

# FIABILIDAD DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN DE UN BUQUE

Roger Sans I Prats  
DATA SCIENTIST

**Tabla de contenido**

**INTRODUCCIÓN .....2**

**MOTOR DIESEL 1 .....3**

**MOTOR DIESEL 2 .....4**

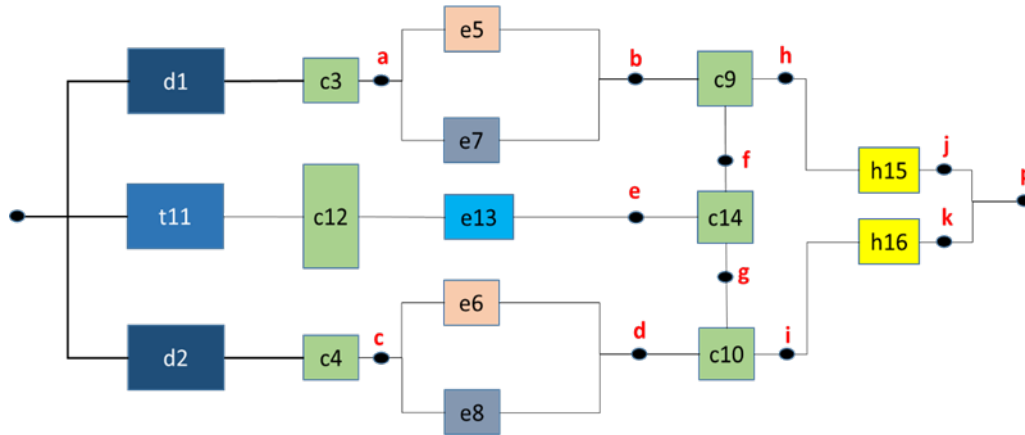
**TURBINA .....6**

**COMPARATIVA DE VÍAS DE PROPULSIÓN.....8**

**COMBINACIÓN DE SISTEMAS DE PROPULSIÓN .....9**

## INTRODUCCIÓN

En el siguiente caso se nos presenta la planta de propulsión de un buque, el cual consta de tres vías de propulsión: dos motores diesel y una turbina. La disposición de los mismos y sus componentes viene dada por el siguiente circuito:



*Ilustración 1: Circuito de propulsión del buque.  
Fuente: Elaboración propia.*

A partir de aquí para cada componente se nos aportan unos datos de partida en forma de distribuciones de probabilidad de la probabilidad de fallo de cada uno. Partiendo de esos datos y generando valores aleatorios, se nos pide encontrar cual de todas las posibles combinaciones es la más fiable para propulsar el buque.

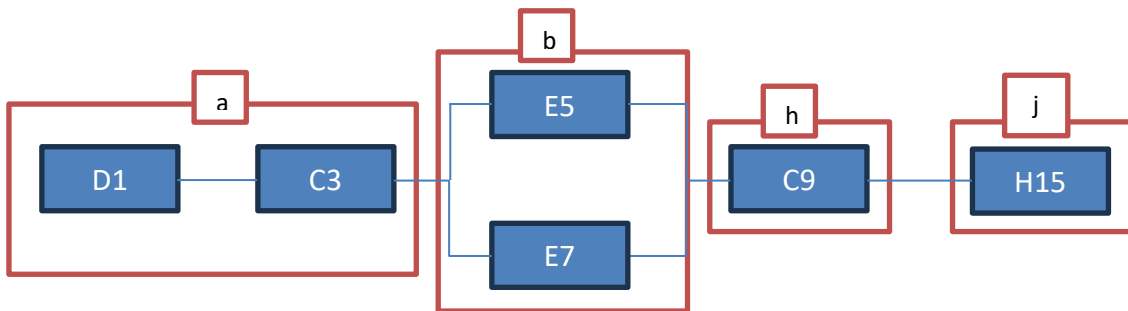
Para realizar la el análisis correspondiente, se ha utilizado el entorno de Jupyter Notebook y el lenguaje de programación Python. Como librerías se han utilizado *numpy*, *spicy.stats* y *matplotlib*. Se ha detallado la fiabilidad de cada componente así como de cada bloque y vía de propulsión. Para ello se ha generado una variable llamada tiempos que compone valores de 0 a 12 con incrementos de 0,01.

En la memoria se irán presentando primero las diferentes vías de propulsión con sus componentes y finalmente una comparativa de las tres vías de propulsión para dar solución al enunciado principal del ejercicio. Además también se ha añadido una combinación de la fiabilidad de los diferentes sistemas de propulsión trabajando de forma conjunta.

## MOTOR DIESEL 1

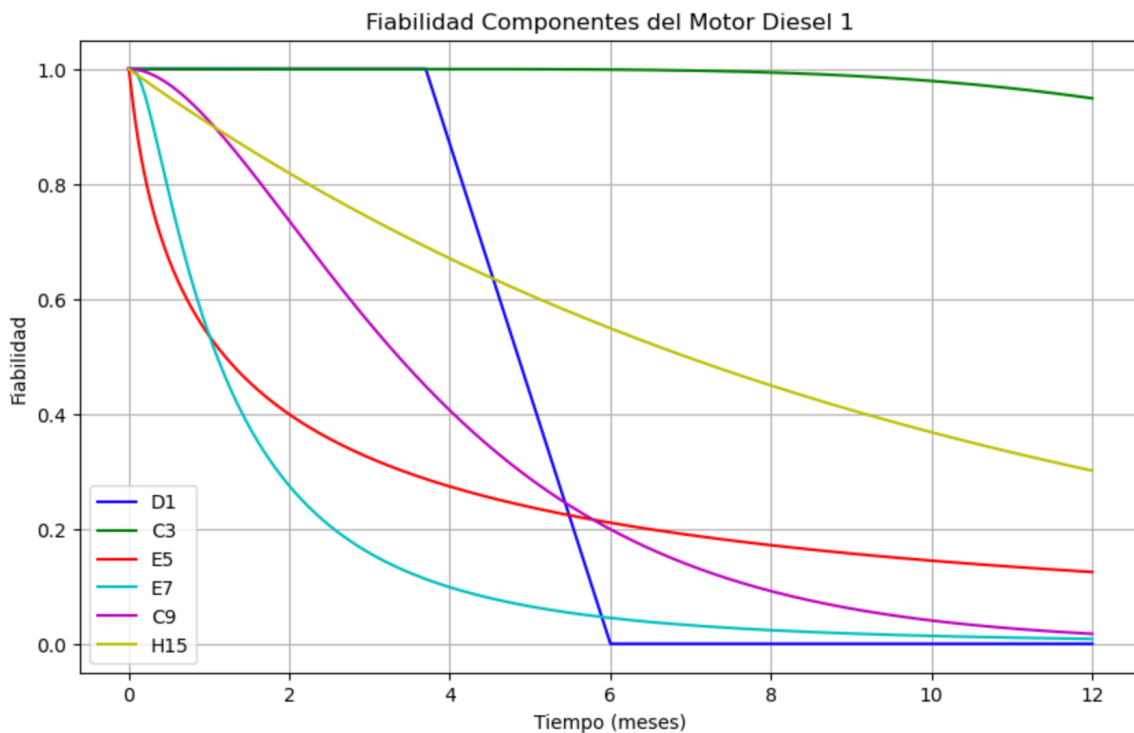
El primero de los circuitos propulsores del buque está conformado por cuatro bloques diferentes:

- **Bloque a:** compuesto por D1 y C3 en serie.
- **Bloque b:** compuesto por E5 y E7 en paralelo.
- **Bloque h:** compuesto por C9.
- **Bloque j:** compuesto por H15.



*Ilustración 2: Motor Diesel 1.  
Fuente: Elaboración propia.*

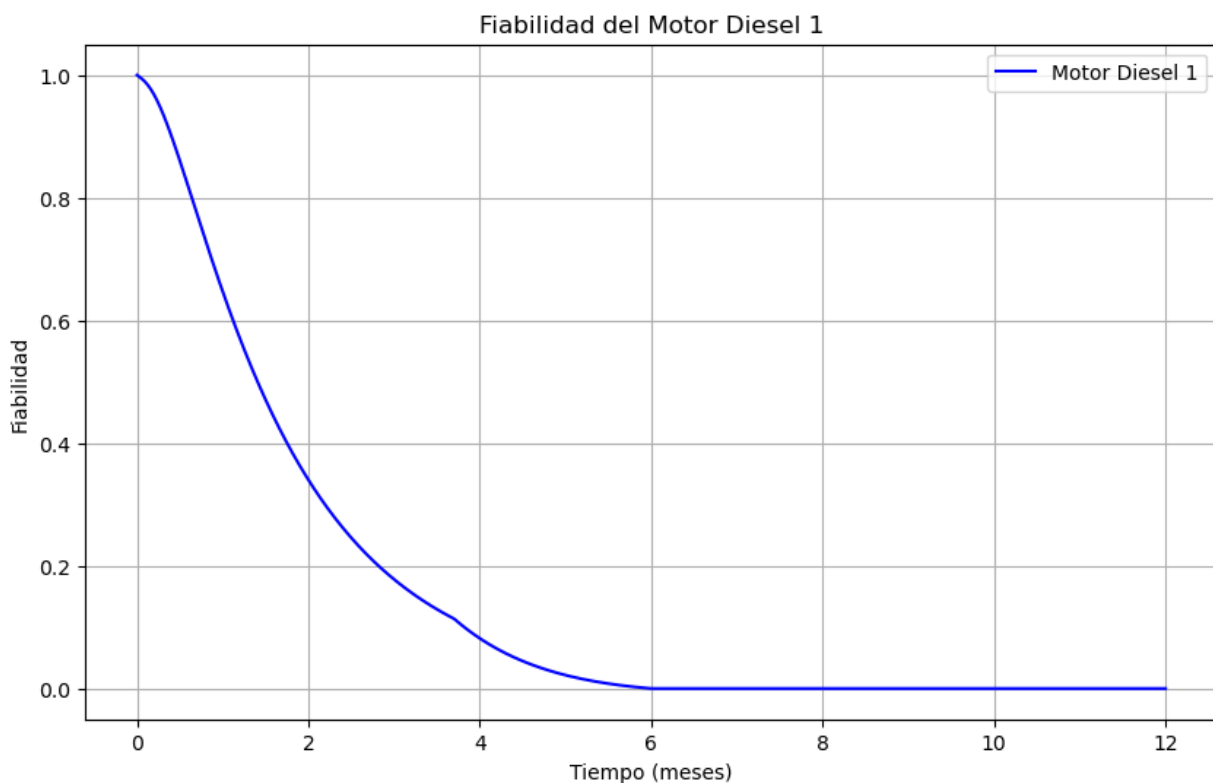
A partir de los datos que se nos han presentado a cerca de las probabilidades de fallo de cada componente, se ha calculado la fiabilidad de cada uno de los componentes de manera aislada, y se presentan en la gráfica a continuación.



*Gráfica 1: Fiabilidad de los Componentes del Motor Diesel 1.  
Fuente: Elaboración propia.*

Como bien podemos observar el componente más fiable de manera independiente es el componente C3 con diferencia, a partir de aquí, en un corto plazo de los primeros cuatro meses, el componente D1 presenta una buena fiabilidad aunque desciende en picado pasado este punto. Los cuatro componentes restantes van perdiendo fiabilidad desde el principio de manera considerable, exceptuando de H15 que se mantiene con valores de fiabilidad más altos de una manera más prolongada en el tiempo aunque pasados los seis meses empieza a entrar en valores por debajo del 50%.

Si juntamos todos los componentes uniendo los bloques obtenemos la fiabilidad del motor, donde como podemos observar en la *Gráfica 2*, el motor no presenta altos valores de fiabilidad más allá del primer mes, y acercándose al segundo mes los valores de fiabilidad ya están por debajo del 50%. Y en el mes número seis, ya vemos como el motor ha dejado de funcionar por completo si no se le realiza ningún tipo de reparación.

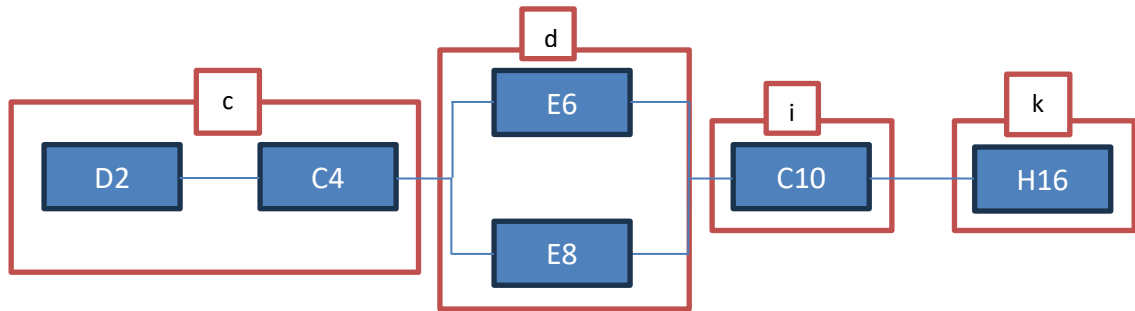


*Gráfica 2: Fiabilidad del Motor Diesel 1.  
Fuente: Elaboración propia.*

## **MOTOR DIESEL 2**

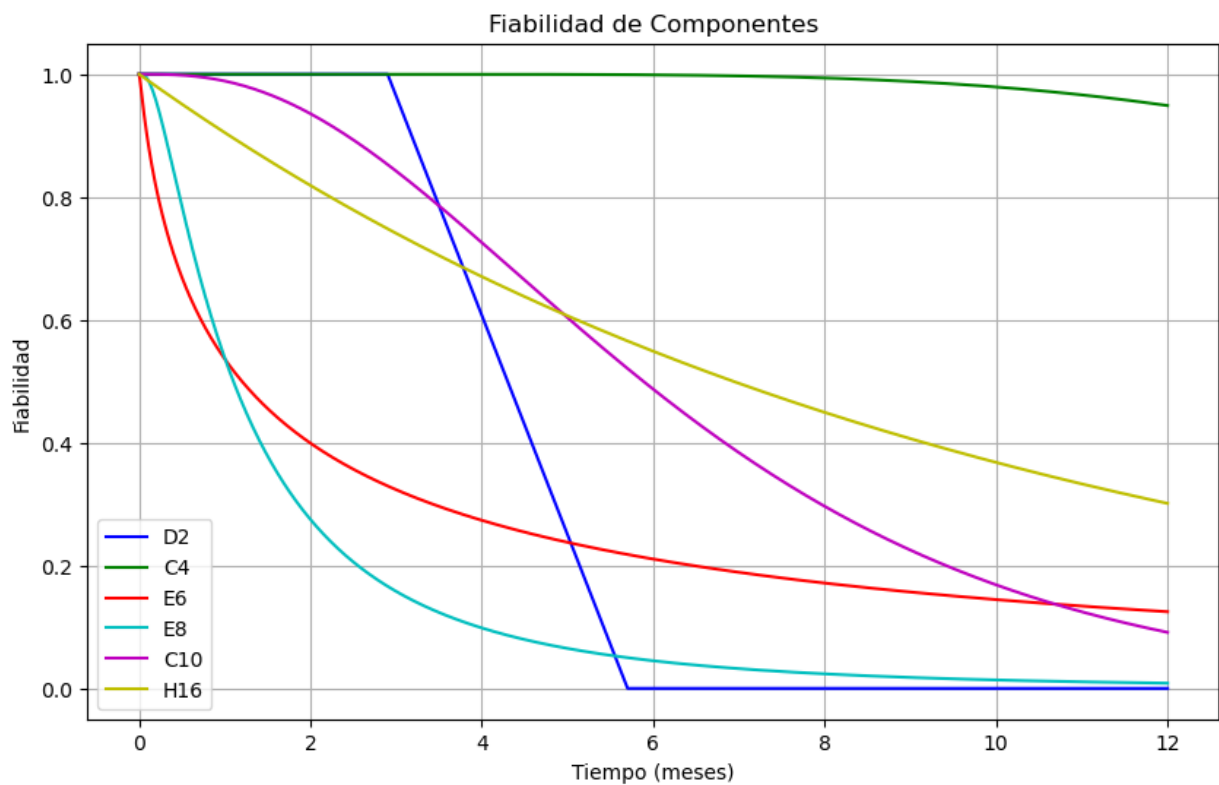
El segundo de los circuitos propulsores del buque está conformado por cuatro bloques diferentes:

- **Bloque c:** compuesto por D2 y C4 en serie.
- **Bloque d:** compuesto por E6 y E8 en paralelo.
- **Bloque i:** compuesto por C10.
- **Bloque k:** compuesto por H16.



*Ilustración 2: Motor Diesel 2.  
Fuente: Elaboración propia.*

A partir de los datos que se nos han presentado a cerca de las probabilidades de fallo de cada componente, se ha calculado la fiabilidad de cada uno de los componentes de manera aislada, y se presentan en la gráfica a continuación.

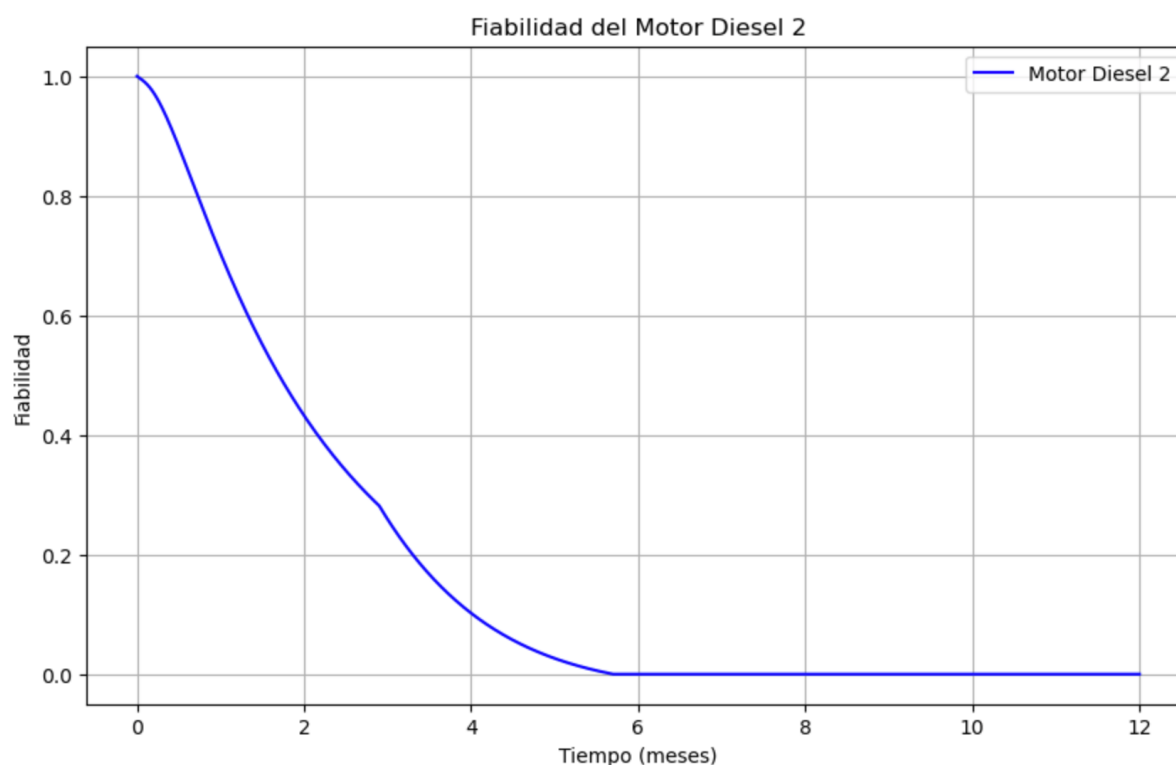


*Gráfica 3: Fiabilidad de los Componentes del Motor Diesel 2.  
Fuente: Elaboración propia.*

Como podemos observar, y siguiendo el mismo patrón que en el motor anterior, el

componente más fiable del circuito es el C4, seguido de él, a partir del tercer mes observamos como D2 empieza a perder fiabilidad de manera considerable hasta llegar a mínimos antes de los seis meses. Los cuatro componentes restantes, dos de ellos (C10 y H16) se mantienen con una fiabilidad por encima del 50% acercándonos a los primeros seis meses, mientras que los otros dos caen de manera rápida en los primeros dos meses.

Si juntamos todos los componentes uniendo los bloques obtenemos la fiabilidad del motor, donde como podemos observar en la *Gráfica 4*, y, igual que el motor anterior no presenta altos valores de fiabilidad más allá del primer mes, y acercándose al segundo mes los valores de fiabilidad ya están por debajo del 50%. Y antes del mes número seis, ya vemos como el motor ha dejado de funcionar por completo si no se le realiza ningún tipo de reparación.



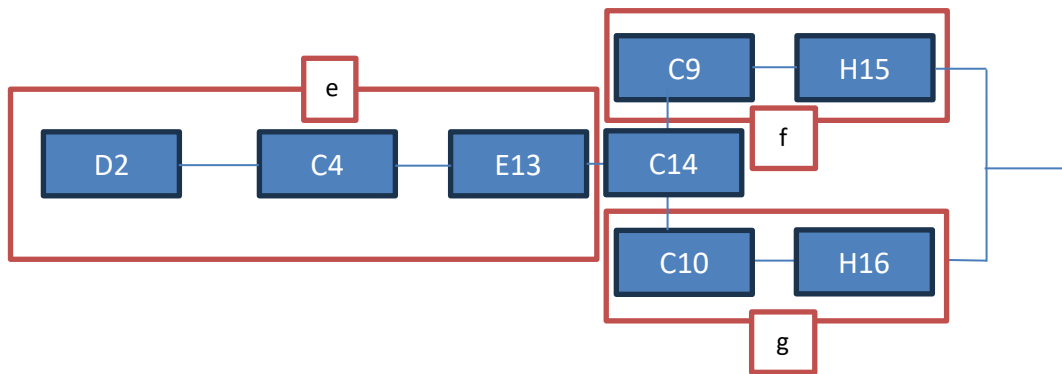
*Gráfica 4: Fiabilidad del Motor Diesel 2.  
Fuente: Elaboración propia.*

## **TURBINA**

El último de los circuitos propulsores del buque está conformado por tres bloques diferentes, con la característica de que “f” y “g” se encuentran en paralelo, y como peculiaridad hay un componente que queda fuera de los bloques que es C14:

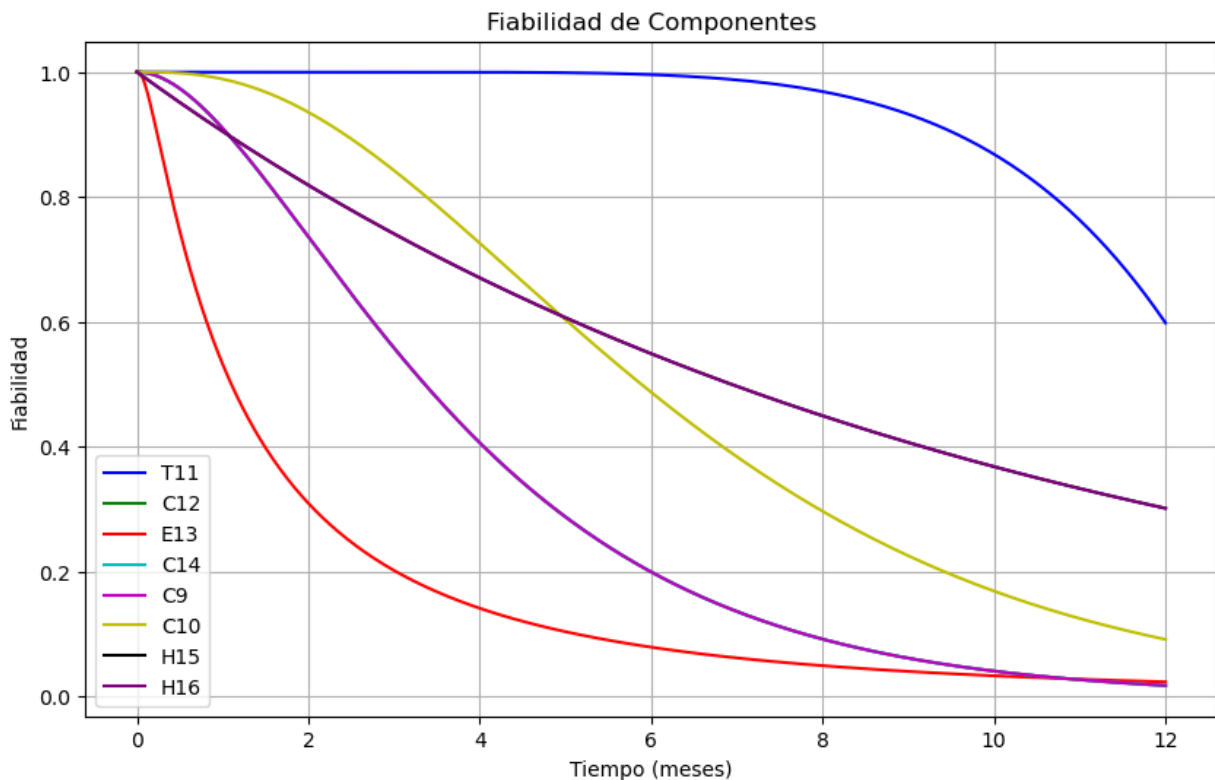
- **Bloque e:** compuesto por T11, C12 y E13 en serie.

- **Bloque f:** compuesto por C9 y H15 en serie.
- **Bloque g:** compuesto por C10 y H16 en serie.



*Ilustración 3: Turbina.  
Fuente: Elaboración propia.*

A partir de los datos que se nos han presentado a cerca de las probabilidades de fallo de cada componente, se ha calculado la fiabilidad de cada uno de los componentes de manera aislada, y se presentan en la gráfica a continuación.



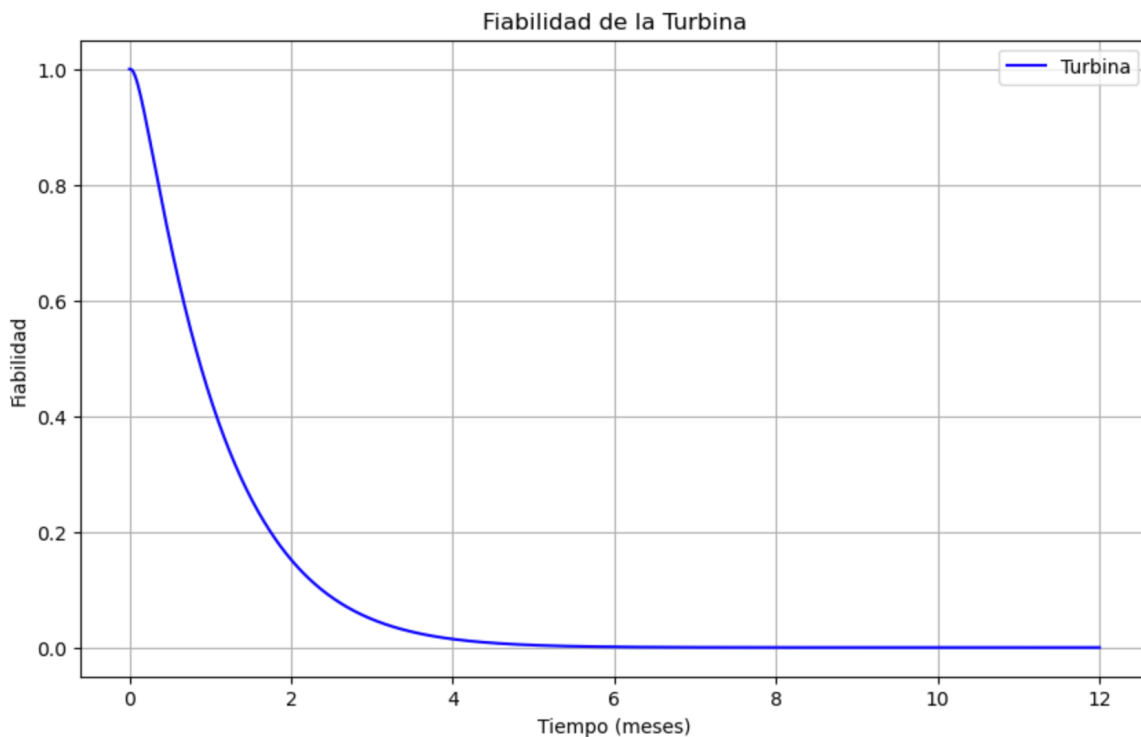
*Gráfica 5: Fiabilidad de los Componentes de la Turbina.  
Fuente: Elaboración propia.*

En este caso, observamos varios componentes superpuestos ya que siguen una misma distribución (C9 y C12, H15 y H16). A partir de aquí, el componente que presenta una mayor fiabilidad en todo momento es T11. Y de forma general todos los componentes presentan una



mayor fiabilidad que en ambos motores diesel, con varios componentes con una fiabilidad mayor al 50% en los primeros seis meses.

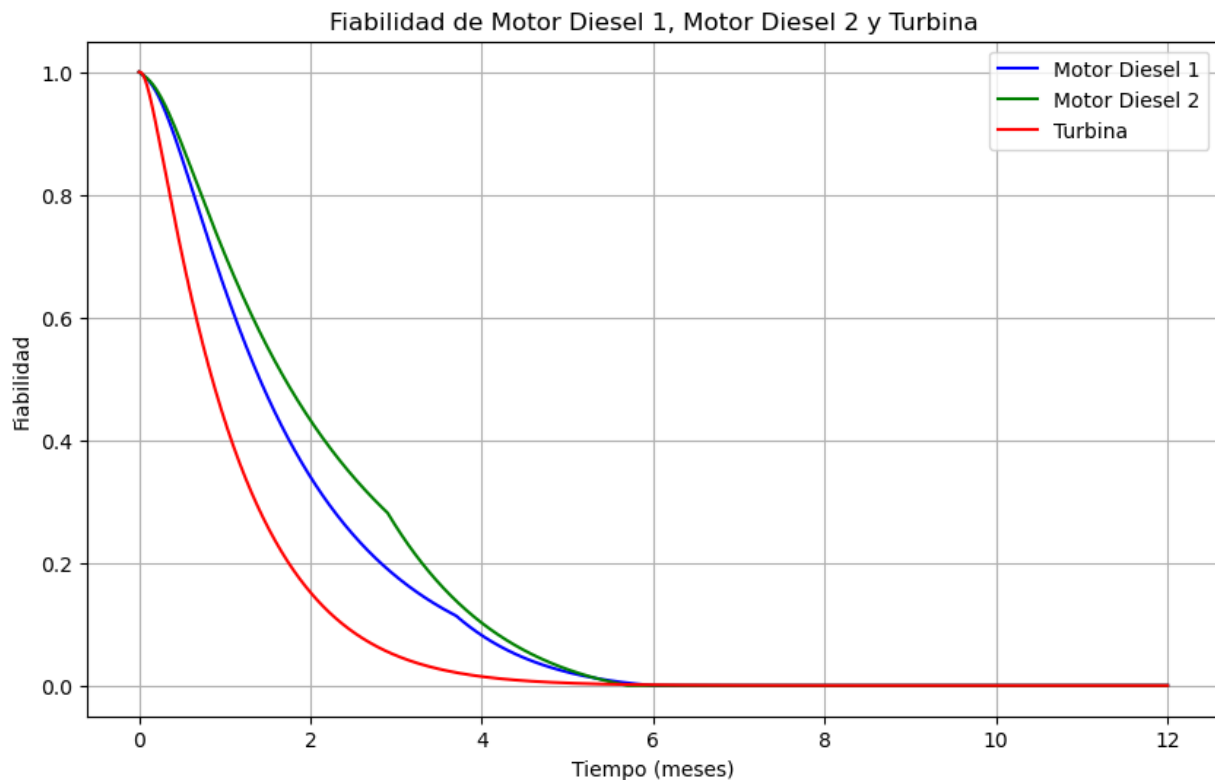
Si juntamos todos los componentes uniendo los bloques obtenemos la fiabilidad de la, donde como podemos observar en la *Gráfica 6*, y, igual que en los motores anteriores no presenta altos valores de fiabilidad más allá del primer mes donde ya se llega a valores del 50%, y por debajo a partir del mismo. Y rondando el cuarto mes, ya vemos como la turbina dejará de funcionar por completo si no se le realiza ningún tipo de reparación.



*Gráfica 6: Fiabilidad de la Turbina.  
Fuente: Elaboración propia.*

### COMPARATIVA DE VÍAS DE PROPULSIÓN

Una vez expuestos los tres sistemas de propulsión, en el *Gráfico 7* se muestra una comparativa de la fiabilidad de todos ellos. Y como bien observamos la vía de propulsión más fiable si las comparamos de manera independiente es el Motor Diesel 2, seguido del Motor Diesel 1 y por último la turbina. Los dos motores presentan valores de fiabilidad bastante parejos entre sí comparado a los valores que nos da la turbina. Así que si tuviésemos que predecir que sistema va a ser el último en fallar, según la estadística diremos que es el Motor Diesel 2.



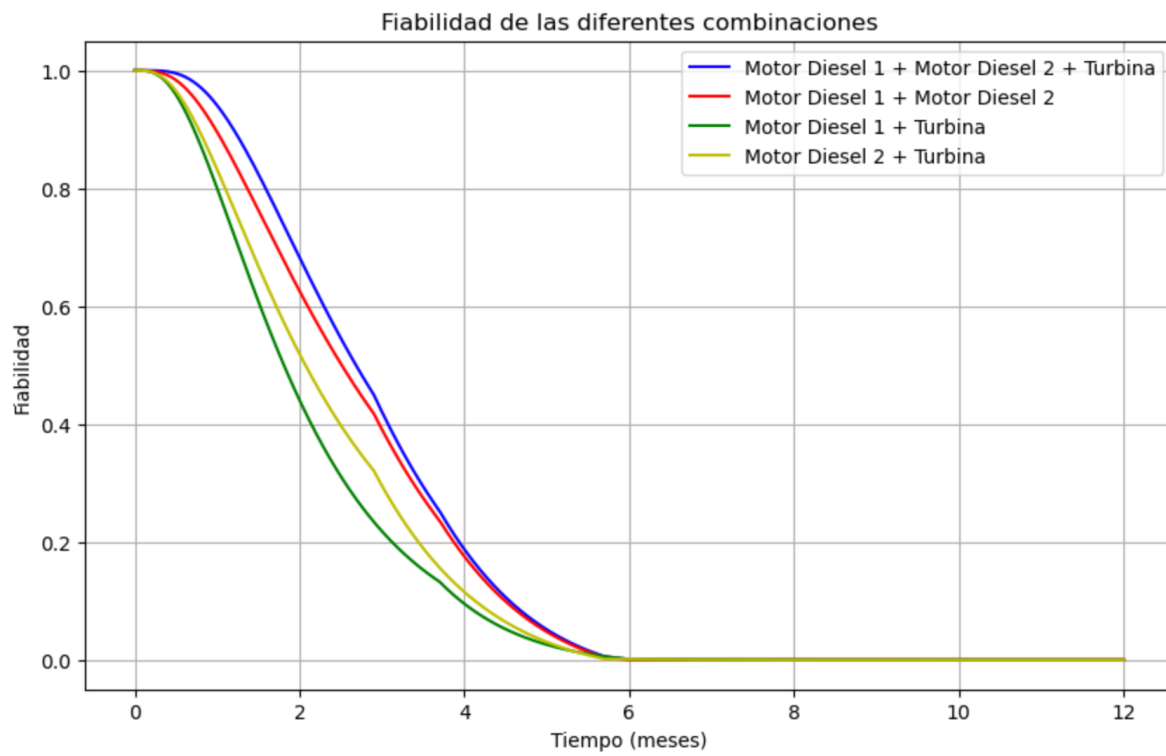
*Gráfica 7: Comparativa de los sistemas de propulsión.  
Fuente: Elaboración propia.*

## COMBINACIÓN DE SISTEMAS DE PROPULSIÓN

Ahora bien, hasta ahora hemos tratado cada sistema de propulsión como un circuito independiente y posteriormente los hemos comparado de ese modo. Pero la realidad es que los sistemas están integrados dentro de un sistema de propulsión conjunto e interactúan para el correcto funcionamiento del buque. A partir de aquí, vamos a presentar las combinaciones posibles que tiene el buque para propulsarse y los bloques que lo conforman:

- **Motor Diesel 1 + Motor Diesel 2 + Turbina**
- **Motor Diesel 1 + Motor Diesel 2**
- **Motor Diesel 1 + Turbina**
- **Motor Diesel 2 + Turbina**

Las siguientes combinaciones se presentan en el *Gráfico 8* y como podemos observar y, por lógica, la combinación más fiable es la de los tres sistemas trabajando de manera conjunta. Seguidamente de aquellos que involucran al Motor Diesel 2 y por último los formados por el Motor Diesel 1 y la Turbina.



*Gráfica 8: Comparativa de las combinaciones de los sistemas de propulsión.*

*Fuente: Elaboración propia.*