

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS
PROYECTO FINAL
DEPENDENCIAS Y NORMALIZACIÓN

Monreal Gamboa Francisco Manuel
Paes Alcala Alma Rosa
Vázquez Rizo Paola
Vazquez Aguilar Lisandro



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS

December 17, 2018

1 Simbología

Para facilitar la declaración de las dependencias funcionales así como del proceso de normalización, asignaremos una letra a cada atributo involucrado de la siguiente manera:

- **A:** *num_licencia*
- **B:** *id_direccion*
- **C:** nombres
- **D:** paterno
- **E:** materno
- **F:** *correo_electronico*
- **G:** *fecha_ingreso*
- **H:** foto
- **I:** *es_dueno*
- **J:** rfc
- **K:** celular
- **L:** calle
- **M:** numero
- **N:** delegacion
- **O:** estado
- **P:** CP
- **Q:** *id_aseguradora*
- **R:** *razon_social*
- **S:** telefono
- **T:** *tipo_seguro*
- **U:** *que_cubre*
- **V:** *num_economico*
- **W:** *num_pasajeros*
- **X:** marca
- **Y:** modelo
- **Z:** año
- **Aa:** *llantas_refaccion*
- **Ab:** *estandar_o_automatico*
- **Ac:** *num_cilindros*
- **Ad:** *capacidad_tanque*
- **Ae:** *gasolina_o_hibrido*
- **Af:** *num_puertas*
- **Ag:** *fecha_alta*
- **Ah:** *fecha_baja*
- **Ai:** *razon_baja*
- **Ba:** *id_cliente*
- **Bb:** *telefono_casa*
- **Bc:** *num_viajes*
- **Bd:** *hora_entrada*
- **Be:** *hora_salida*
- **Bf:** instituto
- **Bg:** facultad
- **Bh:** unidad
- **Ca:** *id_viaje*
- **Cb:** *dentro_CU*
- **Cc:** fecha

- **Cd:** tiempo
- **Ce:** distancia
- **Cf:** costo
- **Da:** origen
- **Db:** destino
- **Ea:** *id_infraccion*
- **Eb:** *monto_a_pagar*
- **Ec:** *placa_agente*
- **Ed:** lugar
- **Ee:** hora
- **Ef:** razon

2 Dependencias Funcionales

Para empezar con la normalización, necesitamos conocer las dependencias funcionales dadas por las reglas de negocio del proyecto; las cuales son:

- $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J$, correspondiente a la tabla Choferes
- $A \rightarrow K$, correspondiente a la tabla Celular
- $B \rightarrow L, M, N, O, P$, correspondiente a la tabla Direccion
- $Q \rightarrow R, F, S, T, U$, correspondiente a la tabla Aseguradora
- $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$, correspondiente a la tabla Vehículo
- $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf$, correspondiente la tabla Académico
- $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bg$, correspondiente a la tabla Alumno
- $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bh$, correspondiente a la tabla Trabajador
- $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$, correspondiente a la tabla Viaje
- $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$, correspondiente a la tabla Solicitar
- $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$, correspondiente a la tabla Infracción

Y por regla de la unión, perteneciente a las reglas de inferencia de Armstrong, este conjunto de dependencias funcionales, que llamaremos F, está constituido por:

- $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- $Q \rightarrow R, F, S, T, U$
- $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$
- $A, V \rightarrow A, V$

Y nuestra R es:

$R(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, Ba, Bb, Bc, Bd, Be, Bf, Bg, Bh, Ca, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf, Da, Db, Ea, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef)$.

3 Normalización 3NF

Para empezar a calcular nuestro F_{min} , calcularemos las cerraduras de las llaves de cada dependencia funcional:

$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P\}$
 $\{B\}^+ = \{B, L, M, N, O, P\}$
 $\{Q\}^+ = \{Q, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}$
 $\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}$
 $\{Ba\}^+ = \{Ba, B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh, L, M, N, O, P\}$
 $\{Ca\}^+ = \{Ca, A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, R, S, T, U\}$
 $\{Ba, Ca\}^+ = \{Ba, Ca, Da, Db, B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh, L, M, N, O, P, A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf, G, I, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, R, S, T, U\}$
 $\{Ea\}^+ = \{A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai\}$
 $\{A, V\}^+ = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai\}$

Por lo que la llave de R es $\{Ba, Ca, Ea\}$, ya que sus cerraduras engloban todos los atributos, y deducimos que todas las dependencias son violaciones a la Tercera Forma Normal.

Comenzaremos revisando si las dependencias funcionales poseen atributos superfluos:

- $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$

– ¿B es superfluo? $\Rightarrow A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$
F':

- * $A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de A:

$\{A\}^+ = \{A, C, D, E, F, G, H, I, J, K\}$. Como B no aparece, entonces B no es superfluo.

– ¿C es superfluo? $\Rightarrow A \rightarrow B, D, E, F, G, H, I, J, K$
F':

- * $A \rightarrow B, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de A:

$\{A\}^+ = \{A, B, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P\}$. Como C no aparece, entonces C no es superfluo.

- ¿D es superfluo? $\Rightarrow A \rightarrow B, C, E, F, G, H, I, J, K$
F':

- * $A \rightarrow B, C, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de A:

$\{A\}^+ = \{A, B, C, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P\}$. Como D no aparece, entonces D no es superfluo.

- ¿E es superfluo? $\Rightarrow A \rightarrow B, C, D, F, G, H, I, J, K$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de A:

$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P\}$. Como E no aparece, entonces E no es superfluo.

- ¿F es superfluo? $\Rightarrow A \rightarrow B, C, D, E, G, H, I, J, K$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de A:

$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, E, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P\}$. Como F no aparece, entonces F no es superfluo.

- ¿G es superfluo? $\Rightarrow A \rightarrow B, C, D, E, F, H, I, J, K$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de A:

$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, E, F, H, I, J, K, L, M, N, O, P\}$. Como G no aparece, entonces G no es superfluo.

- ¿H es superfluo? $\Rightarrow A \rightarrow B, C, D, E, F, G, I, J, K$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de A:

$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, E, F, G, I, J, K, L, M, N, O, P\}$. Como H no aparece, entonces H no es superfluo

- ¿I es superfluo? $\Rightarrow A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, J, K$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de A:

$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, O, P\}$. Como I no aparece, entonces I no es superfluo

- ¿J es superfluo? $\Rightarrow A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, K$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de A:

$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P\}$. Como J no aparece, entonces J no es superfluo

$$- \text{¿K es superfluo?} \Rightarrow A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J$$

F':

$$* A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J$$

$$* B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de A:

$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, L, M, N, O, P\}$. Como K no aparece, entonces K no es superfluo

$$\bullet B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$- \text{¿L es superfluo?} \Rightarrow B \rightarrow M, N, O, P$$

F':

$$* A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de B:

$\{B\}^+ = \{B, M, N, O, P\}$. Como L no aparece, entonces L no es superfluo

$$- \text{¿M es superfluo?} \Rightarrow B \rightarrow L, N, O, P$$

F':

$$* A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow L, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de B:

$\{B\}^+ = \{B, L, N, O, P\}$. Como M no aparece, entonces M no es superfluo

– ¿N es superfluo? $\Rightarrow B \rightarrow L, N, O, P$

F':

- * $A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de B:

$\{B\}^+ = \{B, L, M, O, P\}$. Como N no aparece, entonces N no es superfluo

– ¿O es superfluo? $\Rightarrow B \rightarrow L, M, N, P$

F':

- * $A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de B:

$\{B\}^+ = \{B, L, M, N, P\}$. Como O no aparece, entonces O no es superfluo

– ¿P es superfluo? $\Rightarrow B \rightarrow L, M, N, O$

F':

- * $A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de B:

$\{B\}^+ = \{B, L, M, N, O\}$. Como P no aparece, entonces P no es superfluo

- $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$

– ¿B es superfluo? $\Rightarrow Q \rightarrow R, F, S, T, U$

F':

- * $A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$

- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Q:

$\{Q\}^+ = \{Q, R, F, S, T, U\}$. Como B no aparece, entonces B no es superfluo.

– ¿R es superfluo? $\Rightarrow Q \rightarrow B, F, S, T, U$

F':

- * $A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Q:

$\{Q\}^+ = \{Q, B, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}$. Como R no aparece, entonces R no es superfluo.

– ¿F es superfluo? $\Rightarrow Q \rightarrow B, R, S, T, U$

F':

- * $A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Q:

$\{Q\}^+ = \{Q, B, R, S, T, U, L, M, N, O, P\}$. Como F no aparece, entonces F no es superfluo.

– ¿S es superfluo? $\Rightarrow Q \rightarrow B, R, F, T, U$

F':

- * $A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Q:

$\{Q\}^+ = \{Q, B, R, F, T, U, L, M, N, O, P\}$. Como S no aparece, entonces S no es superfluo.

– ¿T es superfluo? $\Rightarrow Q \rightarrow B, R, F, S, U$

F':

- * $A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Q:

$\{Q\}^+ = \{Q, B, R, F, S, U, L, M, N, O, P\}$. Como T no aparece, entonces T no es superfluo

– ¿U es superfluo? $\Rightarrow Q \rightarrow B, R, F, S, T$

F':

- * $A \rightarrow C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Q:

$\{Q\}^+ = \{Q, B, R, F, S, T, L, M, N, O, P\}$. Como U no aparece, entonces U no es superfluo

- $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$

– ¿J es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$

F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$\{V\}^+ = \{V, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}$.

Como J no aparece, entonces J no es superfluo.

– ¿Q es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$

F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai\}.$$

Como Q no aparece, entonces Q no es superfluo.

- ¿W es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como W no aparece, entonces W no es superfluo.

- ¿X es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como X no aparece, entonces X no es superfluo.

- ¿Y es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Y no aparece, entonces Y no es superfluo.

- ¿Z es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
F':

$$* A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Z no aparece, entonces Z no es superfluo.

- ¿Aa es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
F':

$$* A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Z, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Aa no aparece, entonces Aa no es superfluo.

- ¿Ab es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
F':

$$* A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Ab no aparece, entonces Ab no es superfluo.

- ¿Ac es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Ac no aparece, entonces Ac no es superfluo.

- ¿Ad es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Ad no aparece, entonces Ad no es superfluo.

- ¿Ae es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Ae no aparece, entonces Ae no es superfluo.

- ¿Af es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Ag, Ah, Ai$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$

- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Ag, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Af no aparece, entonces Af no es superfluo.

- ¿Ag es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Ag, Ah, Ai$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ah, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Ag no aparece, entonces Ag no es superfluo

- ¿Ah es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ai$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ai, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Ah no aparece, entonces Ah no es superfluo

- ¿Ai es superfluo? $\Rightarrow V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de V:

$$\{V\}^+ = \{V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, B, R, F, S, T, U, L, M, N, O, P\}.$$

Como Ai no aparece, entonces Ai no es superfluo

- $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$

– ¿B es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$

F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$$Ba^+ = Ba, C, D, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh.$$

No aparece B por lo tanto no es superfluo.

– ¿C es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$

F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$$Ba^+ = Ba, B, L, M, N, O, E, P, D, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh.$$

No aparece C por lo tanto no es superfluo.

– ¿D es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$

F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$$Ba^+ = Ba, B, L, M, N, O, E, P, C, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh.$$

No aparece D por lo tanto no es superfluo.

- ¿E es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh.$

No aparece E por lo tanto no es superfluo.

- ¿Bb es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, E, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, E, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh.$

No aparece Bb por lo tanto no es superfluo

- ¿F es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, E, Bb, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh.$

No aparece F por lo tanto no es superfluo

- ¿Bc es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$

- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, E, Bb, F, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh.$

No aparece Bc por lo tanto no es superfluo

- ¿K es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, E, Bb, F, Bc, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh.$

No aparece K por lo tanto no es superfluo

- ¿Bd es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Be, H, Bf, Bg, Bh$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, E, Bb, F, Bc, K, Be, H, Bf, Bg, Bh.$

No aparece Bd por lo tanto no es superfluo

- ¿Be es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, H, Bf, Bg, Bh$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, E, Bb, F, Bc, K, Bd, H, Bf, Bg, Bh.$

No aparece Be por lo tanto no es superfluo

- ¿H es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, Bf, Bg, Bh$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, Bf, Bg, Bh.$

No aparece H por lo tanto no es superfluo

- ¿Bf es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bg, Bh$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bg, Bh.$

No aparece Bf por lo tanto no es superfluo

- ¿Bg es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bh$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bh.$

No aparece Bg por lo tanto no es superfluo

- ¿Bh es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba:

$Ba+ = Ba, B, L, M, N, O, D, P, C, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg$.

No aparece Bh por lo tanto no es superfluo

- $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$

- ¿A es superfluo? $\Rightarrow Ca \rightarrow V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ca:

$Ca+ = Ca, V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$.

No aparece A por lo tanto no es superfluo

- ¿V es superfluo? $\Rightarrow Ca \rightarrow A, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ca:

$Ca+ = Ca, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$. No aparece V por lo tanto no es superfluo

- ¿Cb es superfluo? $\Rightarrow Ca \rightarrow A, V, Cc, Cd, Ce, Cf$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$

- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ca:

$Ca+ = Ca, A, V, Cc, Cd, Ce, Cf, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, R, S, T, U$.

No aparece Cb por lo tanto no es superfluo

– ¿Cc es superfluo? $\Rightarrow Ca \rightarrow A, V, Cb, Cd, Ce, Cf$

F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ca:

$Ca+ = Ca, A, V, Cb, Cd, Ce, Cf, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, R, S, T, U$.

No aparece Cc por lo tanto no es superfluo

– ¿Cd es superfluo? $\Rightarrow Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Ce, Cf$

F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ca:

$Ca+ = Ca, A, V, Cb, Cc, Ce, Cf, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, R, S, T, U$.

No aparece Cd por lo tanto no es superfluo

– ¿Ce es superfluo? $\Rightarrow Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Cf$

F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$

- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ca:

$Ca+ = Ca, A, V, Cb, Cc, Cd, Cf, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, R, S, T, U$.

No aparece Ce por lo tanto no es superfluo

- ¿Cf es superfluo? $\Rightarrow Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce$
- F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ca:

$Ca+ = Ca, A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, R, S, T, U$.

No aparece Cf por lo tanto no es superfluo

- $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$

Comenzamos checando si los atributos del lado izquierdo son superfluos:

- ¿Ba es superfluo? $\Rightarrow Ca \rightarrow Da, Db$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ca:

$Ca+ = Ca, A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, R, S, T, U$.

No aparecen Da ni Db, por lo tanto Ba no es superfluo

- ¿Ca es superfluo? $\Rightarrow Ba \rightarrow Da, Db$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ca:

$Ba+ = Ba, B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh, L, M, N, O, P$. No aparece Da ni Db por lo tanto Ca no es superfluo

A continuación checamos atributos superfluos por la derecha:

- ¿Da es superfluo? $\Rightarrow Ba, Ca \rightarrow Db$

F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba, Da :

$$Ba, Ca+ = Ba, Ca, Db, B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh, L, M, N, O, P, A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf, G, I, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, R, S, T, U.$$

No aparece Da por lo tanto no es superfluo

$$- \text{¿Db es superfluo?} \Rightarrow Ba, Ca \rightarrow Da$$

F':

$$* A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ba, Da :

$$Ba, Ca+ = Ba, Ca, Da, B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh, L, M, N, O, P, A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf, G, I, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, R, S, T, U.$$

No aparece Db por lo tanto no es superfluo

$$\bullet Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

$$- \text{¿A es superfluo?} \Rightarrow Ea \rightarrow V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

F':

$$* A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ea :

$$Ea+ = Ea, V, J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef. \text{ No aparece A por lo que no es superfluo}$$

$$- \text{¿V es superfluo?} \Rightarrow Ea \rightarrow A, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

F':

$$* A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ea:

$Ea+ = Ea, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$. No aparece V por lo que no es superfluo

$$- \text{¿Eb es superfluo?} \Rightarrow Ea \rightarrow A, V, Ec, Ed, Ee, Ef$$

F':

$$* A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Ec, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ea:

$Ea+ = A, V, Ec, Ed, Ee, Ef, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$.

No aparece Eb por lo que no es superfluo

$$- \text{¿Ec es superfluo?} \Rightarrow Ea \rightarrow A, V, Eb, Ed, Ee, Ef$$

F':

$$* A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ed, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ea:

$Ea+ = A, V, Eb, Ed, Ee, Ef, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$.

No aparece Ec por lo que no es superfluo

$$- \text{¿Ed es superfluo?} \Rightarrow Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ee, Ef$$

F':

$$* A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$$

$$* B \rightarrow L, M, N, O, P$$

$$* Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$$

$$* V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$$

$$* Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$$

$$* Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$$

$$* Ba, Ca \rightarrow Da, Db$$

$$* Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ee, Ef$$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ea:

$Ea+ = A, V, Eb, Ec, Ee, Ef, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai.$

No aparece Ed por lo que no es superfluo

- ¿Ee es superfluo? $\Rightarrow Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ef$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ef$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ea:

$Ea+ = A, V, Eb, Ec, Ed, Ef, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai.$ No aparece Ee por lo que no es superfluo

- ¿Ef es superfluo? $\Rightarrow Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee$
F':

- * $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- * $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- * $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- * $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$
- * $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- * $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- * $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- * $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee$

Y con esta nueva DF, creamos la cerradura de Ea:

$Ea+ = A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai.$

No aparece Ef por lo que no es superfluo

- $A, V \rightarrow A, V$

Como esta es una dependencia funcional trivial, entonces ya está normalizada.

Debido a que no encontramos atributos superfluos en ninguna de las ocho dependencias funcionales que conformaban el conjunto F, entonces concluimos que $F_{min} = F$, por lo que las tablas quedarían de la siguiente manera:

- Chofer(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K) con $A \rightarrow B, C, D, E, F, G, H, I, J, K$
- Direccion(B,L,M,N,O,P) con $B \rightarrow L, M, N, O, P$
- Aseguradora(Q,B,R,F,S,T,U) con $Q \rightarrow B, R, F, S, T, U$
- Vehiculo(V,J,Q,W,X,Y,Z,Aa,Ab,Ac,Ad,Ae,Af,Ag,Ah,Ai)
con $V \rightarrow J, Q, W, X, Y, Z, Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag, Ah, Ai$

- Cliente(Ba,B,C,D,E,Bb,F,Bc,K,Bd,Be,H,Bf,Bg,Bh)
con $Ba \rightarrow B, C, D, E, Bb, F, Bc, K, Bd, Be, H, Bf, Bg, Bh$
- Viaje(Ca,A,V,Cb,Cc,Cd,Ce,Cf) con $Ca \rightarrow A, V, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf$
- Solicitar(Ba,Ca,Da,Db) con $Ba, Ca \rightarrow Da, Db$
- Infraccion(Ea,A,V,Eb,Ec,Ed,Ee,Ef) con $Ea \rightarrow A, V, Eb, Ec, Ed, Ee, Ef$
- Manejar(A,V) con $A, V \rightarrow A, V$.

Como en alguna tabla debe figurar la llave de la relación R (recordando que es $\{Ba, Ca, Ea\}$), entonces creamos una nueva, llamada:

Llave(Ba,Ca,Da).