

Práctica 3: Árboles de fallos y árboles de sucesos en Hugin Expert

Juan Francisco García Delgado y Juan José Montoya Segura

9 de Enero de 2019



1 Ejercicio 1

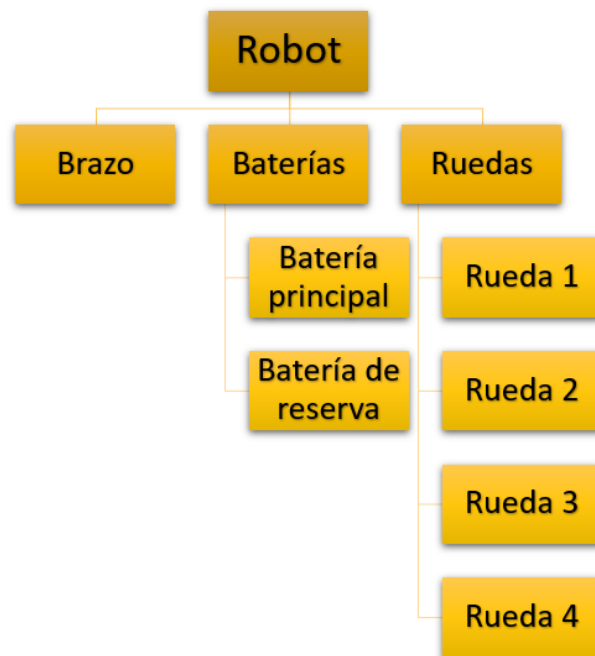
Árbol de fallos

1.1 Información sobre el sistema

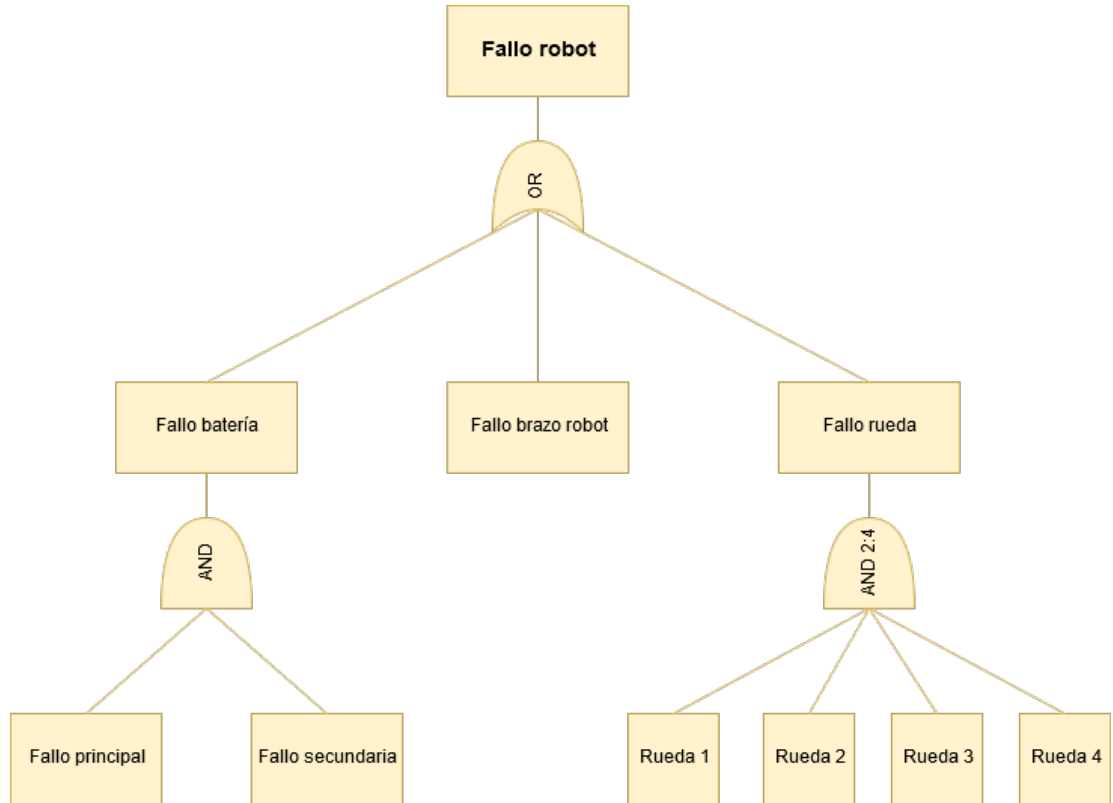
Consideremos un sistema de información de un almacén proveedor de determinados productos. Uno de los activos del sistema de información es un robot autónomo que recibe información sobre un pedido a servir, se desplaza hasta el lugar adecuado del almacén, coge el artículo con un brazo robot y lo deposita en una caja adecuada, listo para el envío. El robot dispone de dos baterías, una principal y otra de reserva. Cada batería tiene un tiempo de vida medio de 3 años, y según sus especificaciones proporciona una autonomía de 4 horas de funcionamiento. El brazo robot tiene un tiempo de vida medio de 5 años. Además, el robot se desplaza sobre 4 ruedas independientes, cada una de ellas con un tiempo de vida de 6 años, de forma que puede operar incluso si una de las ruedas falla. La jornada de trabajo del robot es de 3 horas, después de las cuales se retira a recargar las baterías. Asume que todos estos son dispositivos mecánicos cuyo tiempo de vida sigue una distribución Weibull con $\alpha = 2$.

1.2 Modelado inicial del robot

Modelamos el robot a grandes rasgos en sus elementos principales descritos en la práctica.

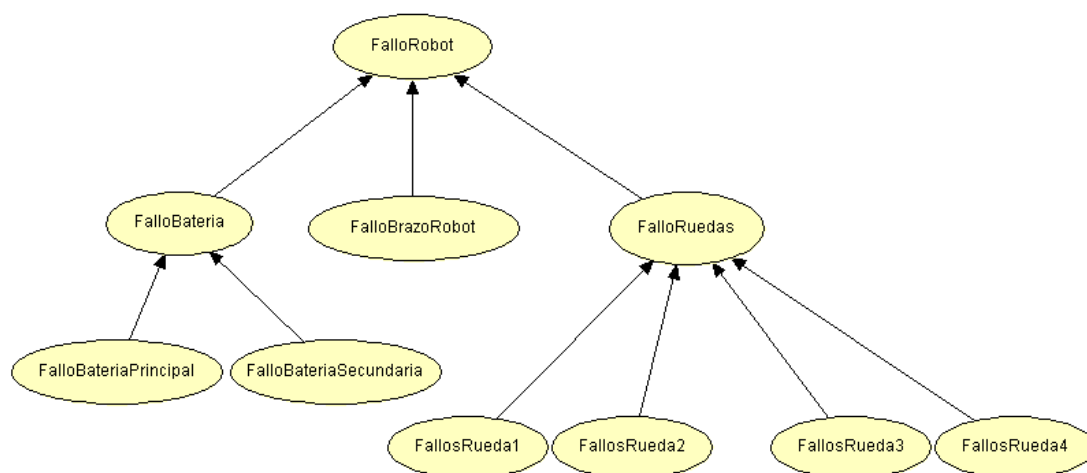


1.3 Árbol de fallos



El robot es un sistema compuesto de **baterías**, un **brazo robótico** para operar y un **conjunto de ruedas**. Existen dos baterías, siendo necesario solo que funcione una de estas (tendríamos una **puerta AND** conectándolas a nuestro sistema de alimentación). También tenemos cuatro ruedas, siendo necesario que funcionen 3 de ellas, dando así resultado a tener las cuatro conectadas a una puerta **AND 2:4**. Todos estos elementos están conectados a una puerta **OR**, ya que en caso de fallar cualquiera de estos, daría como resultado el fallo total del robot.

1.4 Modelado del robot en Hugin



1.5 Tablas de probabilidad

1.5.1 FalloBateriaPrincipal

<i>Fallo de la batería principal</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 1: Estado de la batería principal.

1.5.2 FalloBateriaSecundaria

<i>Fallo de la batería secundaria</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 2: Estado de la batería secundaria.

1.5.3 FalloBateria

<i>FalloBateriaPrincipal</i>	<i>Funcional</i>		<i>No funcional</i>	
<i>FalloBateriaSecundaria</i>	<i>Funcional</i>	<i>No funcional</i>	<i>Funcional</i>	<i>No funcional</i>
<i>Funcional</i>	1	1	1	0
<i>No Funcional</i>	0	0	0	1

Table 3: Estado del conjunto de baterías.

1.5.4 FalloRueda1

<i>Fallo de la rueda 1</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 4: Estado de la rueda 1.

1.5.5 FalloRueda2

<i>Fallo de la rueda 2</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 5: Estado de la rueda 2.

1.5.6 FalloRueda3

<i>Fallo de la rueda 3</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 6: Estado de la rueda 3.

1.5.7 FalloRueda4

<i>Fallo de la rueda 4</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 7: Estado de la rueda 4.

1.5.8 FalloRuedas

<i>FallosRueda4</i>	<i>Funcional</i>							
<i>FallosRueda3</i>	<i>Funcional</i>				<i>No funcional</i>			
<i>FallosRueda2</i>	<i>Funcional</i>		<i>No funcional</i>		<i>Funcional</i>		<i>No funcional</i>	
<i>FallosRueda1</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>
<i>Func</i>	1	1	1	0	1	0	0	0
<i>No func</i>	0	0	0	1	0	1	1	1

Table 8: Estado del fallo de las ruedas (I)

<i>FallosRueda4</i>	<i>No funcional</i>							
<i>FallosRueda3</i>	<i>Funcional</i>				<i>No funcional</i>			
<i>FallosRueda2</i>	<i>Funcional</i>		<i>No func</i>		<i>Func</i>		<i>No func</i>	
<i>FallosRueda1</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>
<i>Func</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>No func</i>	0	1	1	1	1	1	1	1

Table 9: Estado del fallo de las ruedas (II)

1.5.9 FalloBrazoRobot

<i>Fallo del brazo del robot</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 10: Estado del brazo del robot.

1.5.10 FalloRobot

<i>FalloRuedas</i>	<i>Funcional</i>				<i>No funcional</i>			
<i>FalloBrazoRobotico</i>	<i>Funcional</i>		<i>No funcional</i>		<i>Funcional</i>		<i>No funcional</i>	
<i>FalloBateria</i>	<i>Funcional</i>	<i>No funcional</i>	<i>Funcional</i>	<i>No funcional</i>	<i>Funcional</i>	<i>No funcional</i>	<i>Funcional</i>	<i>No funcional</i>
<i>Funcional</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>No funcional</i>	0	1	1	1	1	1	1	1

Table 11: Estado del fallo del robot

1.6 Cálculo de probabilidad de fallo

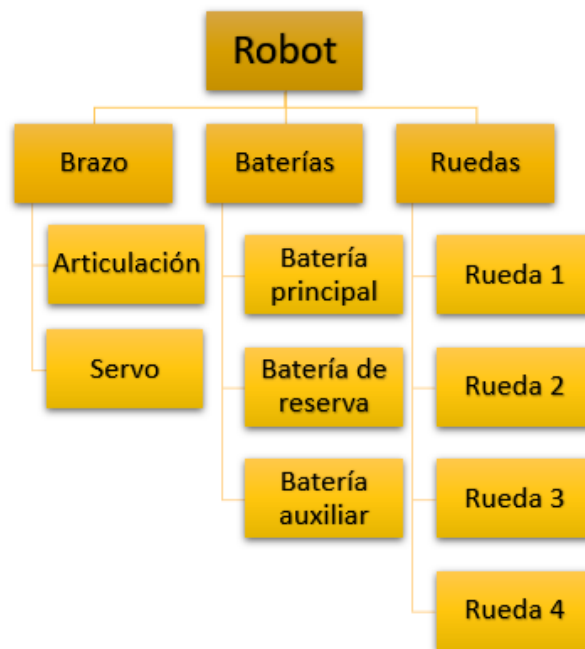
Se nos pide calcular la probabilidad de que el robot modificado falle antes de estar dos años en servicio:

Calcularemos la probabilidad mediante el uso del programa R usando el comando de weibull.

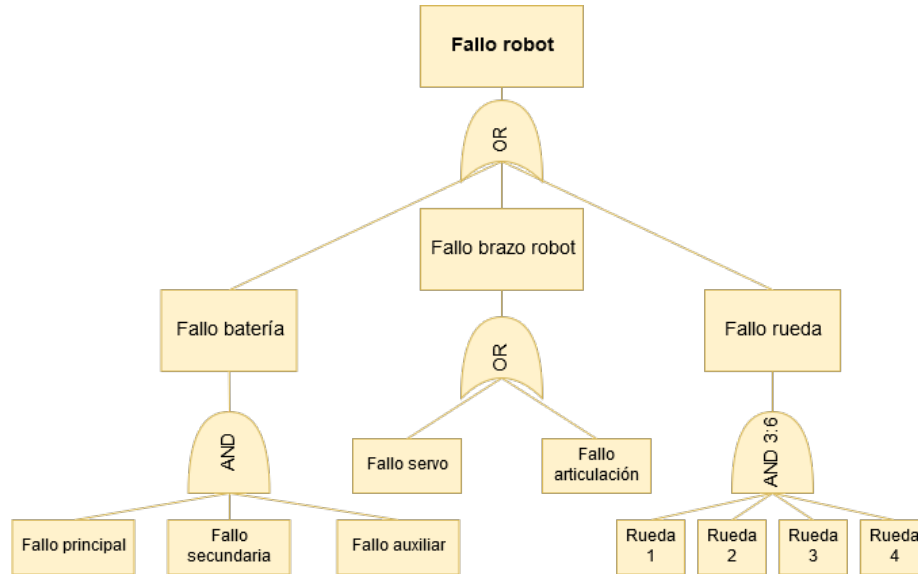
```
> pweibull(2,shape=2,scale=1)
[1] 0.9816844
```

De aquí deducimos que la probabilidad de que el robot falle antes de llevar 2 años en servicio es de 98'16844%.

1.7 Modelado modificado del robot

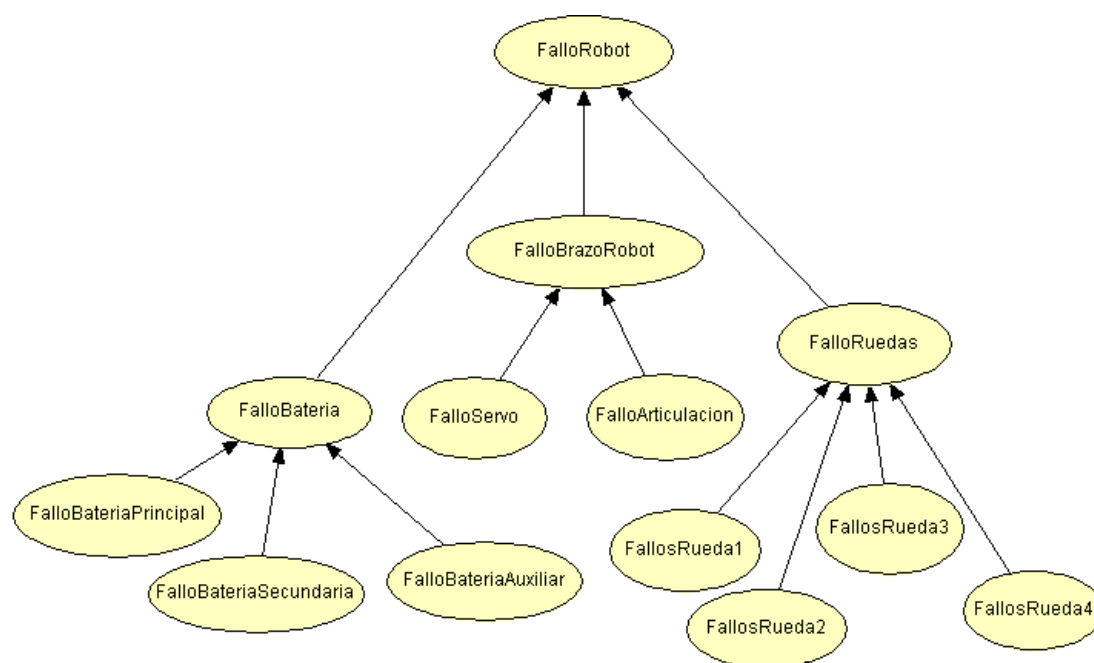


1.8 Árbol de fallos del robot modificado



Hemos modificado el robot añadiendo una **batería auxiliar** y más detalle en el brazo robótico, estando ahora compuesto por un **servomotor** y por una **articulación**, en caso de que alguno de estos dos falle, el brazo quedaría no funcional.

1.9 Modelado del robot modificado en Hugin



1.10 Tablas de probabilidad robot modificado

1.10.1 FalloBateriaPrincipal

<i>Fallo de la batería principal</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 12: Estado de la batería principal.

1.10.2 FalloBateriaSecundaria

<i>Fallo de la batería secundaria</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 13: Estado de la batería secundaria.

1.10.3 FalloBateriaAuxiliar

<i>Fallo de la batería auxiliar</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 14: Estado de la batería auxiliar.

1.10.4 FalloBateria

<i>FalloBateriaAuxiliar</i>	<i>Funcional</i>				<i>No func</i>			
<i>FalloBateriaPrincipal</i>	<i>Func</i>		<i>No func</i>		<i>Func</i>		<i>No func</i>	
<i>FalloBateriaSecundaria</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>
<i>Funcional</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>No Funcional</i>	0	0	0	0	0	0	0	1

Table 15: Estado del conjunto de baterías.

1.10.5 FalloRueda1

<i>Fallo de la rueda 1</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 16: Estado de la rueda 1.

1.10.6 FalloRueda2

<i>Fallo de la rueda 2</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 17: Estado de la rueda 2.

1.10.7 FalloRueda3

<i>Fallo de la rueda 3</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 18: Estado de la rueda 3.

1.10.8 FalloRueda4

<i>Fallo de la rueda 4</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 19: Estado de la rueda 4.

1.10.9 FalloRuedas

<i>FallosRueda4</i>	<i>Funcional</i>							
<i>FallosRueda3</i>	<i>Funcional</i>				<i>No funcional</i>			
<i>FallosRueda2</i>	<i>Funcional</i>		<i>No funcional</i>		<i>Funcional</i>		<i>No funcional</i>	
<i>FallosRueda1</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>
<i>Func</i>	1	1	1	0	1	0	0	0
<i>No func</i>	0	0	0	1	0	1	1	1

Table 20: Estado del fallo de las ruedas (I)

<i>FallosRueda4</i>	<i>No funcional</i>							
<i>FallosRueda3</i>	<i>Funcional</i>				<i>No funcional</i>			
<i>FallosRueda2</i>	<i>Funcional</i>		<i>No func</i>		<i>Func</i>		<i>No func</i>	
<i>FallosRueda1</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>	<i>Func</i>	<i>No func</i>
<i>Func</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>No func</i>	0	1	1	1	1	1	1	1

Table 21: Estado del fallo de las ruedas (II)

1.10.10 FalloBrazoRobot

<i>Fallo del brazo del robot</i>	
<i>Funcional</i>	1
<i>No funcional</i>	0

Table 22: Estado del brazo del robot.

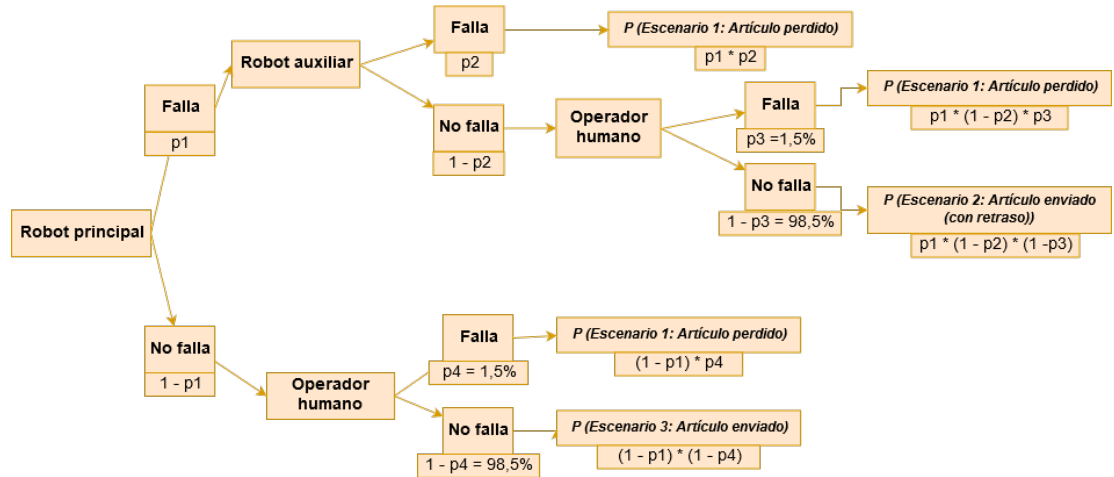
1.10.11 FalloRobot

<i>FalloRuedas</i>	<i>Func</i>				<i>No Func</i>			
<i>FalloBrazoRobotico</i>	<i>Func</i>		<i>No Func</i>		<i>Func</i>		<i>No Func</i>	
<i>FalloBateria</i>	<i>Func</i>	<i>No Func</i>	<i>Func</i>	<i>No Func</i>	<i>Func</i>	<i>No Func</i>	<i>Func</i>	<i>No Func</i>
<i>Func</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>No Func</i>	0	1	1	1	1	1	1	1

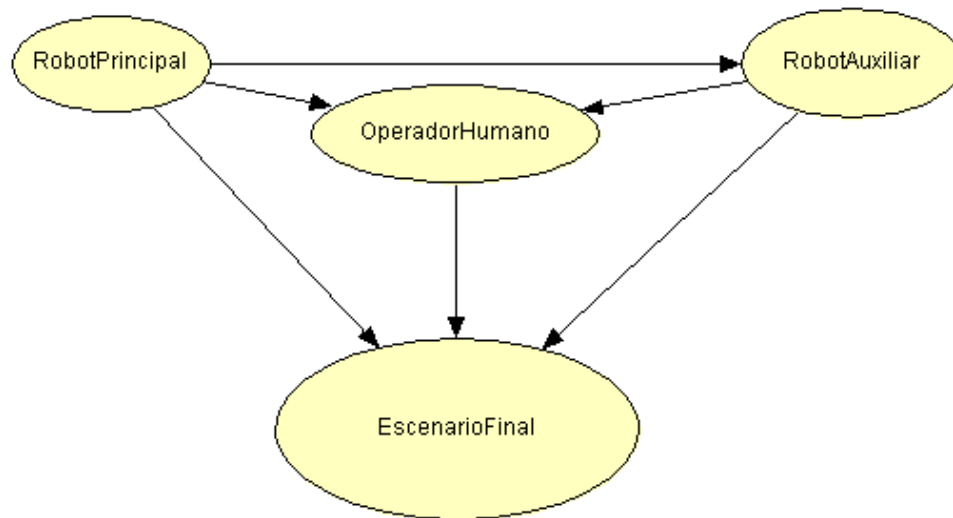
Table 23: Estado del fallo del robot

2 Árboles de sucesos

2.1 Árbol de sucesos para el procesamiento de envíos



2.2 Modelado del árbol como una red bayesiana



2.3 Cálculo de diferentes probabilidades

2.3.1 Envíos correctos

En este solo se da el caso en un solo escenario. Que nosotros hemos llamado Escenario 3: Artículo Enviado.

Que se queda reflejado como: $(1-p_1)*(1-p_4) = (1-0.5)*0.985 = 0.4925$

Es decir, hay un 49'25% de que se realice un envío correcto.

2.3.2 Envíos retrasados

Este escenario se da una vez en el esquema. Nosotros lo hemos llamado Escenario 2: Artículo enviado (con retraso)

Se queda reflejado como: $p_1*(1-p_2)*(1-p_3) = 0.5*0.5*0.985 = 0.24625$

Es decir, hay un 24'625% de que se realice un envío retrasado.

2.3.3 Envíos perdidos

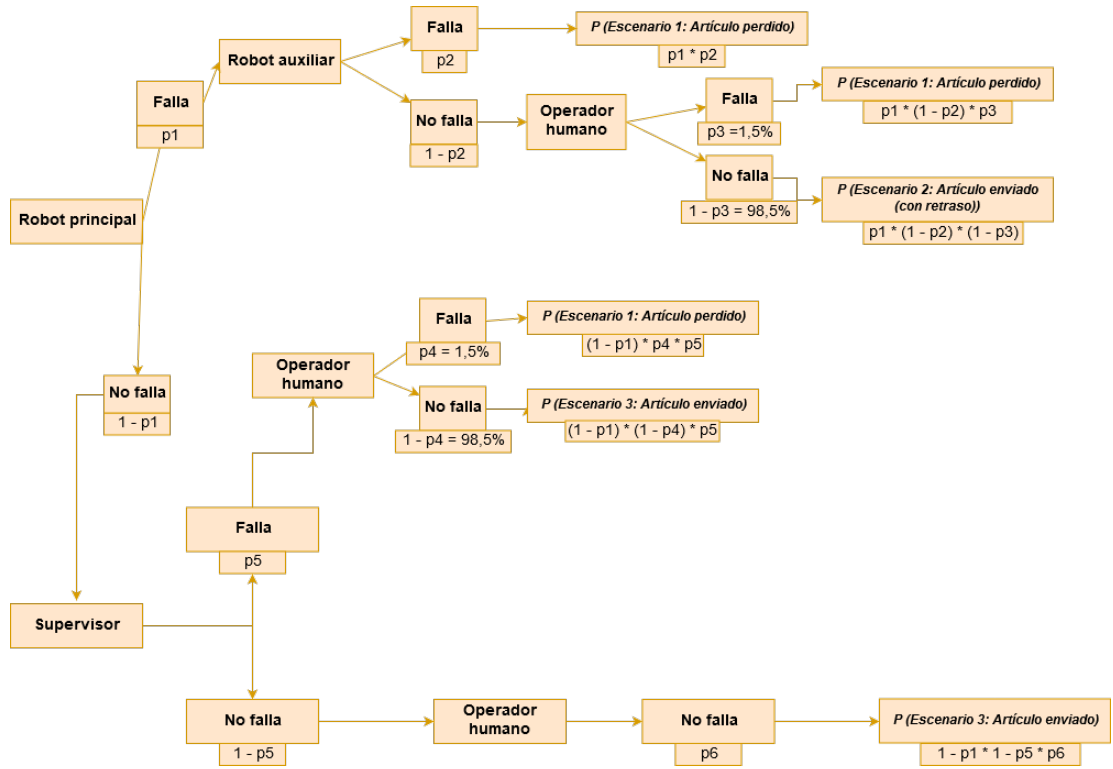
Este es el escenario se da 3 veces en el árbol. Nosotros lo hemos llamado Escenario 1: Artículo perdido.

Se queda reflejado el cálculo como:

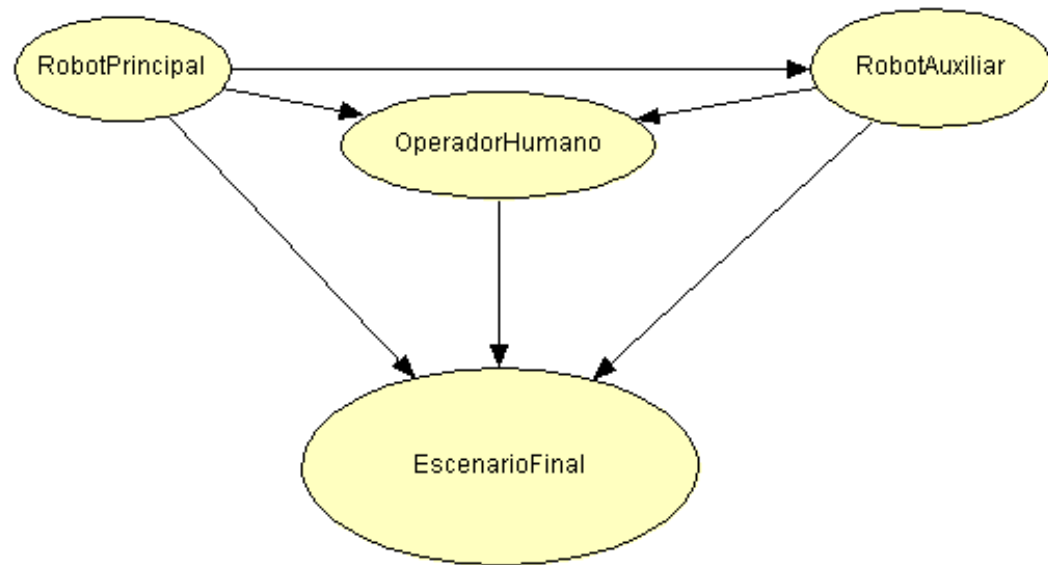
$p_1*p_2 + p_1*(1-p_2)*p_3 + (1-p_1)*p_4 = 0.5*0.5 + 0.5*0.5*0.015 + 0.5*0.015 = 0.26125$.

Es decir, hay un 26'125% de que no se realice envío alguno.

2.4 Árbol de sucesos para el procesamiento de envíos modificado



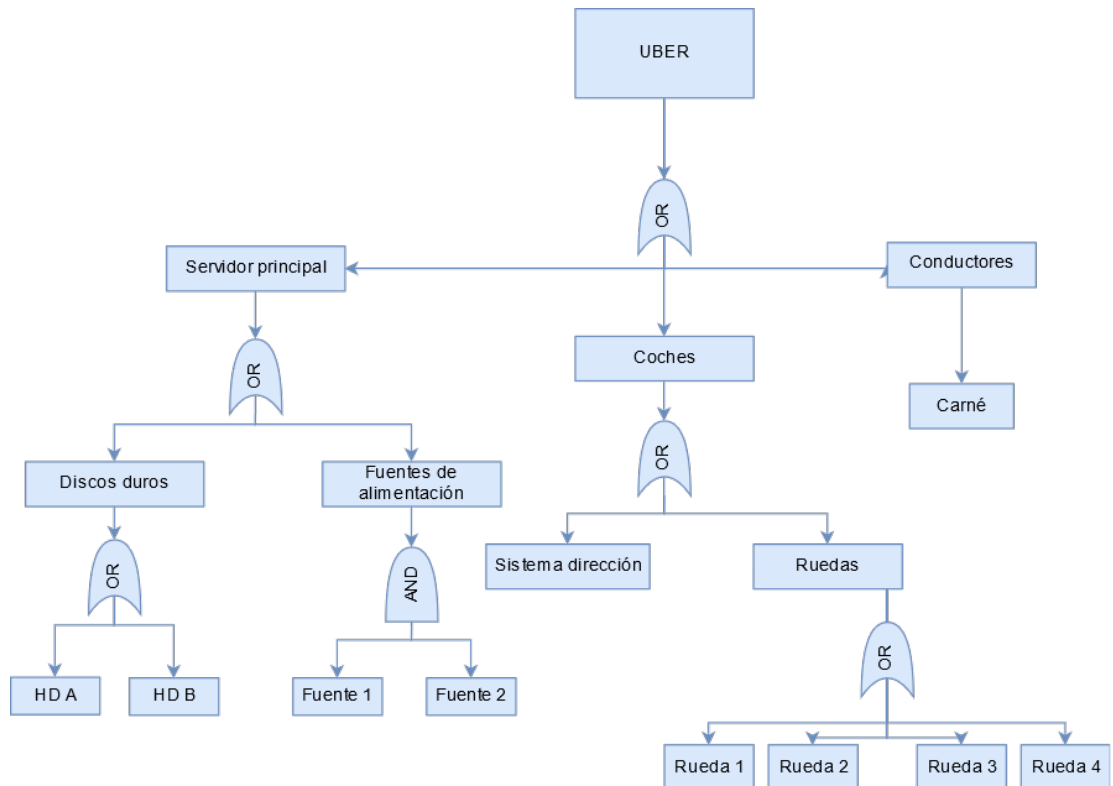
2.5 Modelado del árbol como una red bayesiana



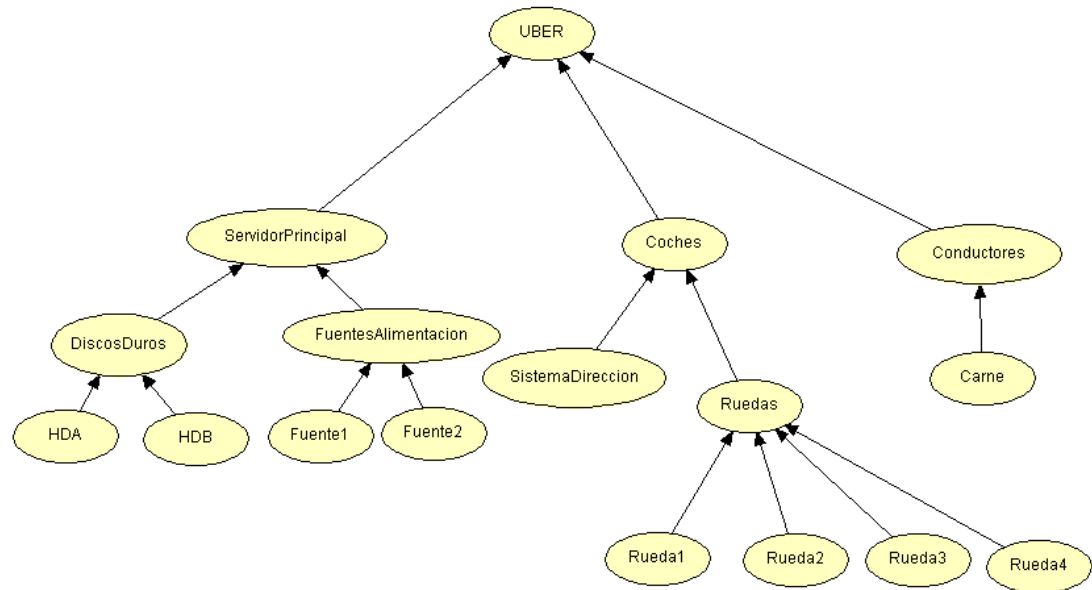
3 Modelado del problema anterior

Cogemos como referencia el sistema de información que hemos ido desarrollando en prácticas anteriores, en nuestro caso una aplicación del funcionamiento de UBER.

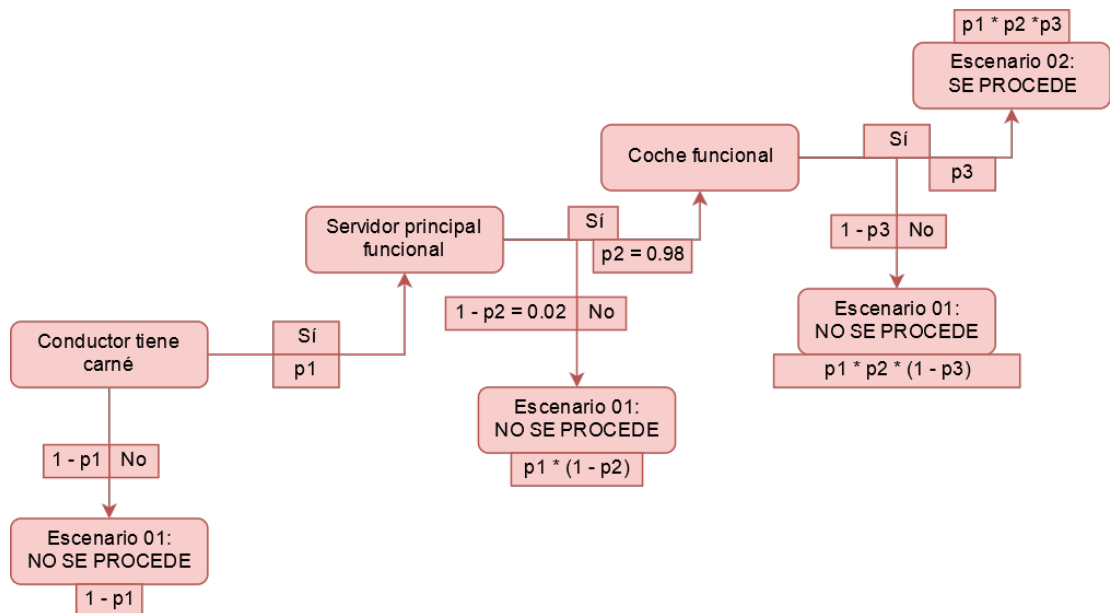
3.1 Árbol de fallos



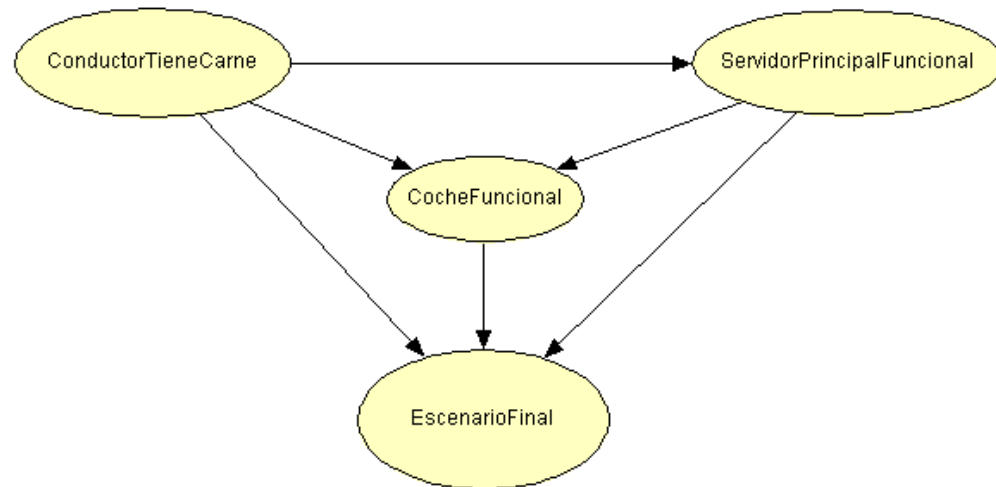
3.2 Modelado del árbol de fallos como una red bayesiana



3.3 Árbol de sucesos



3.4 Modelado del árbol de sucesos como una red bayesiana



3.5 Funcionamiento de los modelos

