = 4 + 2 = 2 + 4$$

Por lo tanto no quitamos $A = 4$ del dominio y no agregamos aristas por procesar

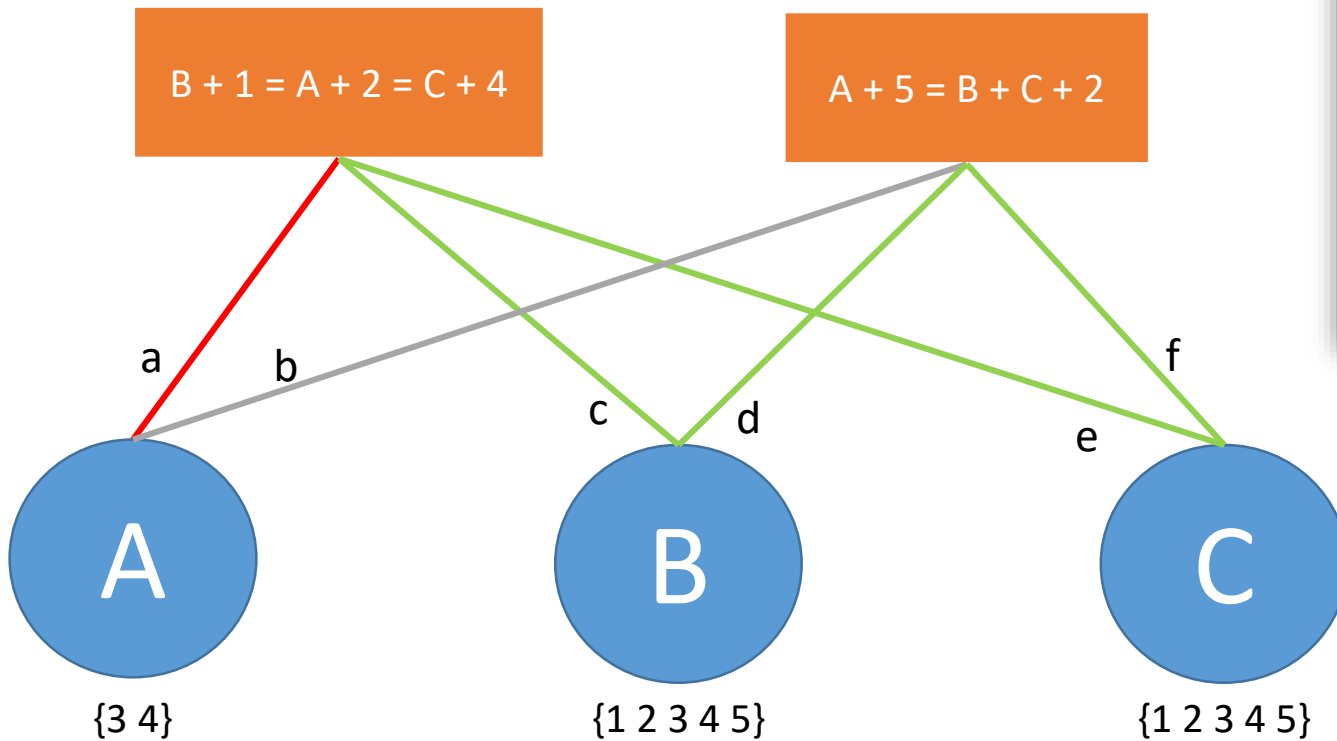


- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - **Para cada** $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

Tomamos el valor $A = 5$ del dominio de A :

Cualquier valor del dominio de B no es compatible con $A = 5$
 (Porque $B + 1 < 7$ si $B \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$. ←

$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\}$

En este caso no hay cambio porque las aristas que debíamos de agregar ya están en la listar de aristas por procesar

Tomamos el valor $A = 5$ del dominio de A:

Cualquier valor del dominio de B no es compatible con $A = 5$

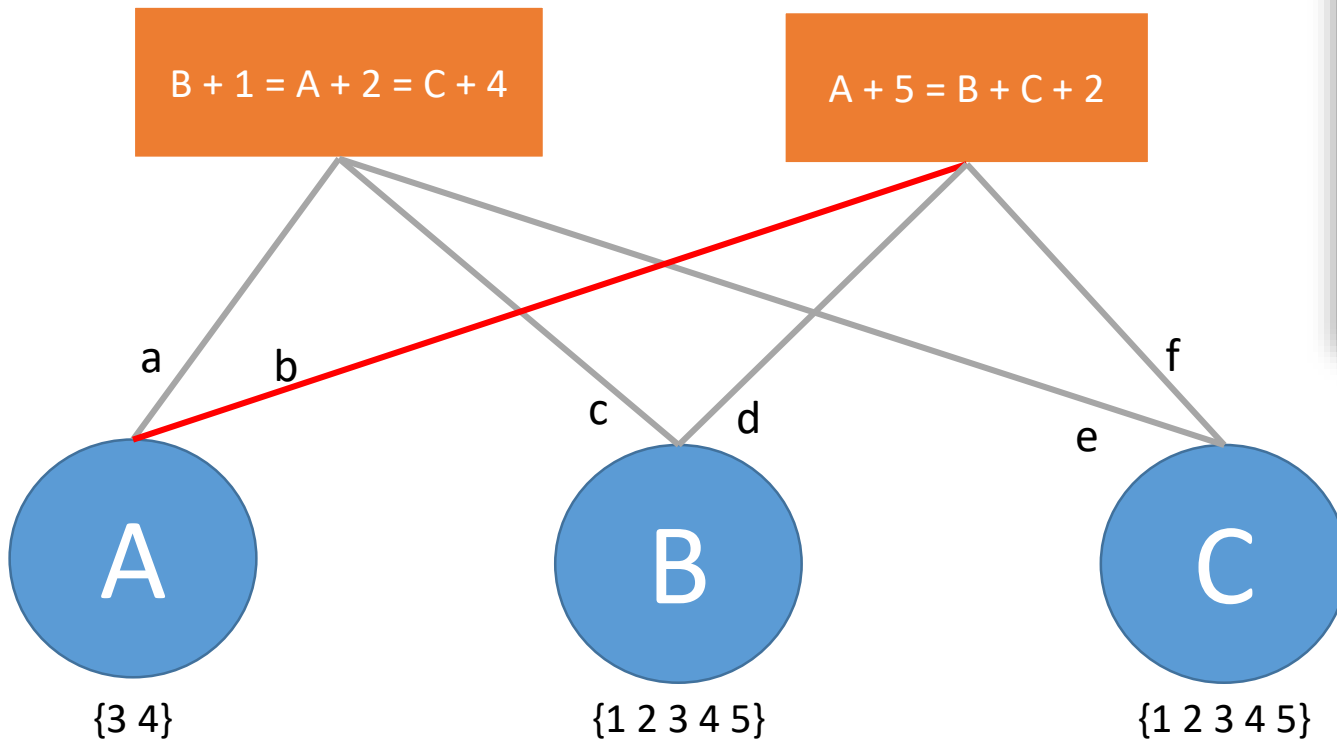
(Porque $B + 1 < 7$ si $B \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)


Entonces eliminamos el valor 5 del dominio de A

Agregamos las aristas de condiciones que involucren a A pero que NO se unan con A

Agregamos las aristas c, d, e, f

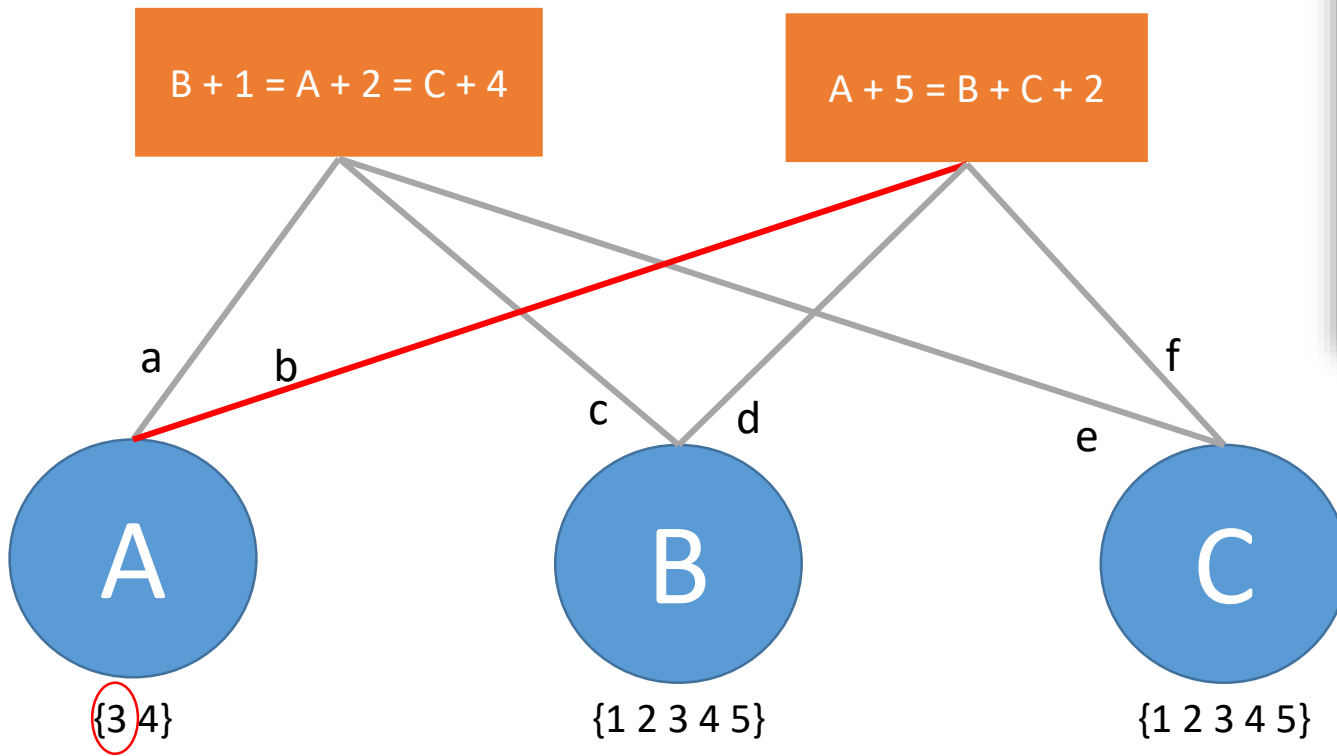
$AristasPorProcesar = \{b, c, d, e, f\} \cup \{c, d, e, f\}$



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala. 
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{c, d, e, f\}$

Escogemos la arista *b* y la quitamos de *AristasPorProcesar*



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - **Para cada** $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

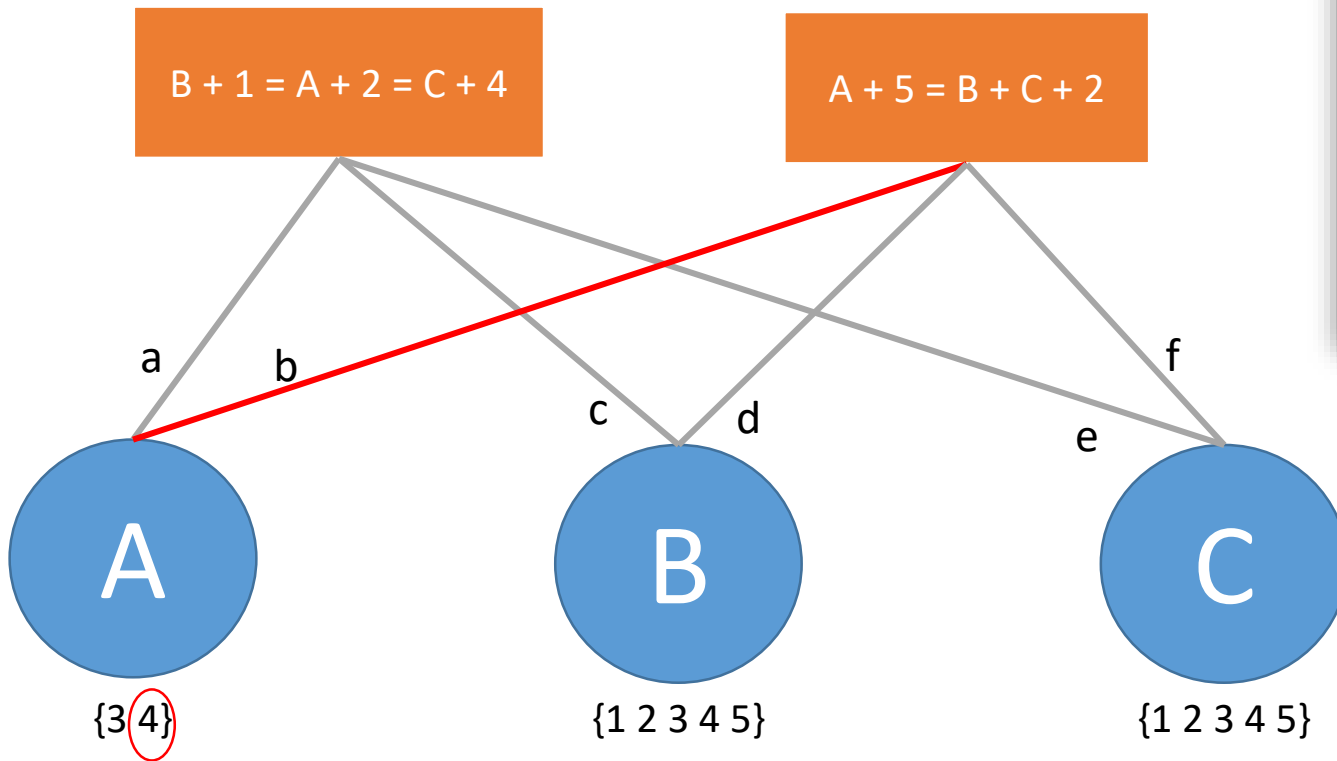
$AristasPorProcesar = \{c, d, e, f\}$

Tomamos el valor $A = 3$ del dominio de A:

Si tomamos $B = 3$ y $C = 3$, podemos tomar $A = 3$

$$8 = 3 + 3 + 2$$

Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- while $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

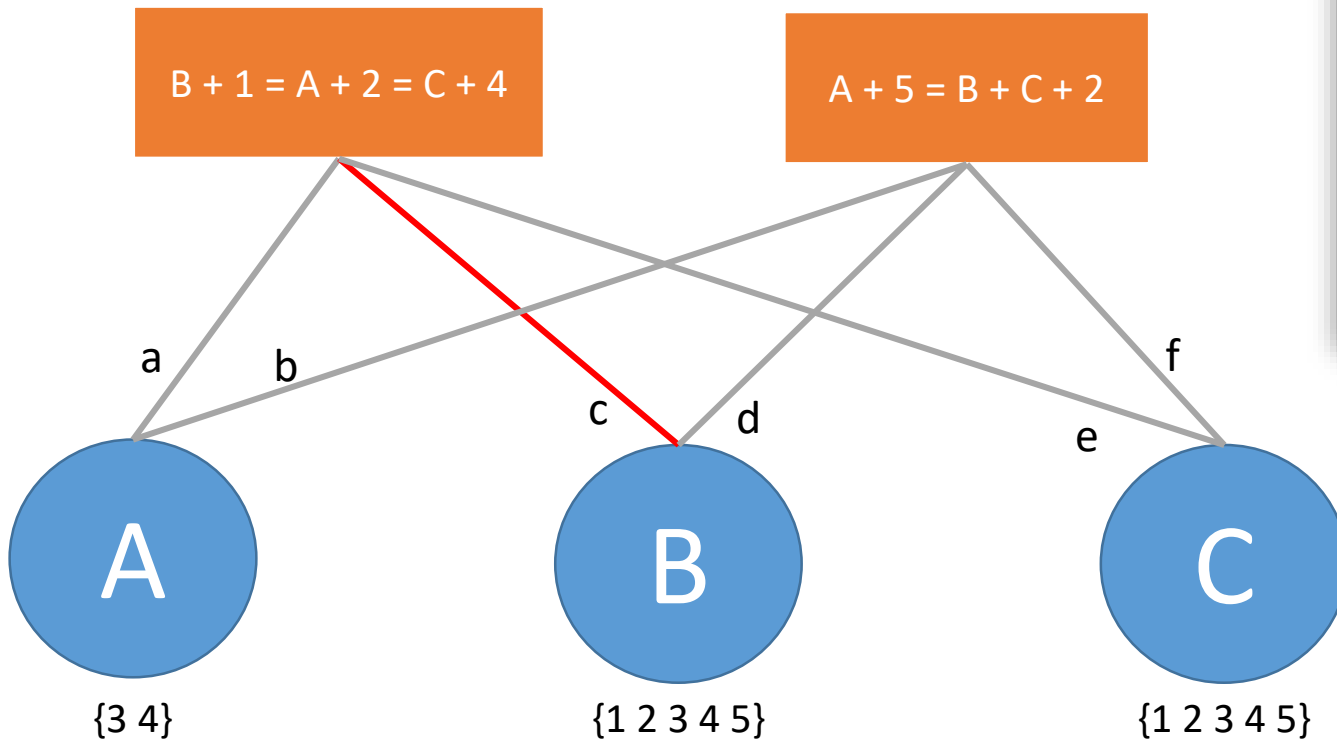
$AristasPorProcesar = \{c, d, e, f\}$


Tomamos el valor $A = 4$ del dominio de A :

Si tomamos $B = 4$ y $C = 3$, podemos tomar $A = 4$

$$9 = 4 + 3 + 2$$

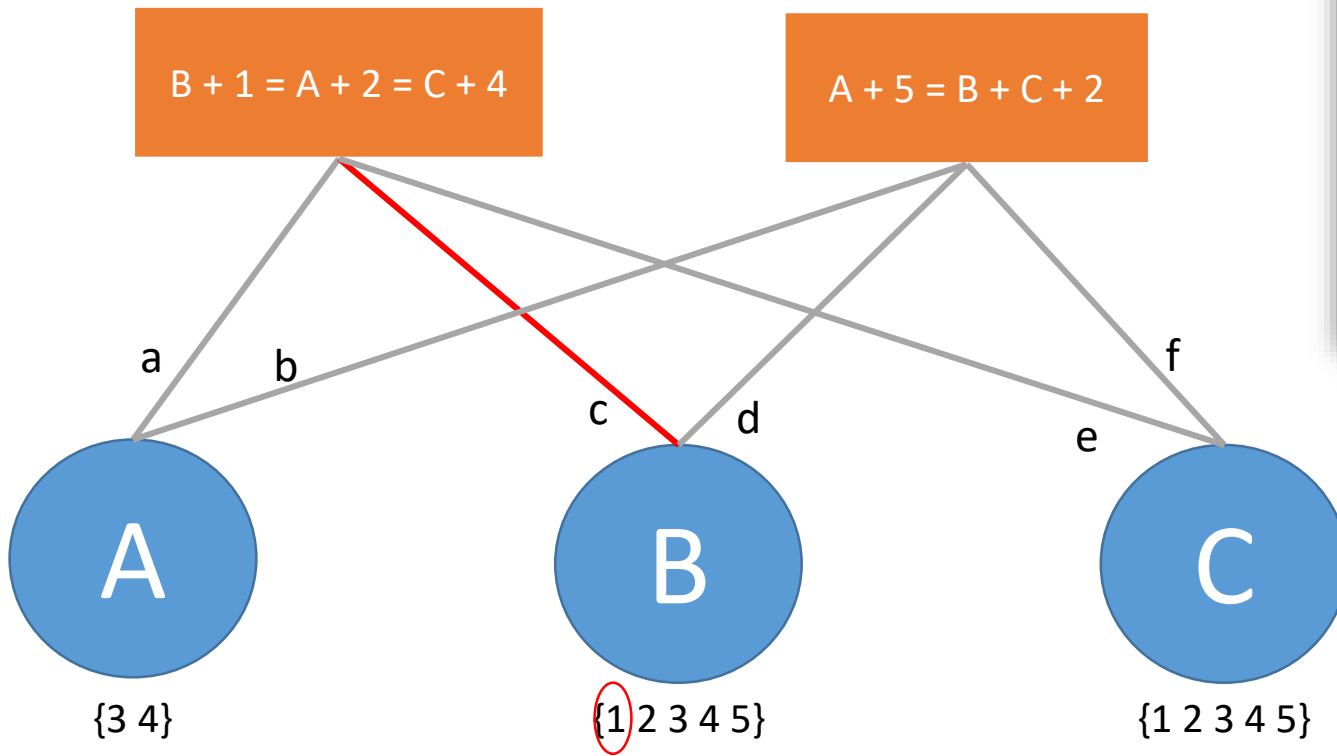
Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala. 
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{d, e, f\}$

Escogemos la arista c y la quitamos de *AristasPorProcesar*

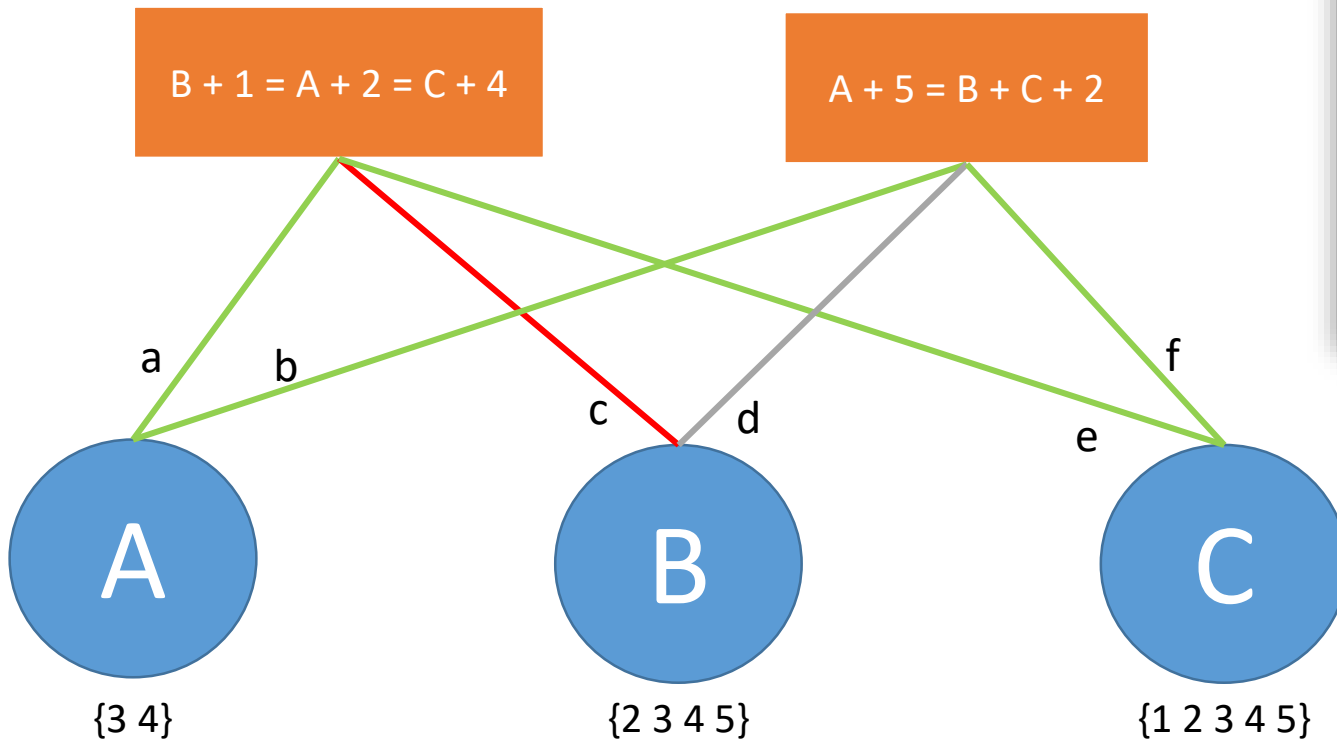


- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{d, e, f\}$

Tomamos el valor $B = 1$ del dominio de B :

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $B = 1$
 (Porque $2 < C + 4$ si $B \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{d, e, f, a, b\}$

Tomamos el valor $B = 1$ del dominio de B :

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $B = 1$

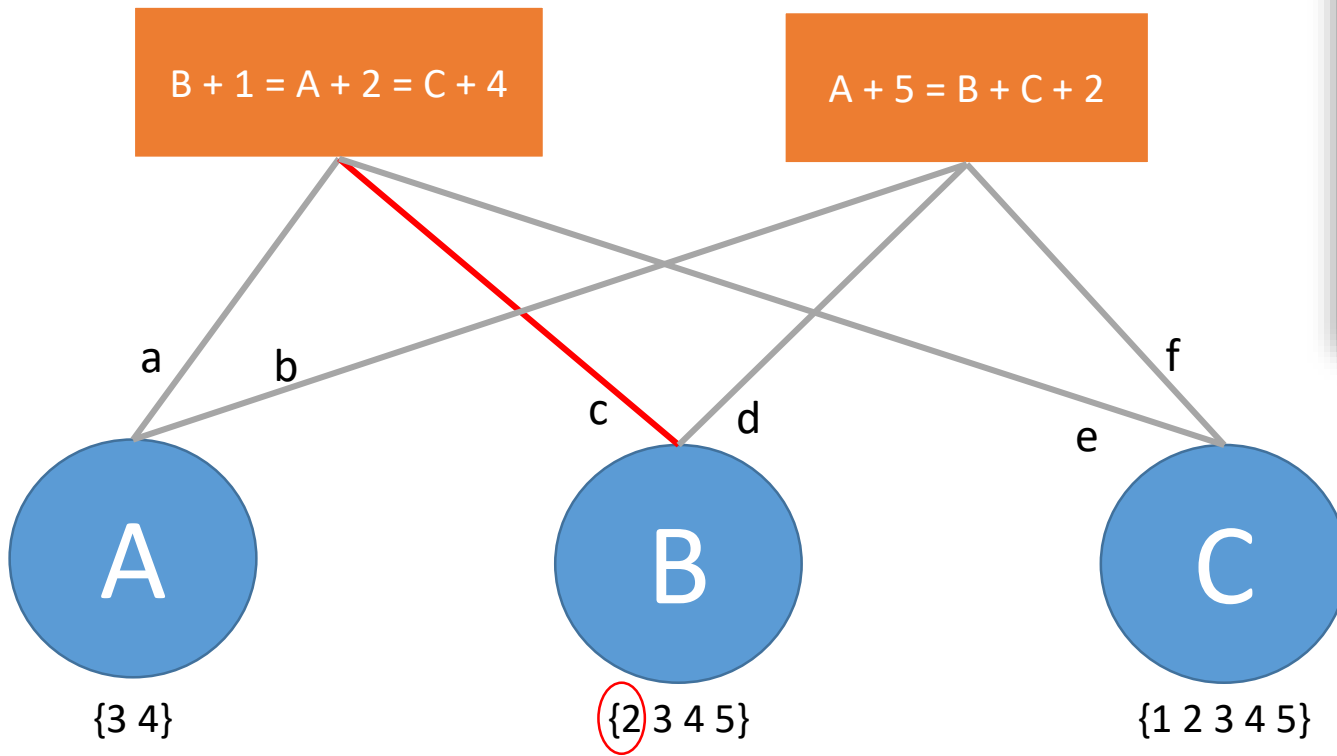
(Porque $2 < C + 4$ si $B \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)

Entonces eliminamos el valor 1 del dominio de B

Agregamos las aristas de condiciones que involucren a B pero que NO se unan con B

Agregamos las aristas a, b, e, f

$AristasPorProcesar = \{d, e, f\} \cup \{a, b, e, f\}$

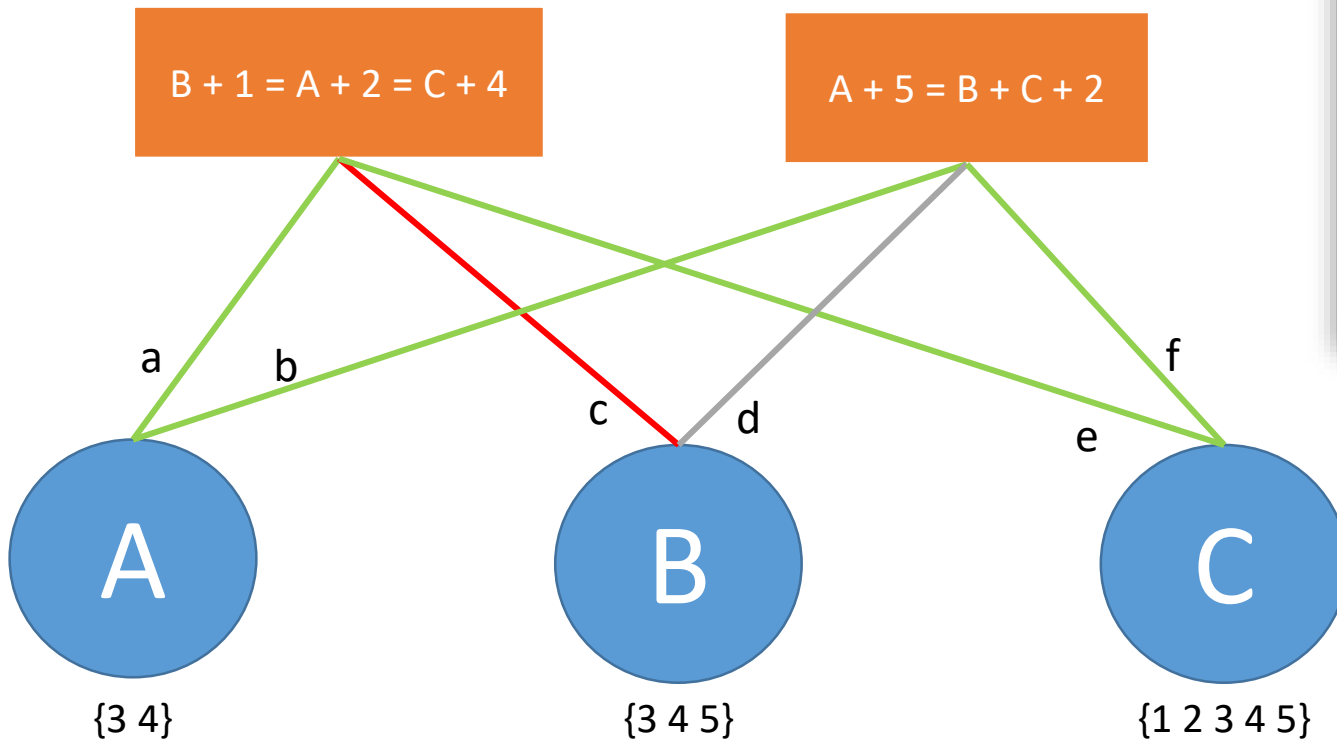


- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- while $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{d, e, f, a, b\}$

Tomamos el valor $B = 2$ del dominio de B :

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $B = 2$
 (Porque $3 < C + 4$ si $B \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$. ←

$AristasPorProcesar = \{d, e, f, a, b\}$

Tomamos el valor $B = 2$ del dominio de B :

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $B = 2$

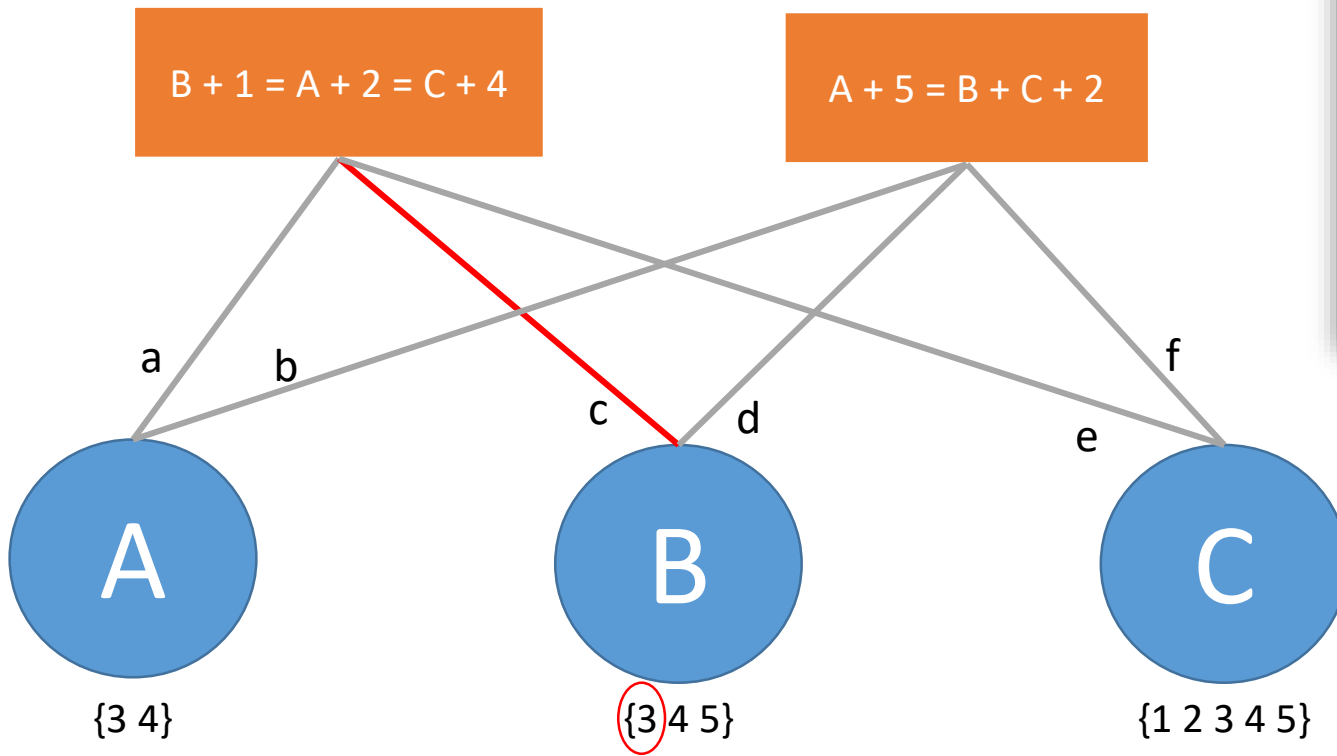
(Porque $3 < C + 4$ si $B \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)

Entonces eliminamos el valor 2 del dominio de B

Agregamos las aristas de condiciones que involucren a B pero que NO se unan con B

Agregamos las aristas a, b, e, f

$AristasPorProcesar = \{d, e, f, a, b\} \cup \{a, b, e, f\}$

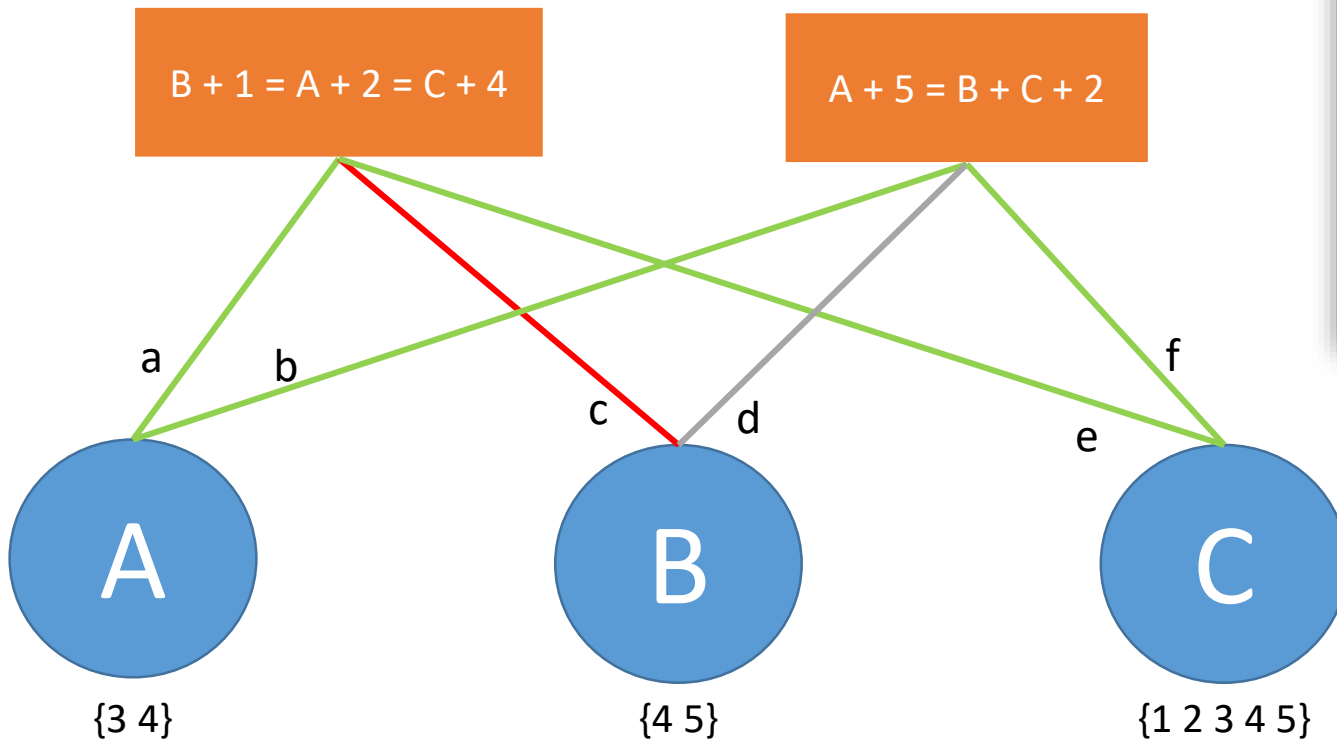


- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- while $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{d, e, f, a, b\}$

Tomamos el valor $B = 3$ del dominio de B :

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $B = 3$
 (Porque $4 < C + 4$ si $B \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$. ←

$AristasPorProcesar = \{d, e, f, a, b\}$

Tomamos el valor $B = 3$ del dominio de B :

Cualquier valor del dominio de C no es compatible con $B = 3$

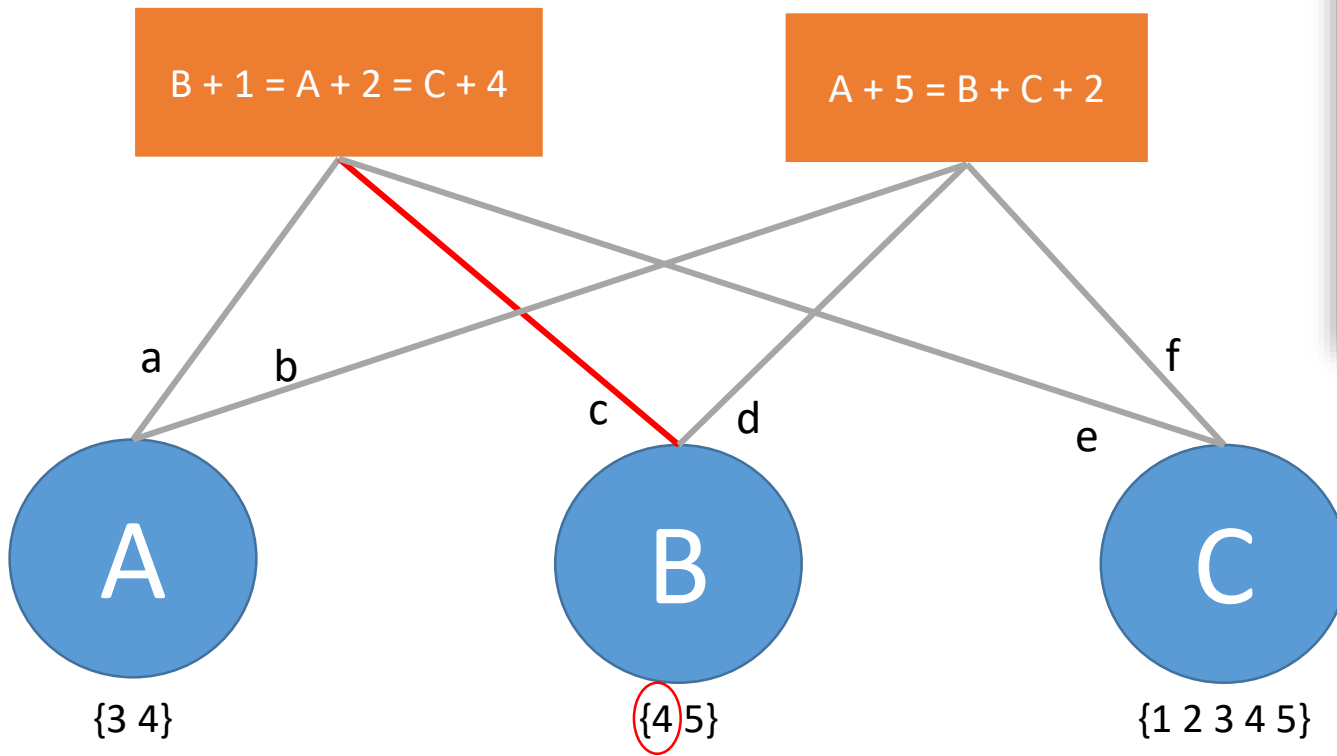
(Porque $4 < C + 4$ si $B \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$)

Entonces eliminamos el valor 3 del dominio de B

Agregamos las aristas de condiciones que involucren a B pero que NO se unan con B

Agregamos las aristas a, b, e, f

$AristasPorProcesar = \{d, e, f, a, b\} \cup \{a, b, e, f\}$



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

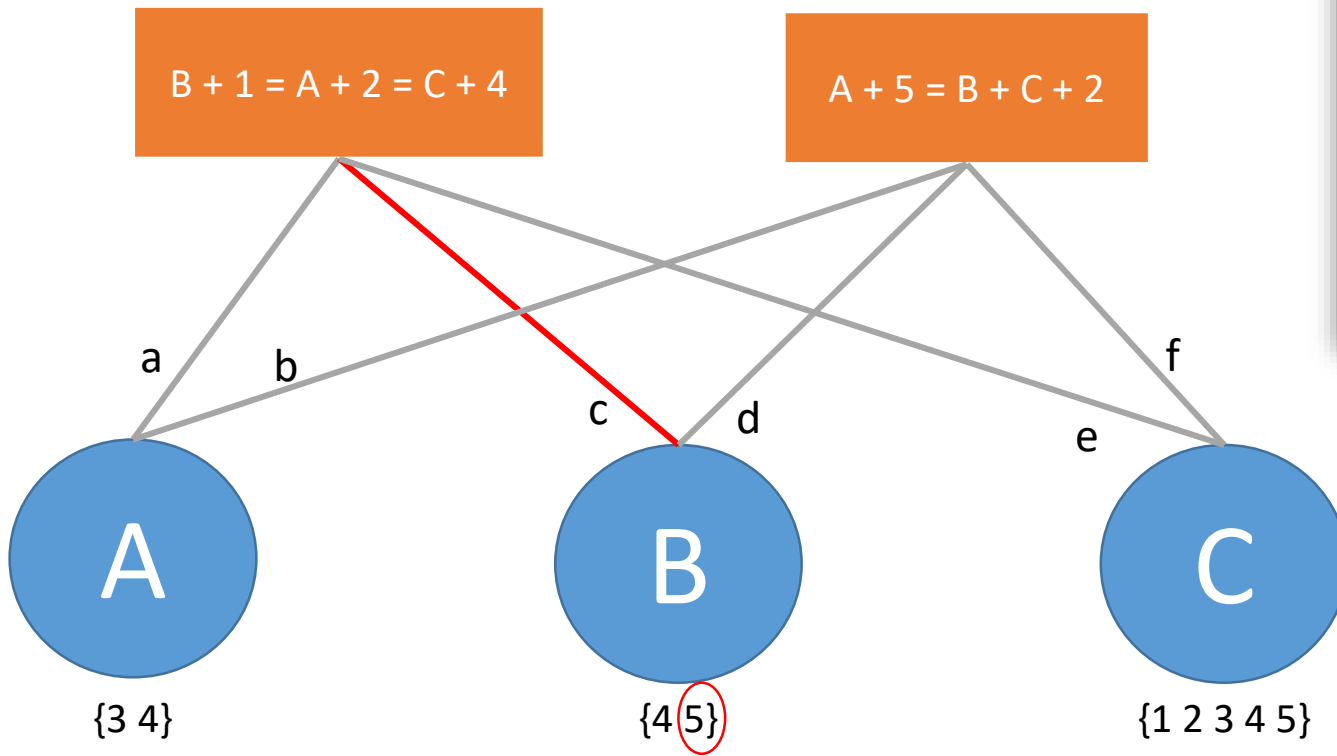
$AristasPorProcesar = \{d, e, f, a, b\}$

Tomamos el valor $B = 4$ del dominio de B :

Si tomamos $A = 3$ y $C = 1$ podemos tomar $B = 4$

$$4 + 1 = 3 + 2 = 1 + 4$$

No hay reducción y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- while $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

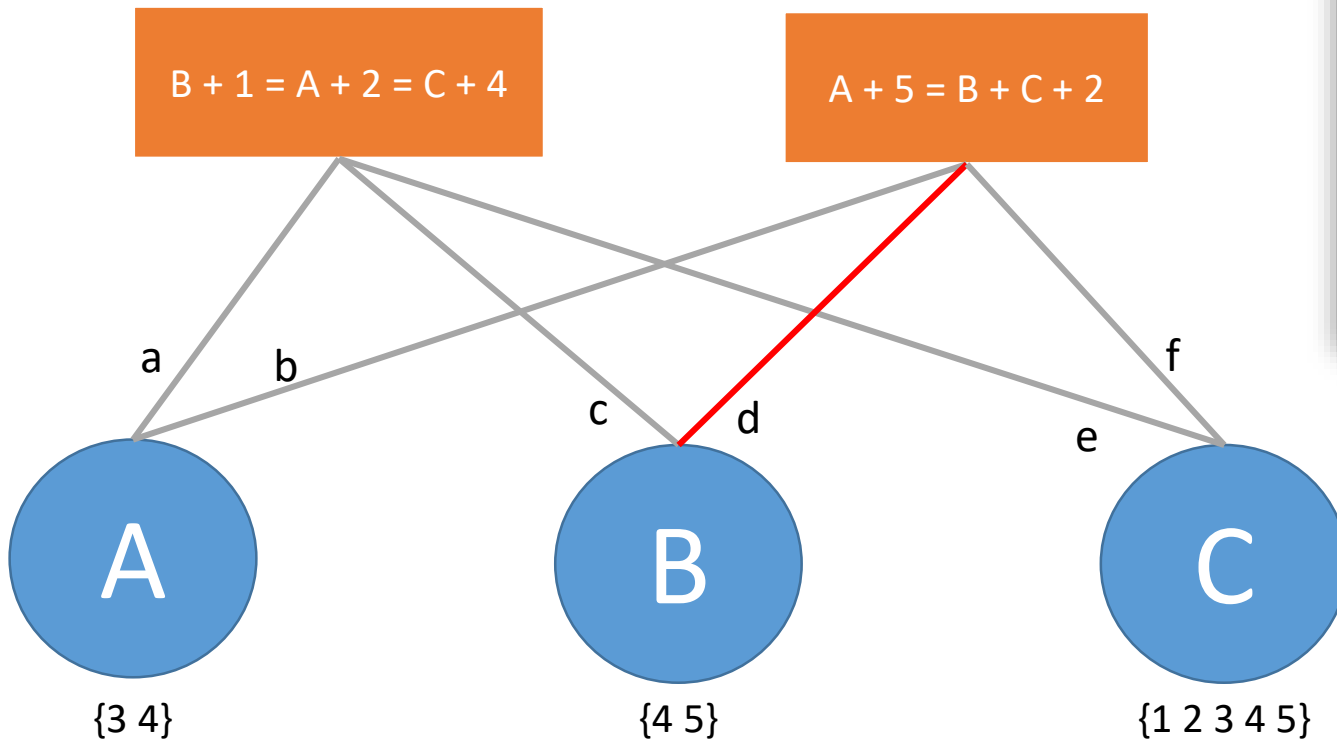
$AristasPorProcesar = \{d, e, f, a, b\}$

Tomamos el valor $B = 5$ del dominio de B :

Si tomamos $A = 4$ y $C = 2$ podemos tomar $B = 5$

$$5 + 1 = 2 + 2 = 2 + 4$$

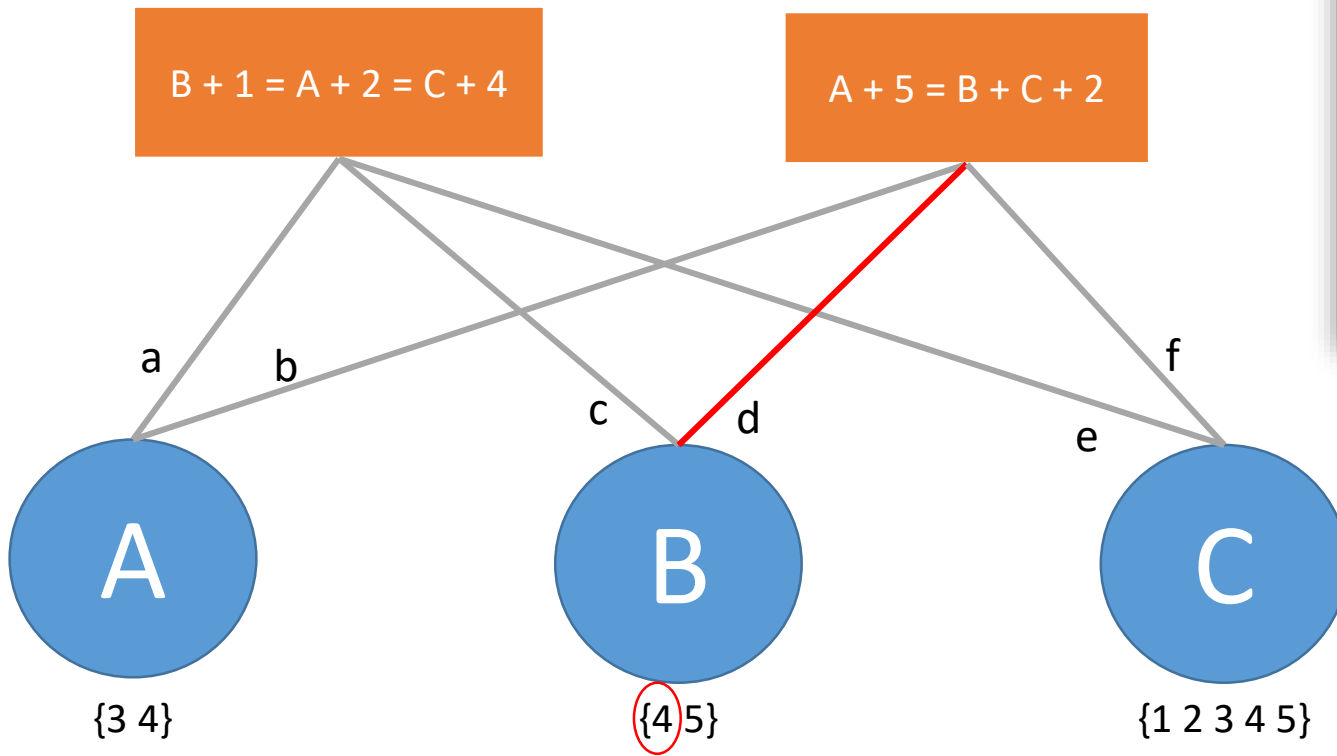
No hay reducción y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala. ←
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{e, f, a, b\}$

Escogemos la arista *d* y la quitamos de *AristasPorProcesar*



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

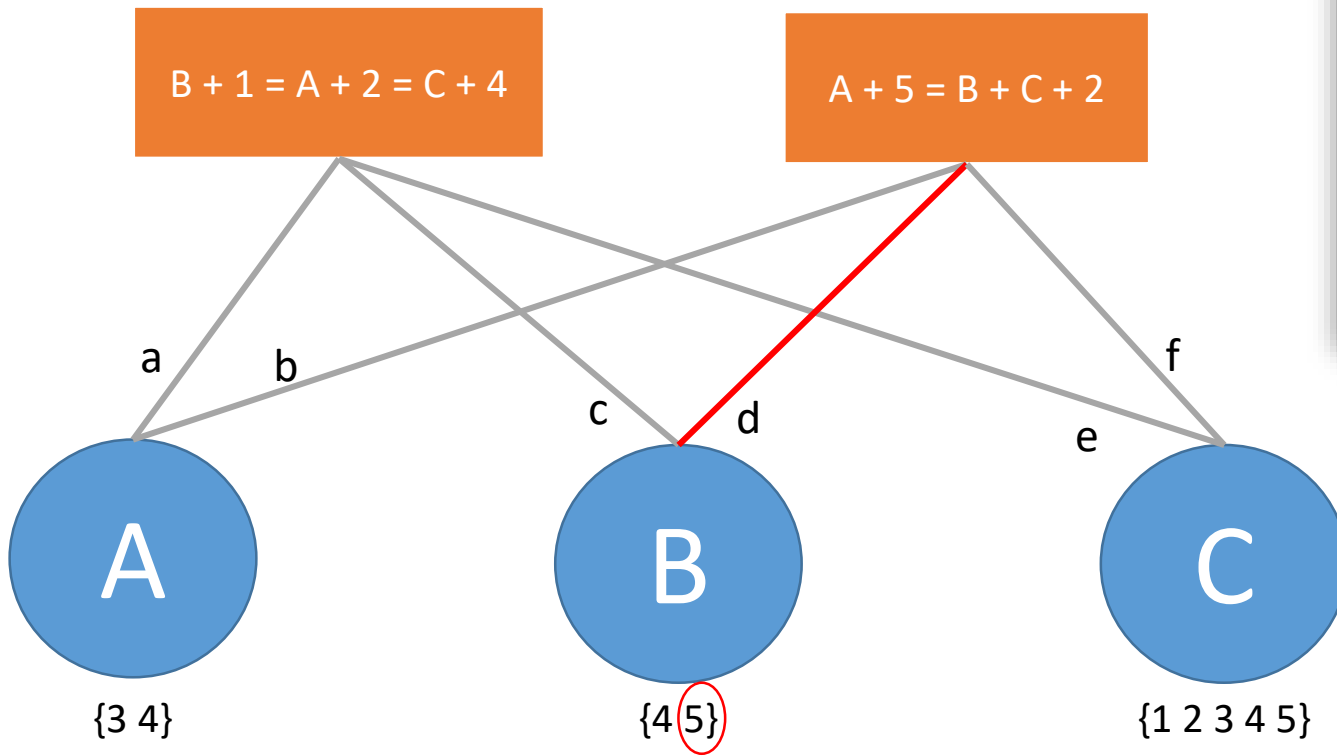
$AristasPorProcesar = \{e, f, a, b\}$

Tomamos el valor $B = 4$ del dominio de B :

Si tomamos $A = 3$ y $C = 2$ podemos tomar $B = 4$

$$3 + 5 = 4 + 2 + 2$$

No hay reducción y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - **Para** cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

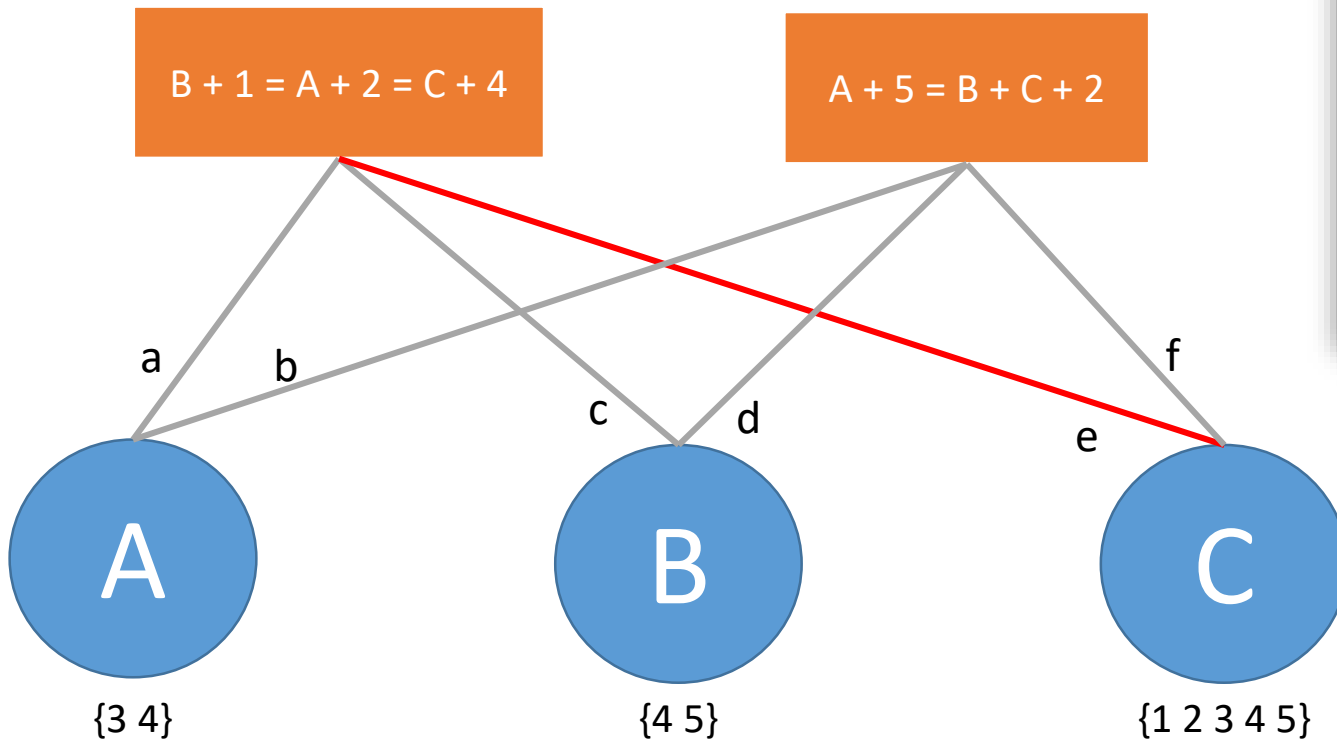
$AristasPorProcesar = \{e, f, a, b\}$


Tomamos el valor $B = 5$ del dominio de B :

Si tomamos $A = 3$ y $C = 1$ podemos tomar $B = 5$

$$3 + 5 = 5 + 1 + 2$$

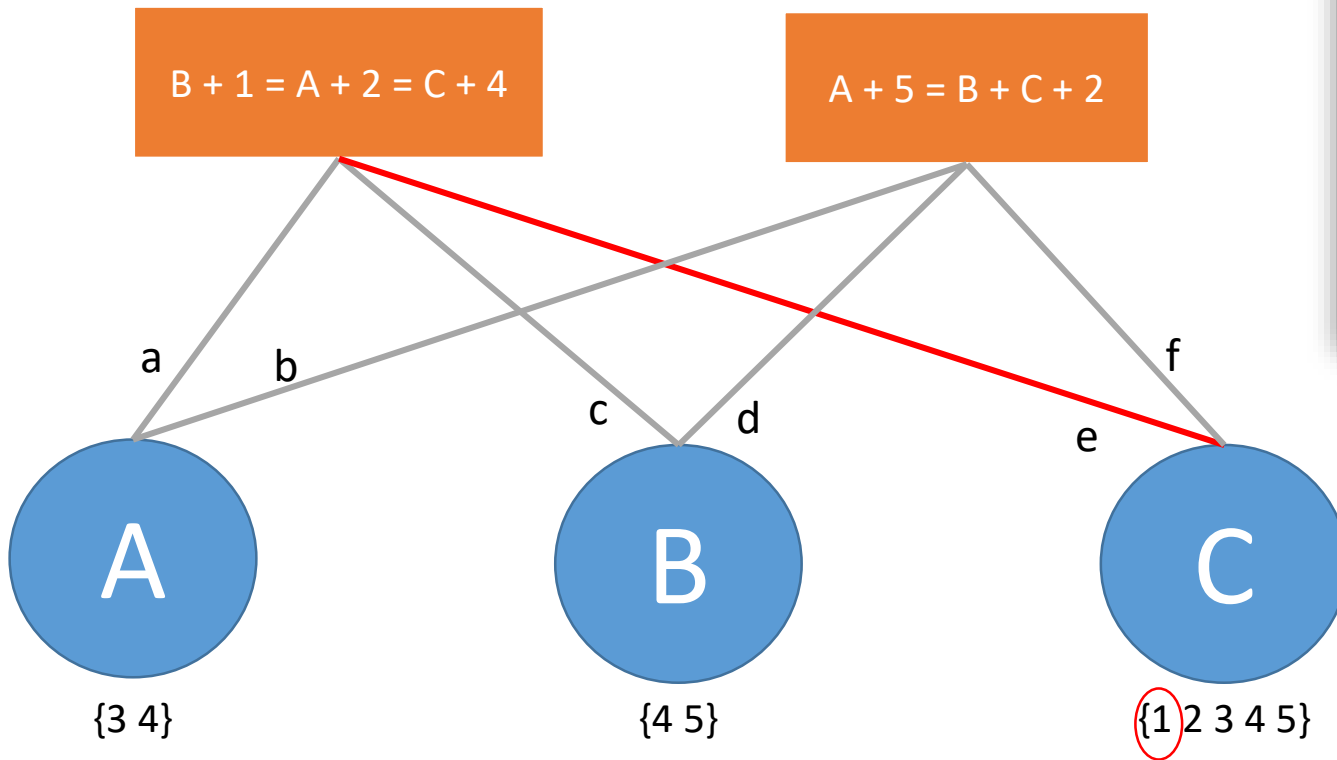
No hay reducción y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala. 
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{f, a, b\}$

Escogemos la arista e y la quitamos de $AristasPorProcesar$



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

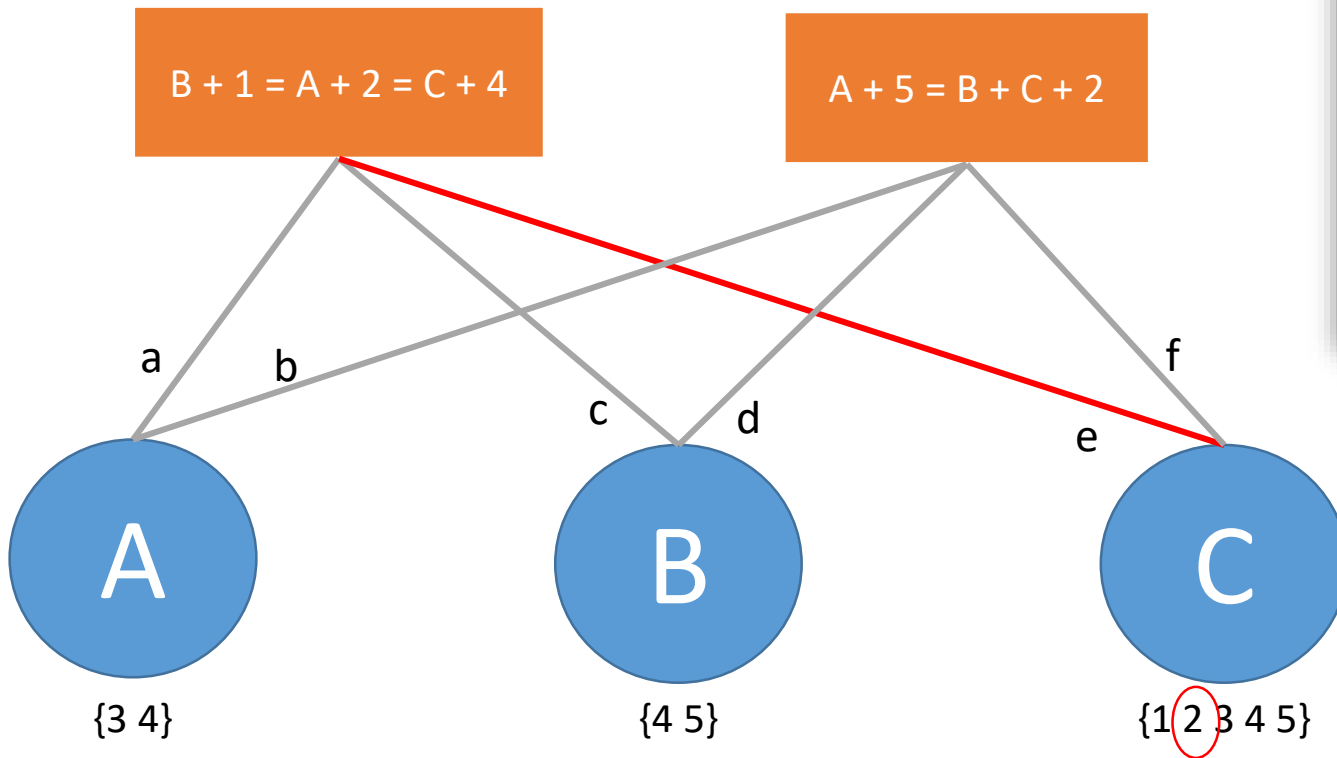
$AristasPorProcesar = \{f, a, b\}$

Tomamos el valor $C = 1$ del dominio de C :

Si tomamos $A = 3$ y $B = 4$ podemos tomar $C = 1$

$$4 + 1 = 3 + 2 = 1 + 4$$

Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

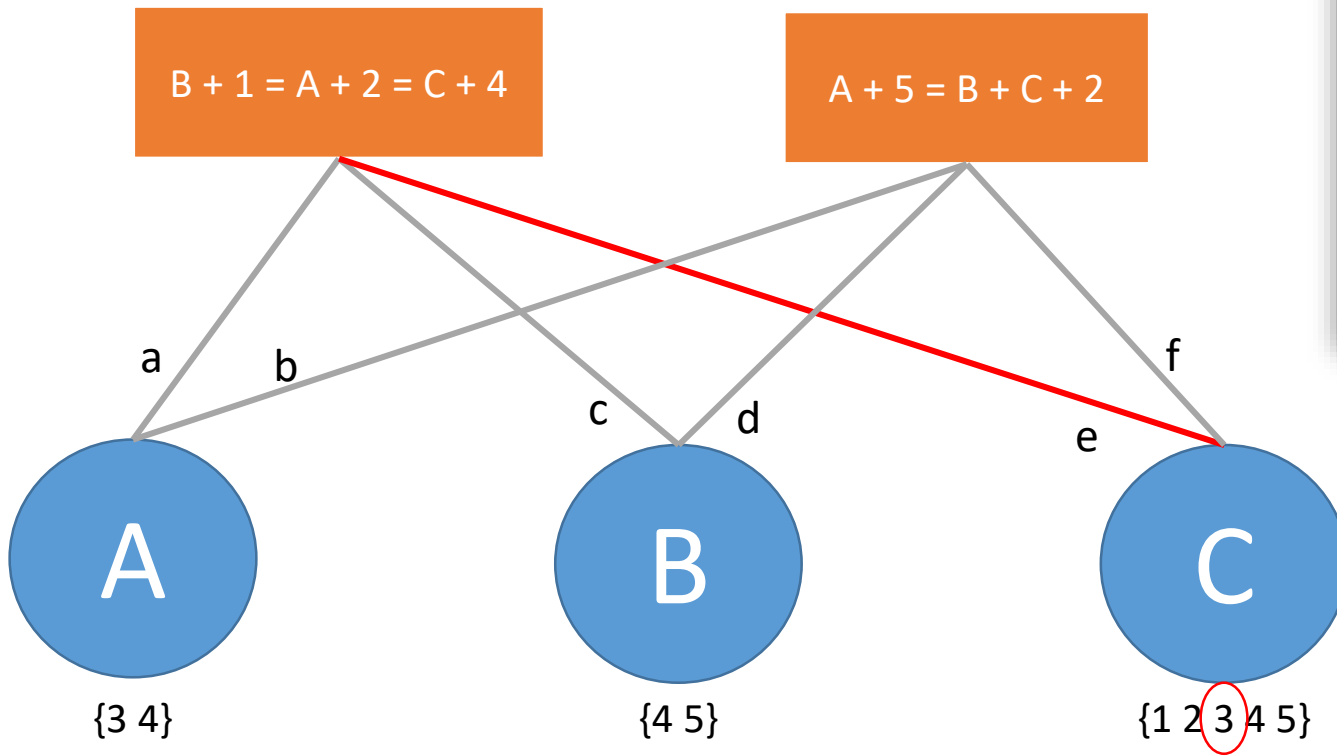
$AristasPorProcesar = \{f, a, b\}$

Tomamos el valor $C = 2$ del dominio de C :

Si tomamos $A = 4$ y $B = 5$ podemos tomar $C = 2$

$$5 + 1 = 4 + 2 = 2 + 4$$

Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar

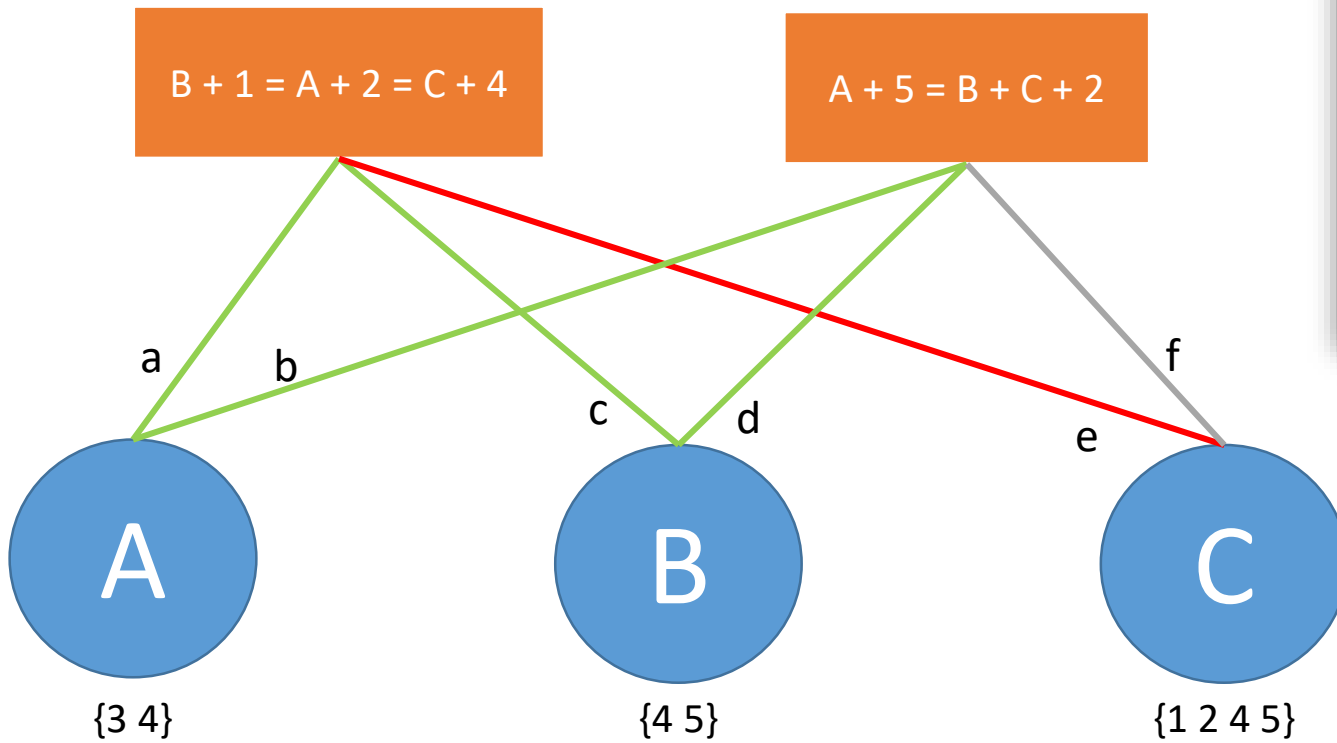


- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - **Para cada** $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{f, a, b\}$

Tomamos el valor $C = 3$ del dominio de C :

Cualquier valor del dominio de B no es compatible con $C = 3$
 (Porque $B + 1 < 7$ si $B \in \{4, 5\}$)



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$. ←

$AristasPorProcesar = \{f, a, b, c, d\}$

Tomamos el valor $C = 3$ del dominio de C :

Cualquier valor del dominio de B no es compatible con $C = 3$

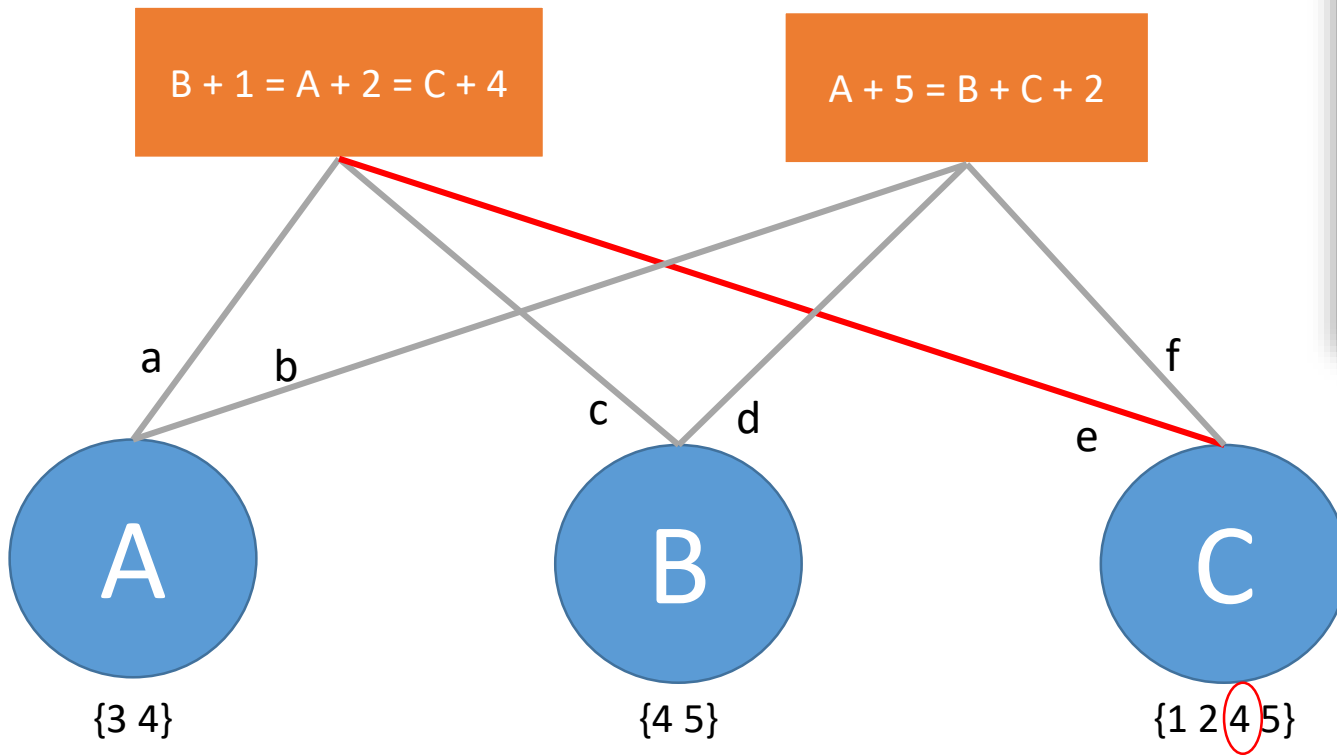
(Porque $B + 1 < 7$ si $B \in \{4, 5\}$)

Entonces eliminamos el valor 3 del dominio de C

Agregamos las aristas de condiciones que involucren a C pero que NO se unan con C

Agregamos las aristas a, b, c, d

$AristasPorProcesar = \{f, a, b\} \cup \{a, b, c, d\}$

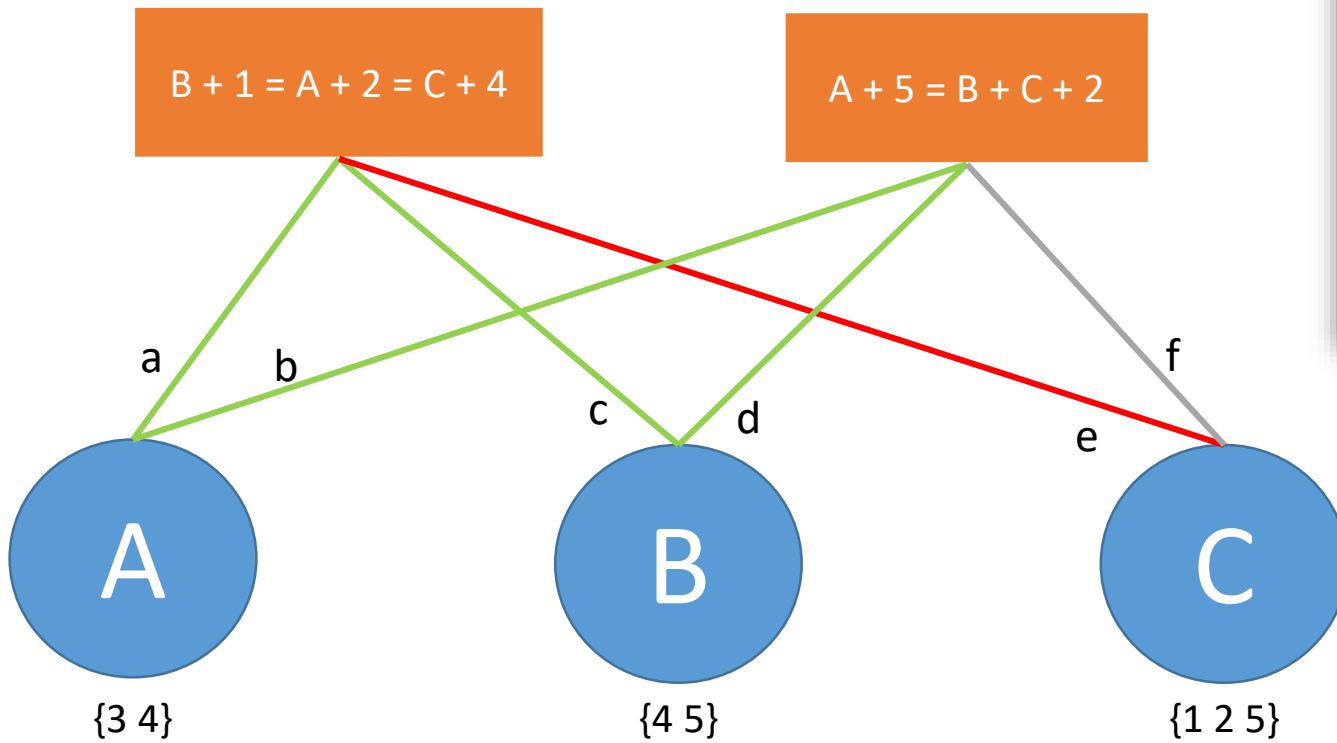


- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- while $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{f, a, b, c, d\}$

Tomamos el valor $C = 4$ del dominio de C :

Cualquier valor del dominio de B no es compatible con $C = 4$
 (Porque $B + 1 < 8$ si $B \in \{4, 5\}$)



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$. ←

$AristasPorProcesar = \{f, a, b, c, d\}$

Tomamos el valor $C = 4$ del dominio de C :

Cualquier valor del dominio de B no es compatible con $C = 4$

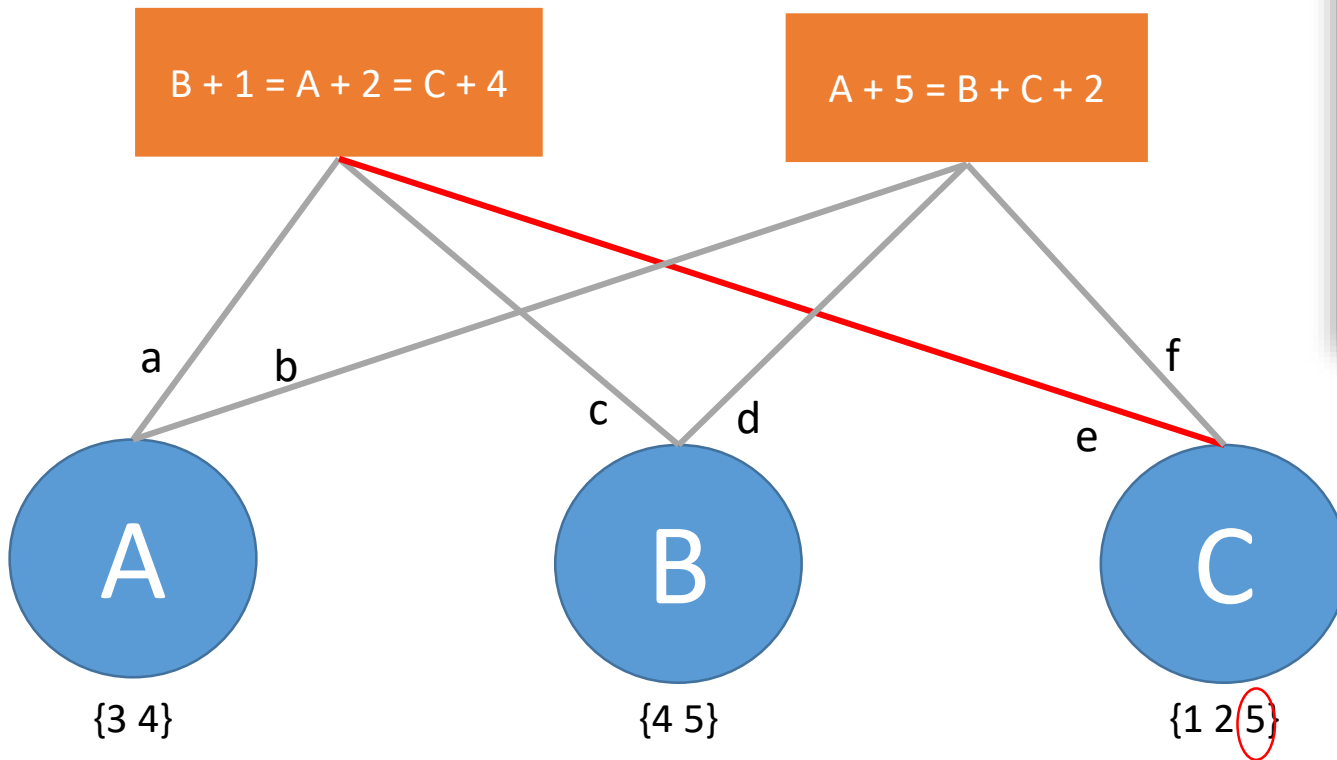
(Porque $B + 1 < 8$ si $B \in \{4, 5\}$)

Entonces eliminamos el valor 4 del dominio de C

Agregamos las aristas de condiciones que involucren a C pero que NO se unan con C

Agregamos las aristas a, b, c, d

$AristasPorProcesar = \{f, a, b, c, d\} \cup \{a, b, c, d\}$

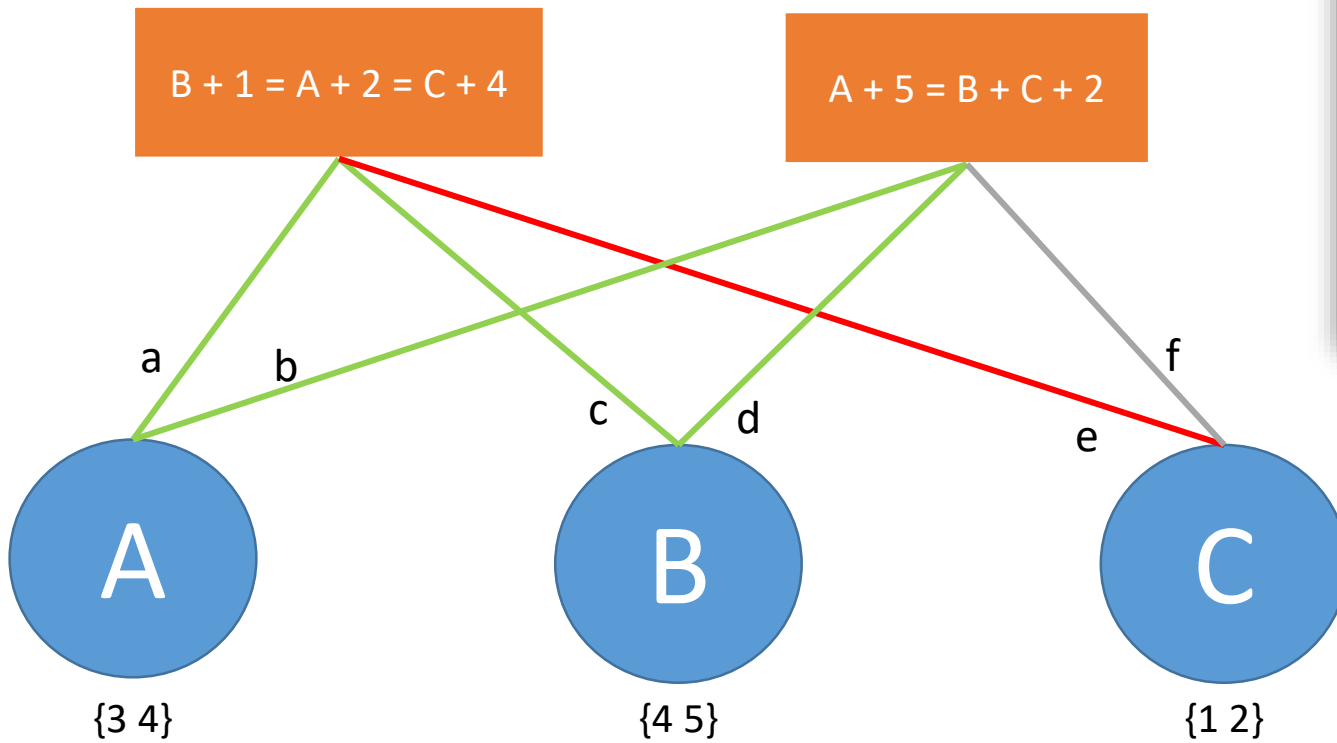


- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{f, a, b, c, d\}$

Tomamos el valor $C = 5$ del dominio de C :

Cualquier valor del dominio de B no es compatible con $C = 5$
 (Porque $B + 1 < 9$ si $B \in \{4, 5\}$)



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{f, a, b, c, d\}$

Tomamos el valor $C = 5$ del dominio de C :

Cualquier valor del dominio de B no es compatible con $C = 5$

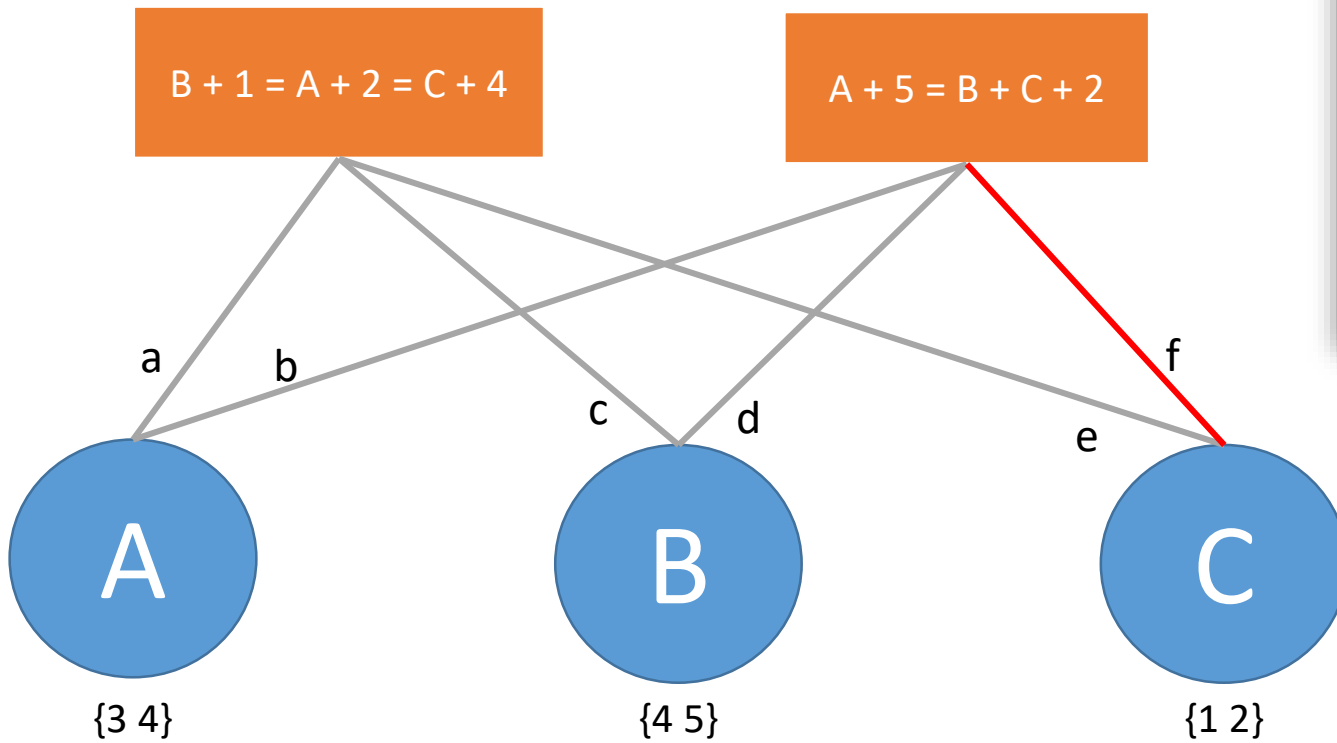
(Porque $B + 1 < 9$ si $B \in \{4, 5\}$)


Entonces eliminamos el valor 5 del dominio de C

Agregamos las aristas de condiciones que involucren a C pero que NO se unan con C

Agregamos las aristas a, b, c, d

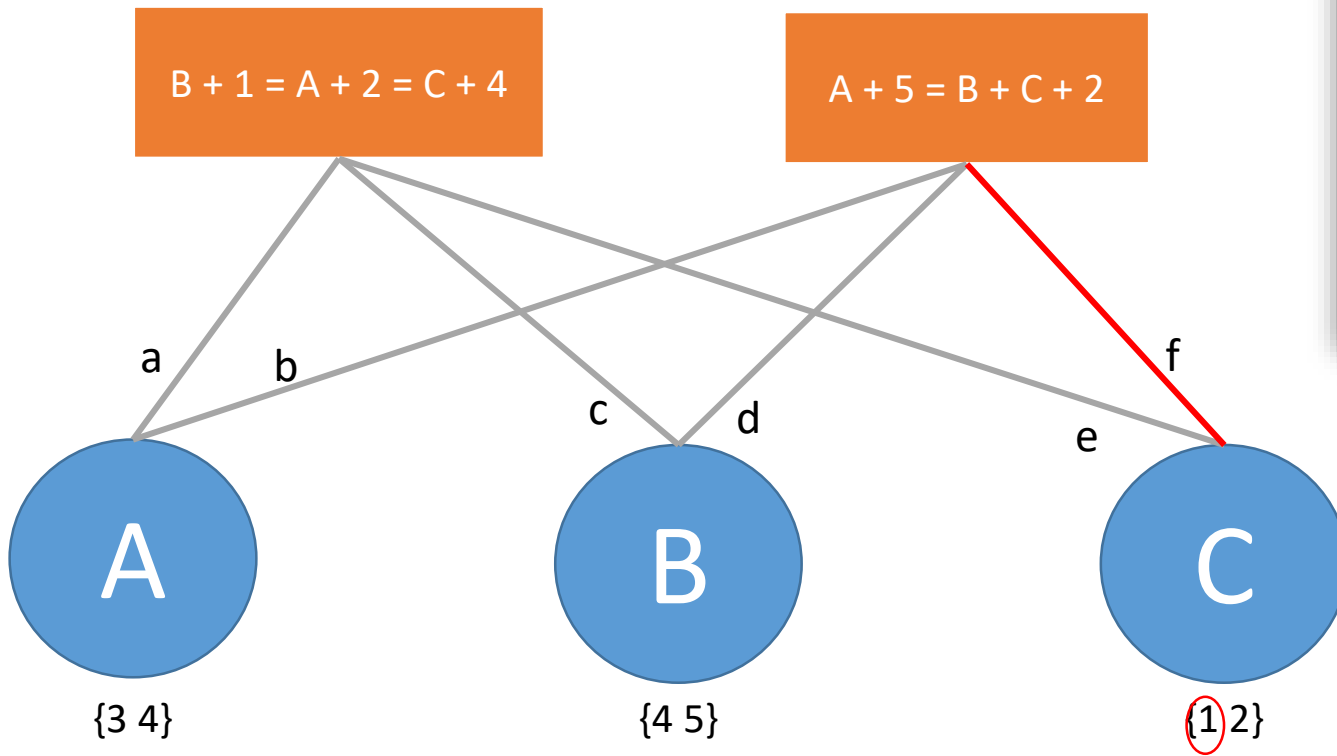
$AristasPorProcesar = \{f, a, b, c, d\} \cup \{a, b, c, d\}$



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala. 
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{a, b, c, d\}$

Escogemos la arista f y la quitamos de *AristasPorProcesar*



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- while $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

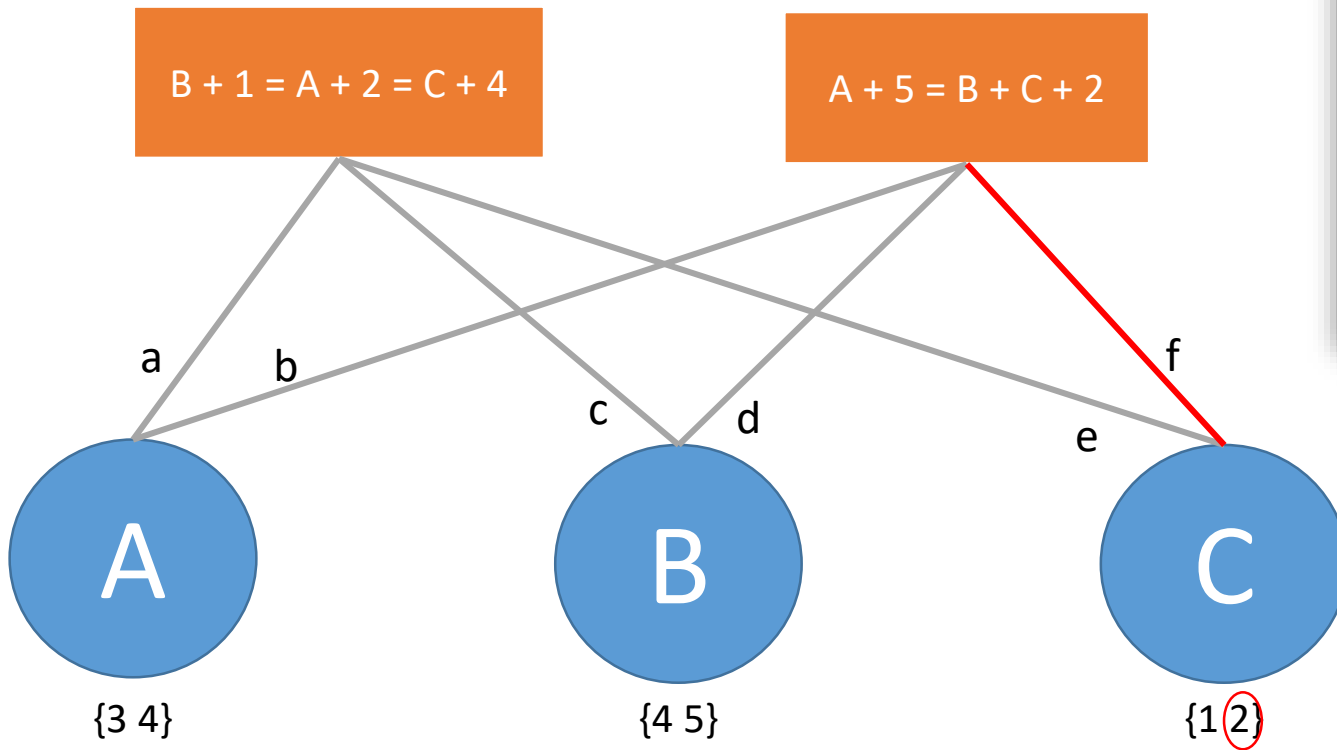
$AristasPorProcesar = \{a, b, c, d\}$

Tomamos el valor $C = 1$ del dominio de C :

Si tomamos $A = 3$ y $B = 5$, podemos tomar $C = 1$

$$3 + 5 = 5 + 1 + 2$$

Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

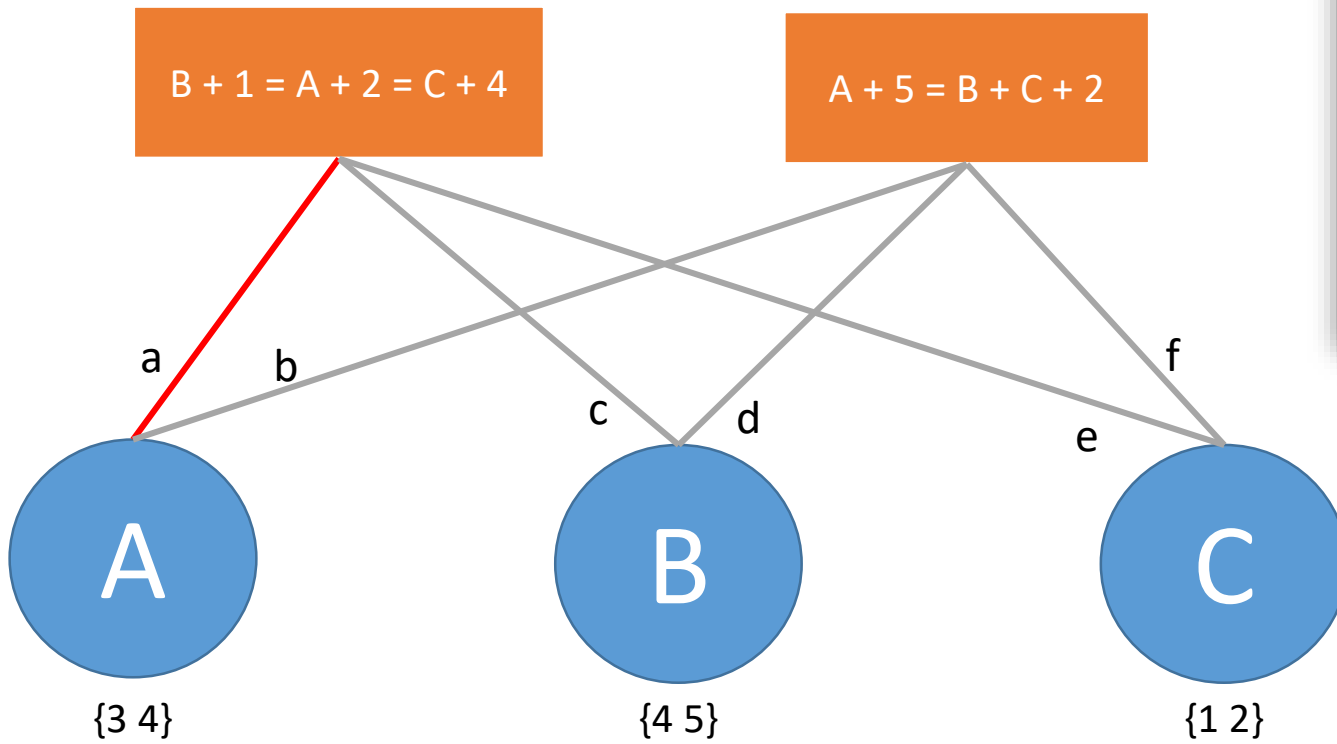
$AristasPorProcesar = \{a, b, c, d\}$


Tomamos el valor $C = 2$ del dominio de C :

Si tomamos $A = 4$ y $B = 5$, podemos tomar $C = 2$

$$4 + 5 = 5 + 2 + 2$$

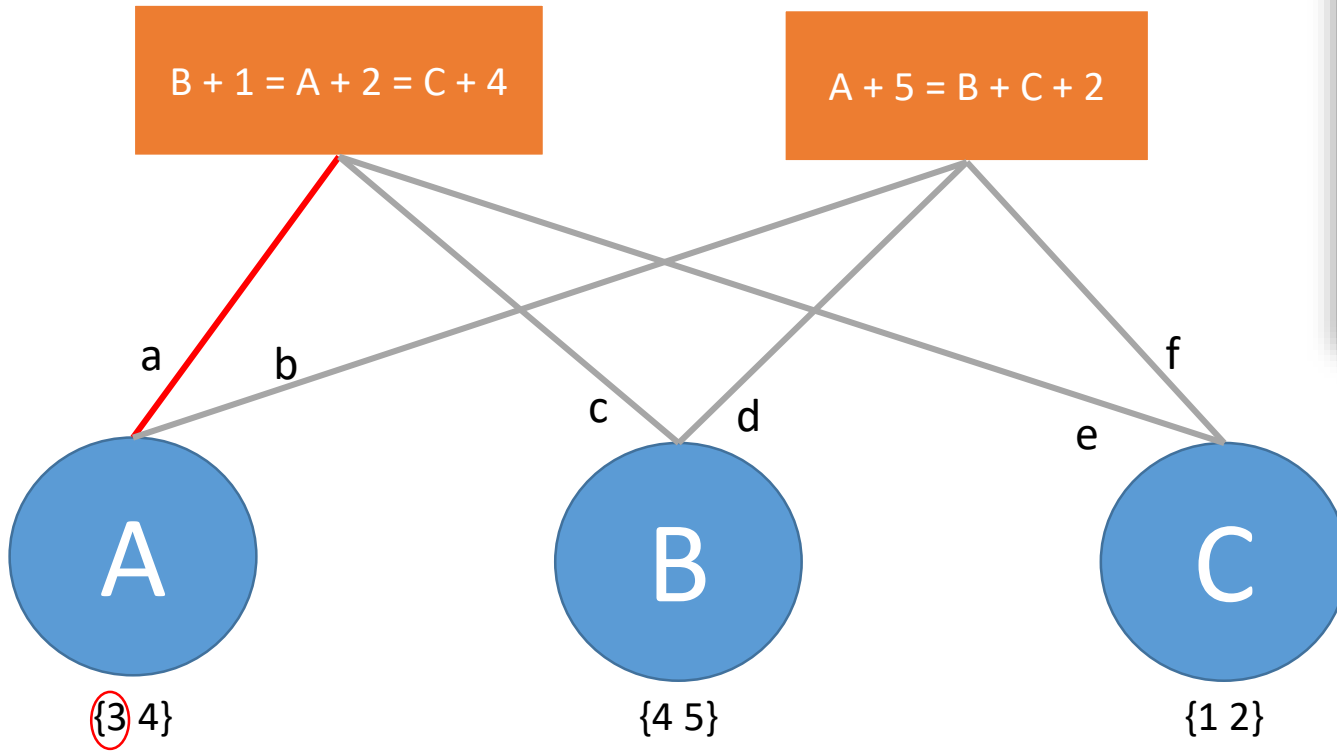
Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala. 
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{b, c, d\}$

Escogemos la arista *a* y la quitamos de *AristasPorProcesar*



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

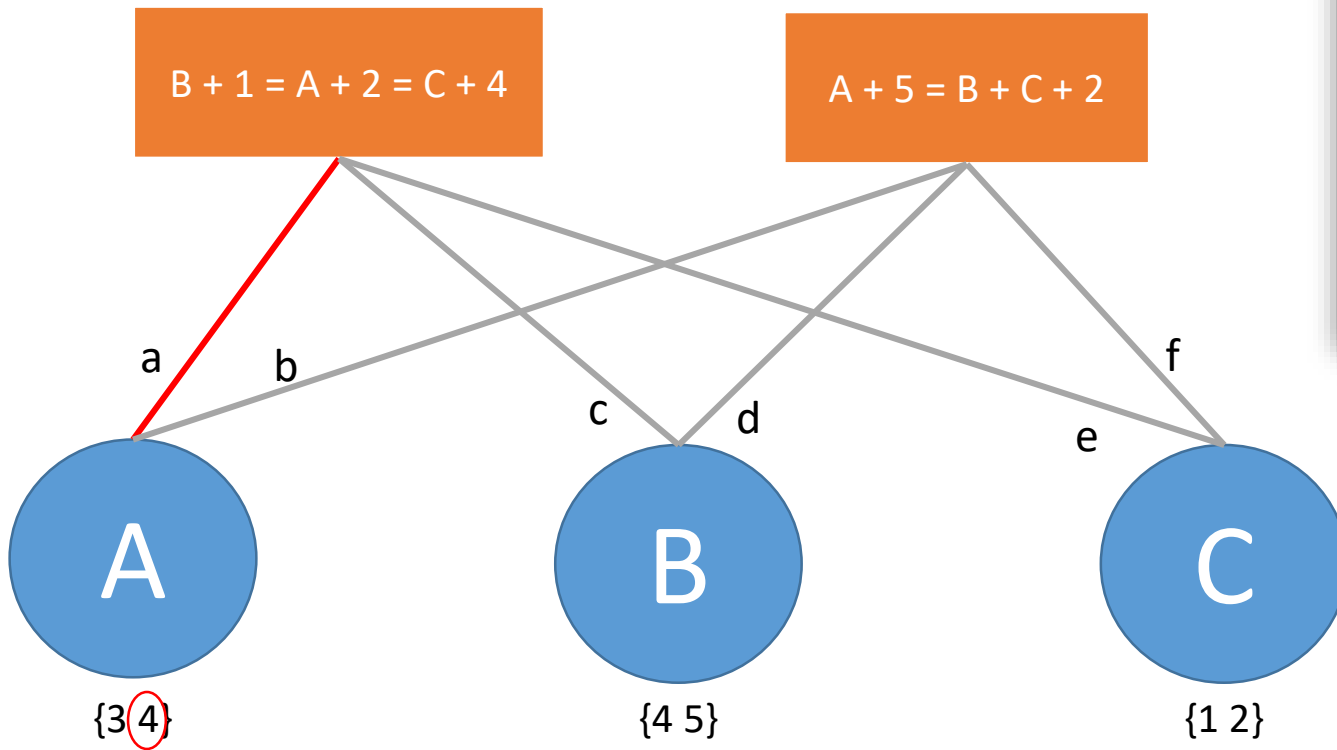
$AristasPorProcesar = \{b, c, d\}$

Tomamos el valor $A = 3$ del dominio de A:

Si tomamos $B = 4$ y $C = 1$, podemos tomar $A = 3$

$$4 + 1 = 3 + 2 = 1 + 4$$

Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- while $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

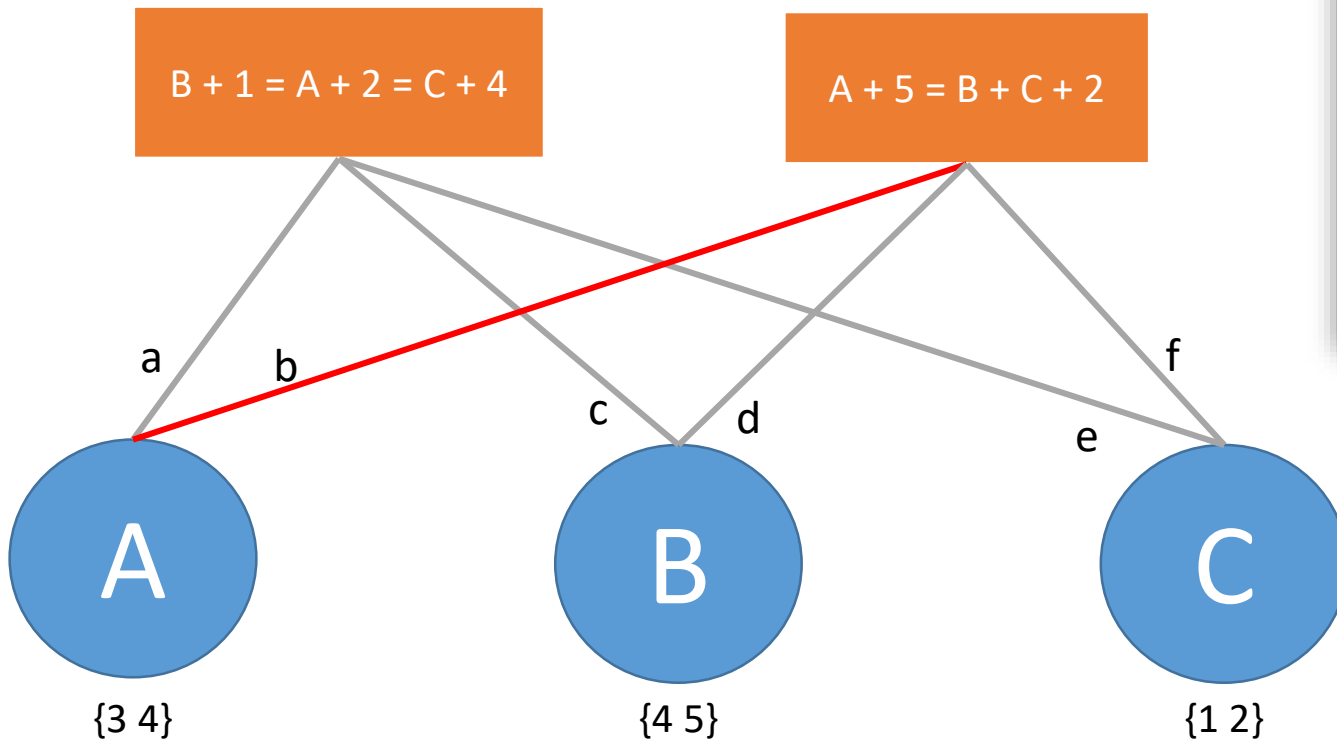
$AristasPorProcesar = \{b, c, d\}$

Tomamos el valor $A = 4$ del dominio de A:

Si tomamos $B = 5$ y $C = 2$, podemos tomar $A = 4$

$$5 + 1 = 4 + 2 = 2 + 4$$

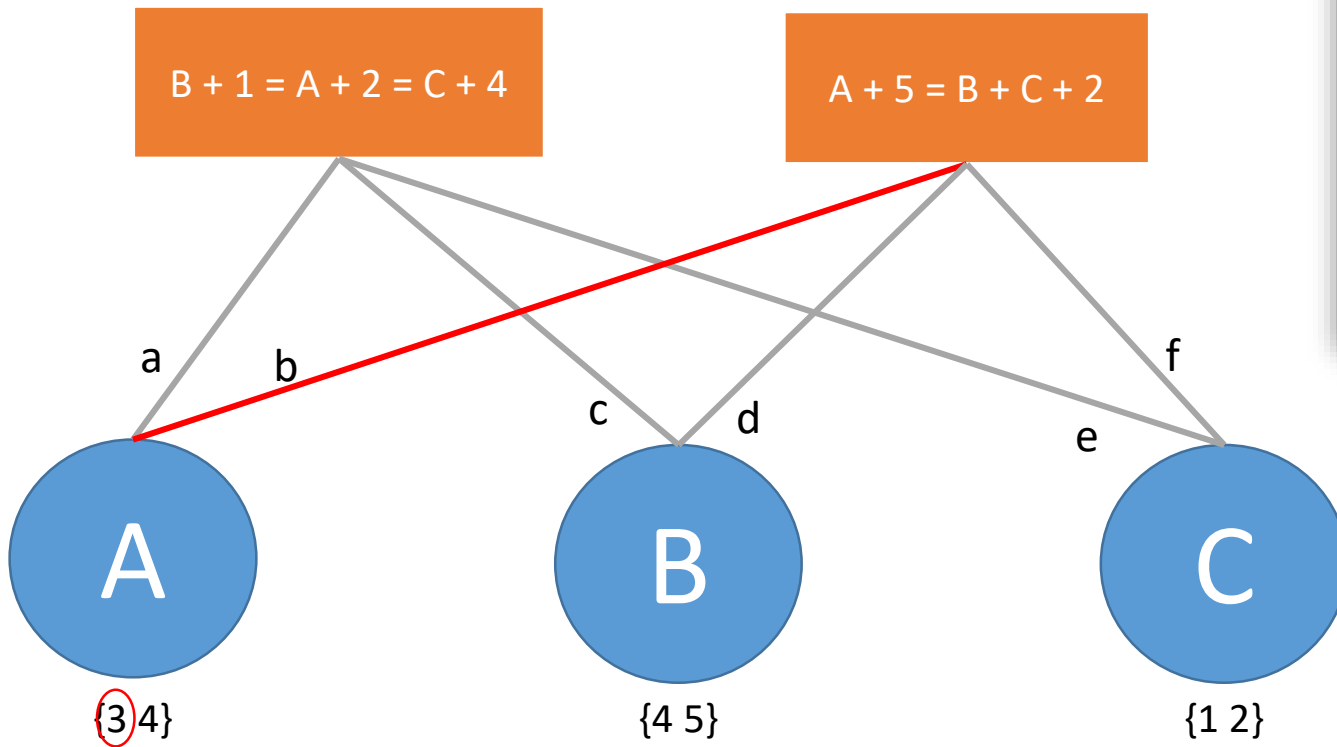
Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala. ←
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{c, d\}$

Escogemos la arista b y la quitamos de $AristasPorProcesar$



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

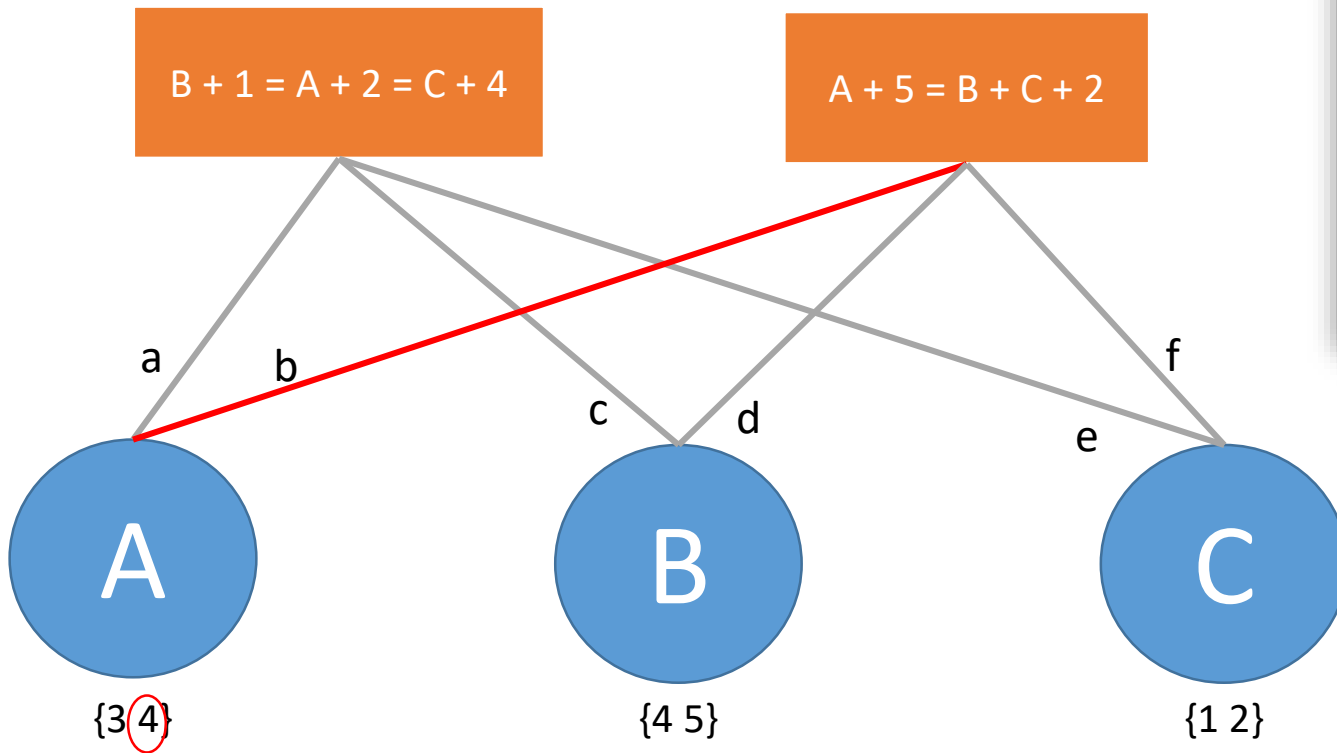
$AristasPorProcesar = \{c, d\}$

Tomamos el valor $A = 3$ del dominio de A:

Si tomamos $B = 5$ y $C = 1$, podemos tomar $A = 3$

$$3 + 5 = 5 + 1 + 2$$

Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

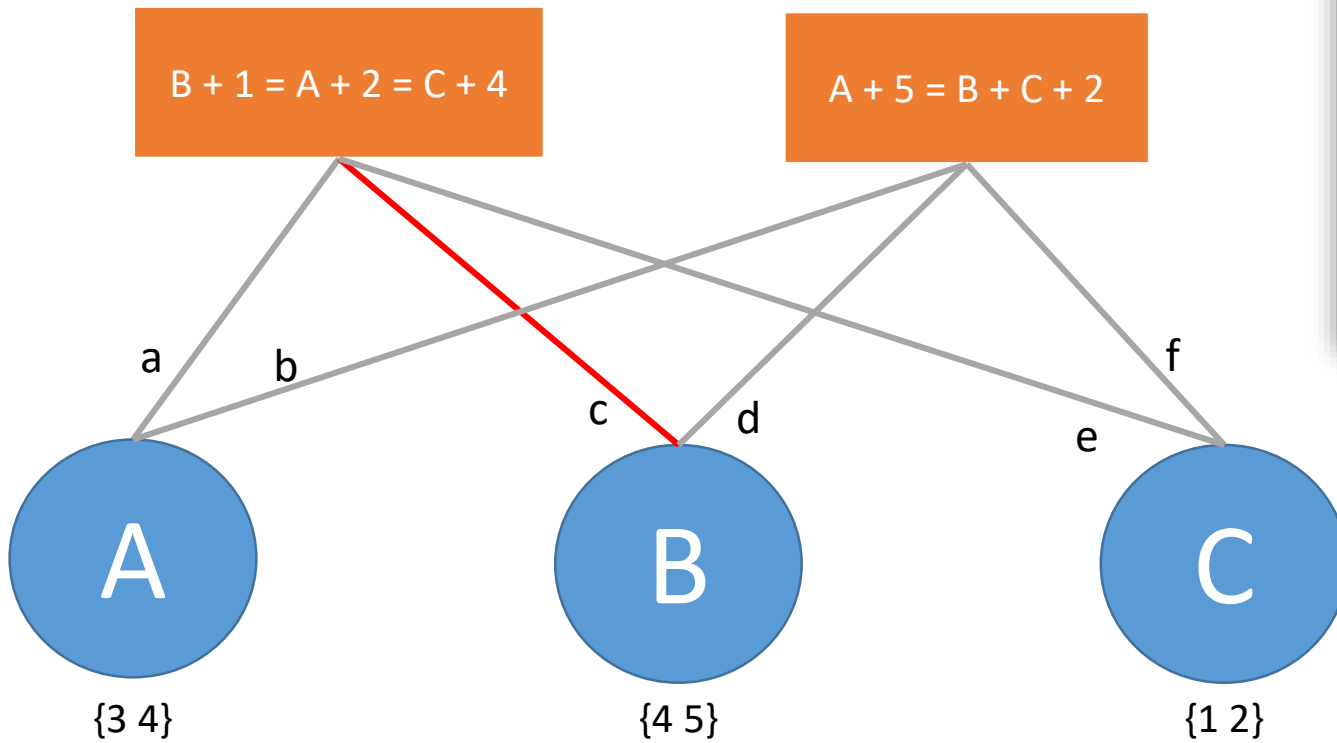
$AristasPorProcesar = \{c, d\}$

Tomamos el valor $A = 4$ del dominio de A:

Si tomamos $B = 5$ y $C = 2$, podemos tomar $A = 4$

$$4 + 5 = 5 + 2 + 2$$

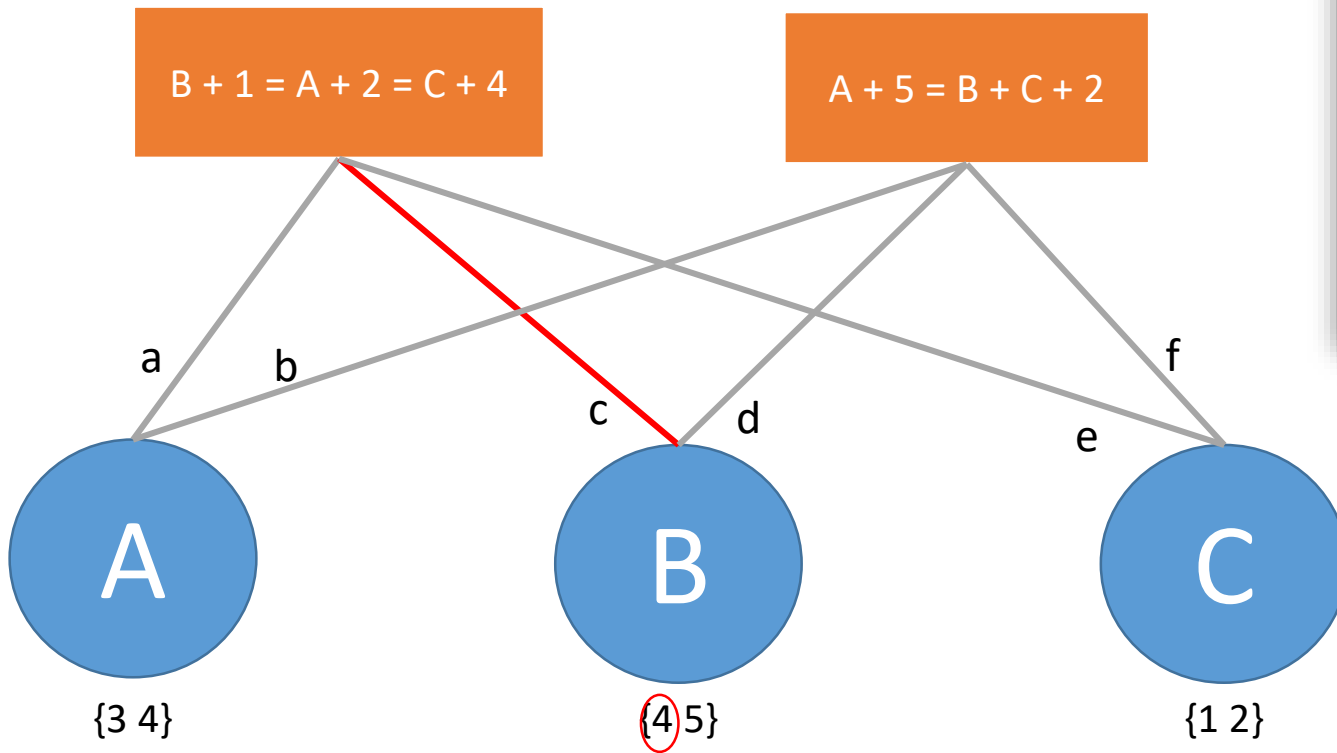
Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala. ←
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{d\}$

Escogemos la arista c y la quitamos de *AristasPorProcesar*



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - **Para cada** $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

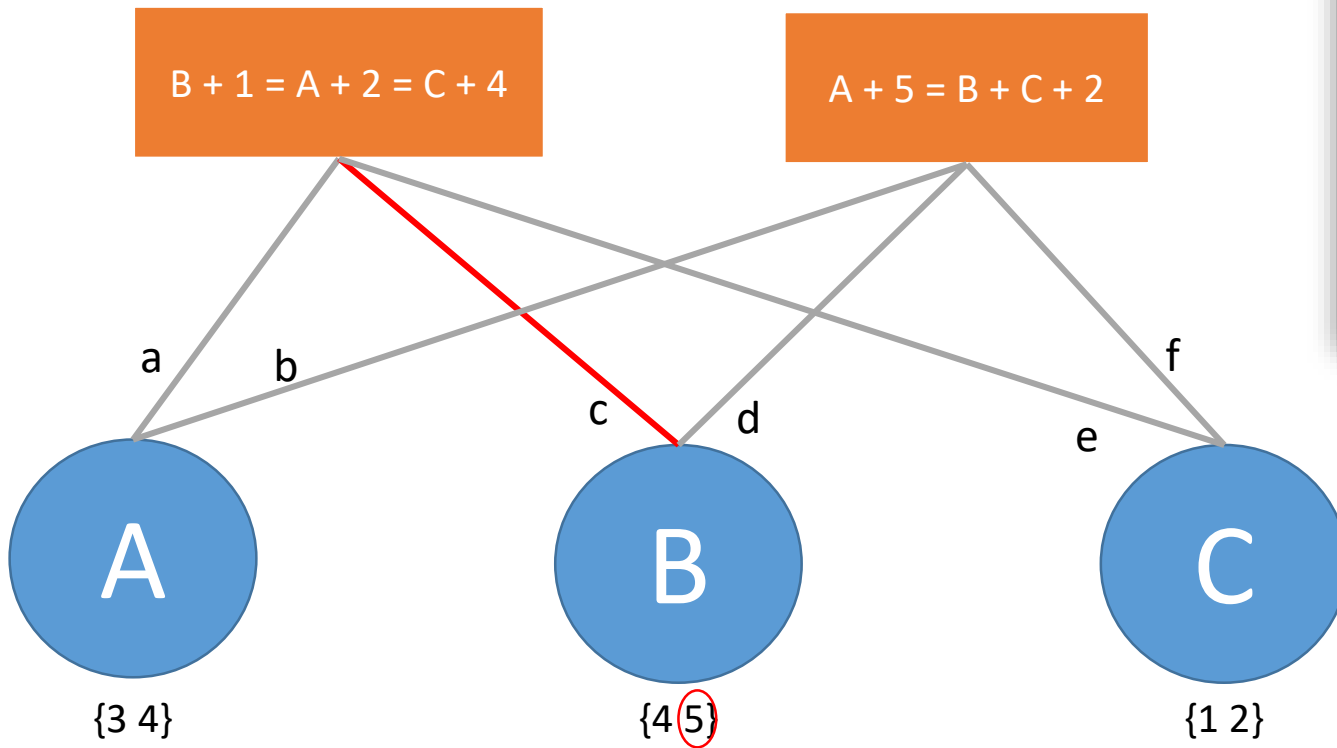
$AristasPorProcesar = \{d\}$

Tomamos el valor $B = 4$ del dominio de B :

Si tomamos $A = 3$ y $C = 1$, podemos tomar $B = 4$

$$4 + 1 = 3 + 2 = 1 + 4$$

Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar =$ Todas las aristas.
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

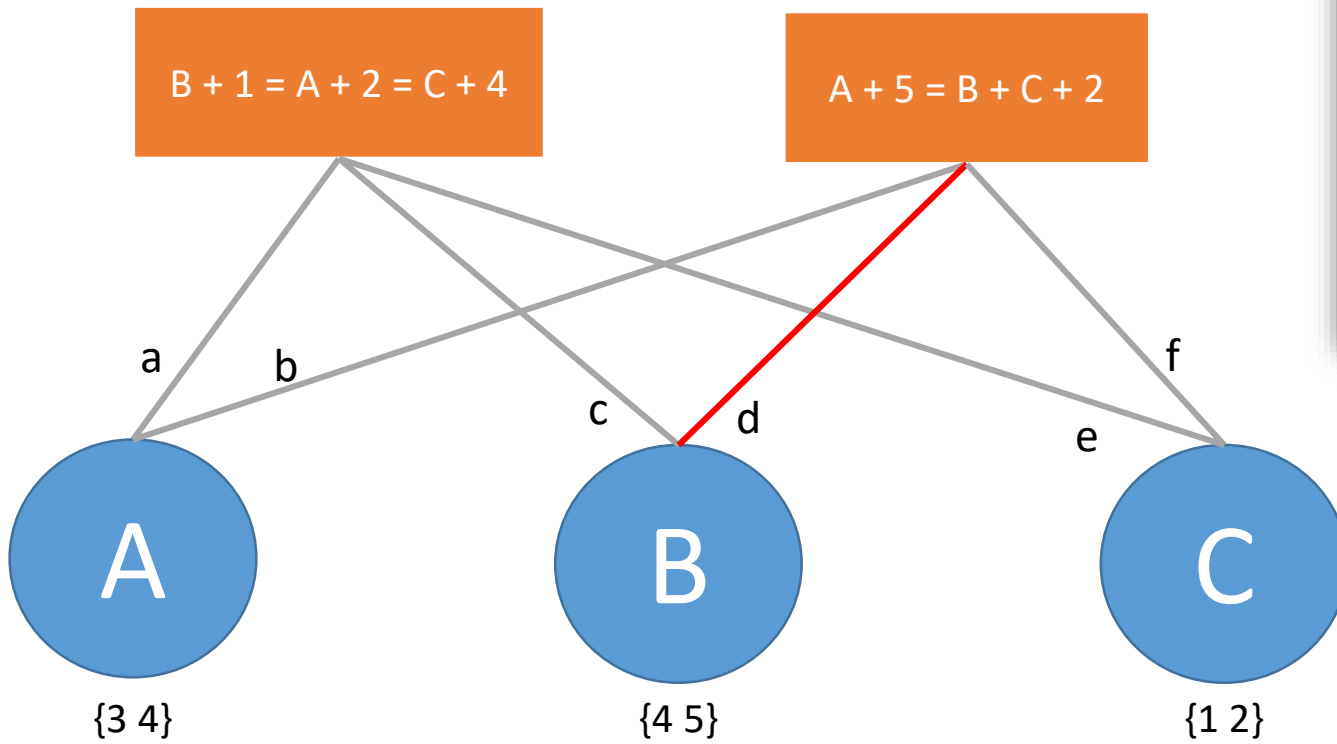
$AristasPorProcesar = \{d\}$

Tomamos el valor $B = 5$ del dominio de B :

Si tomamos $A = 4$ y $C = 2$, podemos tomar $B = 5$

$$5 + 1 = 4 + 2 = 2 + 4$$

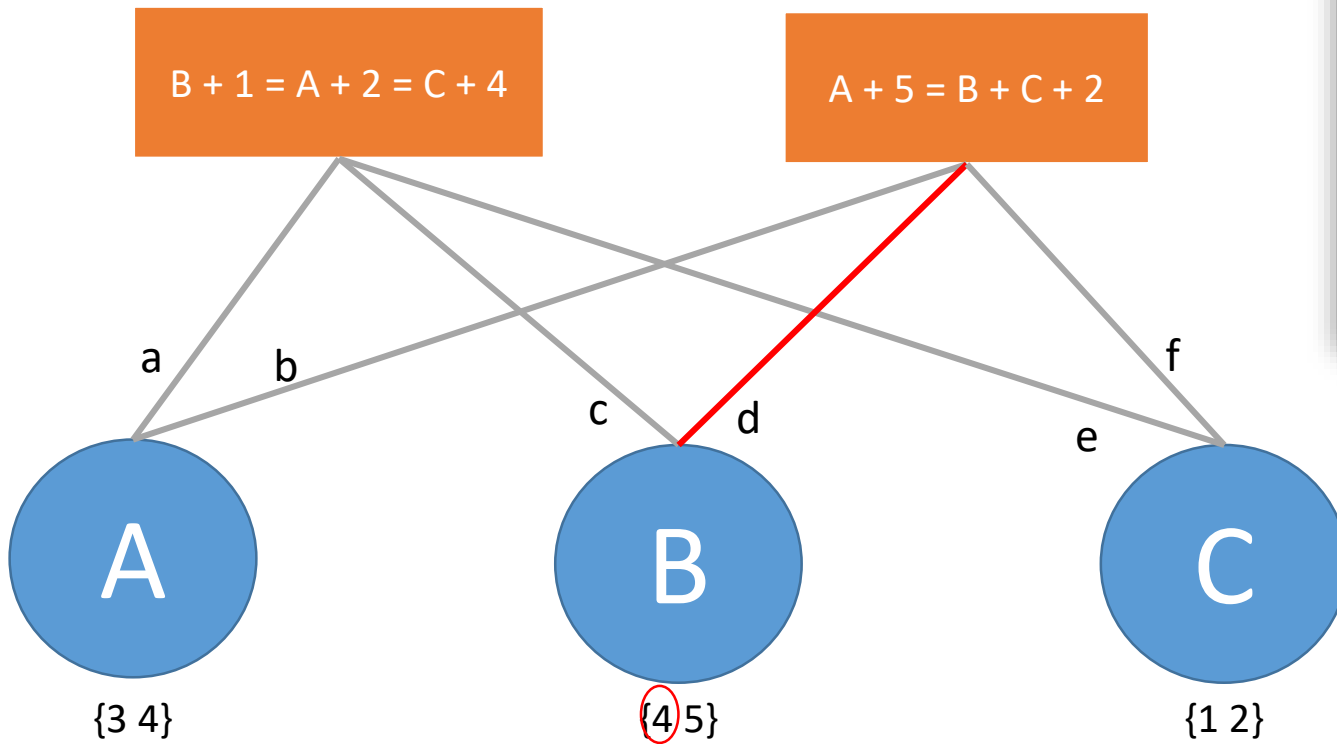
Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala. ←
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{ \}$

Escogemos la arista *d* y la quitamos de *AristasPorProcesar*



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - **Para cada** $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

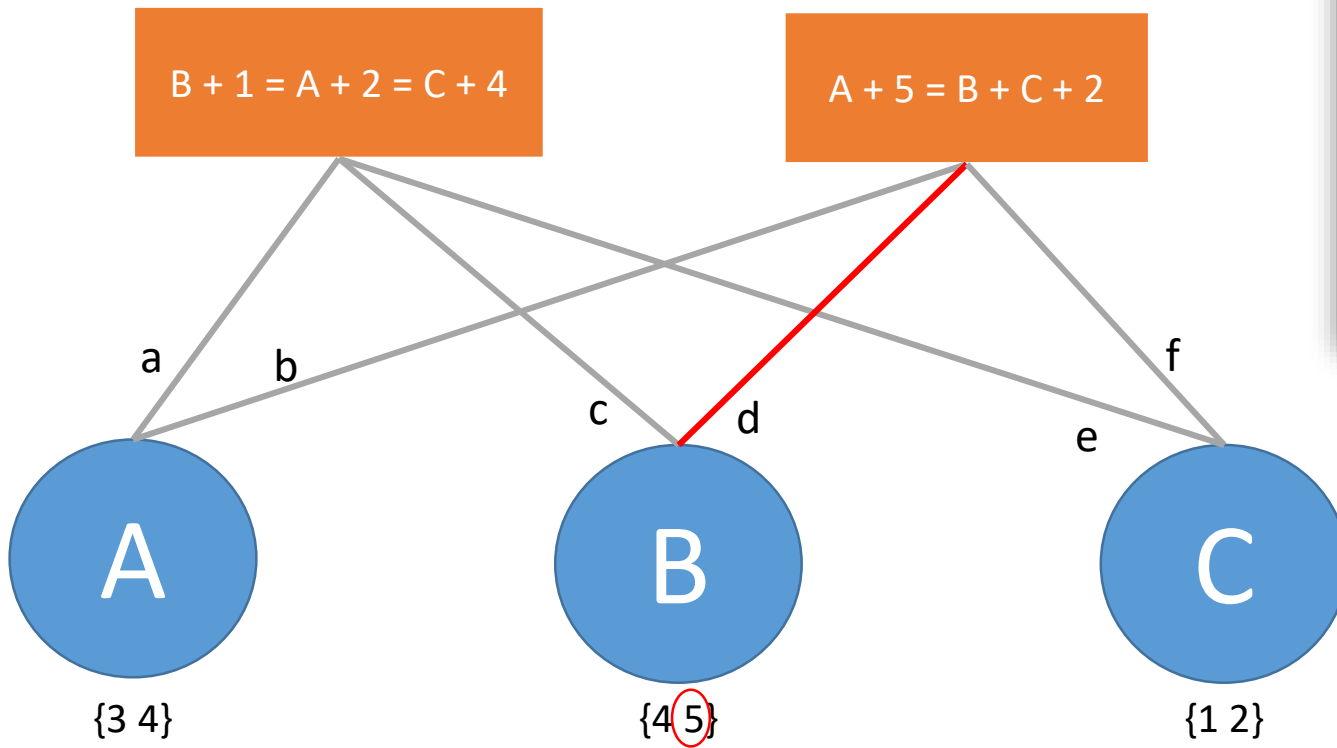
$AristasPorProcesar = \{\}$

Tomamos el valor $B = 4$ del dominio de B :

Si tomamos $A = 3$ y $C = 2$, podemos tomar $B = 4$

$$3 + 5 = 4 + 2 + 2$$

Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- **while** $AristasPorProcesar \neq \emptyset$:
 - **Escoje** $(X, C) \in AristasPorProcesar$ y quítala.
 - Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface: ←
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

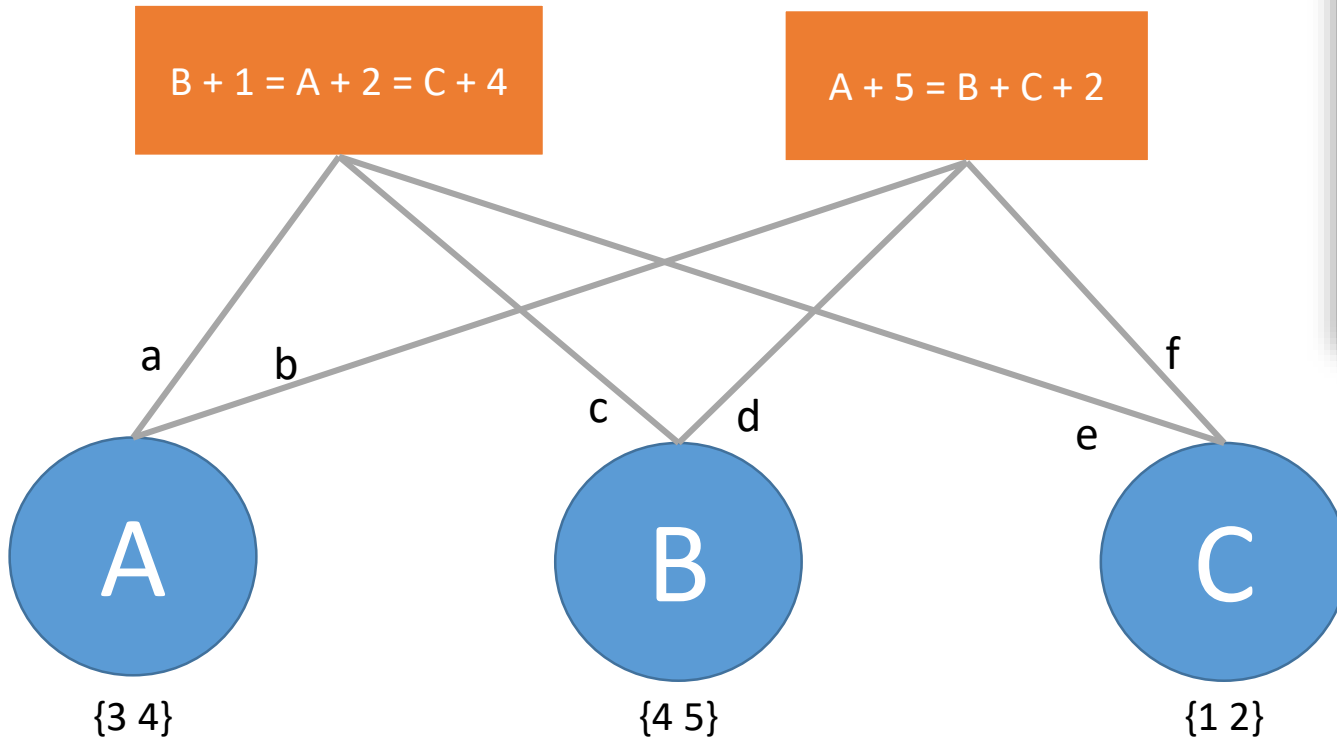
$AristasPorProcesar = \{\}$


Tomamos el valor $B = 5$ del dominio de B :

Si tomamos $A = 3$ y $C = 1$, podemos tomar $B = 5$

$$3 + 5 = 5 + 1 + 2$$

Por lo tanto no hay reducción de dominio y no agregamos aristas por procesar



- $AristasPorProcesar = \text{Todas las aristas.}$
- $\text{while } AristasPorProcesar \neq \emptyset:$ 
- $\text{Escoje } (X, C) \in AristasPorProcesar \text{ y quítala.}$
- Para cada $x \in dom(X)$:
 - Si no existe \vec{y} tal que $C(x, \vec{y})$ se satisface:
 - Quita a x de $dom(X)$ y agrega todas las aristas (Z, D) donde D es una condición que involucra a X y $Z \neq X$.

$AristasPorProcesar = \{\}$

Como ya no hay aristas por procesar, se termina el proceso

Resultado

(Posibilidades reducidas para cada casilla)

| | | |
|-------|-------|-------|
| 1 | {3 4} | 4 |
| {4 5} | 2 | {1 2} |

Búsqueda

1.- Consideramos $C = 1$

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 3 | 4 |
| 4 | 2 | 1 |

Si $C = 1$, entonces A debe ser igual a 3 y B debe ser igual a 4 para cumplir con la suma por columna
($1 + 4 = 3 + 2 = 4 + 1$)

Pero la suma por fila sería

$$\begin{aligned}1 + 3 + 4 &= 4 + 2 + 1 \\8 &= 7\end{aligned}$$

Lo cual no es cierto, por lo cual **C no puede ser 1**

Búsqueda

1.- Consideramos $C = 2$

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 4 | 4 |
| 5 | 2 | 2 |

Si $C = 2$, entonces A debe ser igual a 4 y B debe ser igual a 5 para cumplir con la suma por columna

$$(1 + 5 = 4 + 2 = 4 + 2)$$

y la suma por fila sería

$$1 + 4 + 4 = 5 + 2 + 2$$
$$9 = 9$$

Lo cual es consistente, por lo tanto la respuesta al problema es que **la casilla sombreada debe valer 2.**