

Mantenimiento preventivo en un sistema de fiabilidad con pérdida de unidades

Juan Eloy Ruiz Castro

Dpto. Estadística e I.O., Facultad de Ciencias. Campus Fuentenueva, s/n. Universidad de Granada, 18071, Granada (Spain)

RESUMEN

En este trabajo se estudia el comportamiento de un sistema de fiabilidad en tiempo discreto con mantenimiento preventivo. El sistema está compuesto por una unidad principal y un número indeterminado finito de unidades en redundancia pasiva. La unidad principal está expuesta a fallos no reparables. Cuando un fallo no reparable ocurre, entonces la unidad es eliminada, ocupando otra el lugar principal del sistema. Con el fin de aumentar la fiabilidad, se realizan inspecciones sobre la unidad principal, las cuales pueden dar lugar a reparaciones preventivas. Cuando una inspección tiene lugar, se pueden observar un número general de niveles de degradación considerándose distintos tipos de reparaciones preventivas para cada uno de ellos. Cuando sólo hay una unidad operativa, entonces se adopta una política de reparación minimal para optimizar el comportamiento del sistema. El sistema funciona hasta que no hay unidades. Se obtienen distintas medidas de forma matricial algorítmica bien estructurada.

Palabras clave. Mantenimiento Preventivo; Distribuciones tipo-fase discretas; sistemas markovianos

1. Introducción

En muchas situaciones, el fallo de un sistema de fiabilidad ocasiona serios daños y considerables pérdidas económicas. Distintas metodologías se utilizan para mejorar las medidas de fiabilidad de un sistema, como es la redundancia y las políticas de mantenimiento. Estas últimas son necesarias también para prevenir fallos del sistema y reducir costos, especialmente en presencia de degradación y fallos no reparables. Recientemente han sido muchas las publicaciones realizadas sobre políticas de mantenimiento en el área de teoría de la fiabilidad. En Nakagawa (2005) se estudian políticas de mantenimiento en problemas estándar y complejos, analizando tópicos como reparación, envejecimiento y reemplazamientos periódicos. Castro (2009) considera un sistema sujeto a dos tipos de fallo. En este trabajo se estudia el minimizar el número de reparaciones, determinando el número óptimo de operaciones de mantenimiento preventivo y el periodo entre cada operación antes de llevar a cabo el reemplazamiento, con el fin de minimizar la tasa de costo esperada.

En el análisis de fiabilidad se estudian habitualmente sistemas que evolucionan en el tiempo de forma continua, sin embargo, por muchos motivos (inspecciones, funcionamiento interno, etc), no todos los sistemas pueden ser observados de esta forma haciéndolo en momentos discretos de tiempo. Sistemas discretos de fiabilidad se han

considerado para analizar el comportamiento de sistemas en campos como ingeniería aeronáutica y electrónica, entre otros.

La estructura markoviana junto a las distribuciones tipo fase permiten la modelización de sistemas de forma algorítmica, obteniendo resultados en forma algebraica-matricial por bloques estructurados. Ruiz-Castro y Quan-Lin (2011) estudiaron un sistema k -out-of- n : G con múltiples componentes a través de una estructura markoviana estructurada por bloques matriciales. Recientemente, Ruiz-Castro and Fernández-Villodre (2012) describen el comportamiento de un sistema en redundancia activa.

En este trabajo se modeliza un sistema complejo en redundancia pasiva con pérdida de unidades y reparación preventiva.

2. El sistema

Se considera un sistema compuesto por K unidades, una la unidad principal y el resto dispuestas en redundancia pasiva. La unidad principal atraviesa distintas etapas de degradación y a su vez está sujeta a fallos de desgaste no reparables, desechándose la unidad cuando el fallo ocurre. El número de etapas de degradación es general, así como el número de fases operativas en cada una de ellas.

Dado que se desea obtener el máximo tiempo de operatividad del sistema, cuando sólo una unidad está operativa, se actúa como sigue:

- Si la unidad principal sufre un fallo no-reparable, entonces la unidad que está siendo reparada ocupa de forma inmediata su lugar comenzando a funcionar en la misma etapa en la que pasó a reparación preventiva tras inspección.
- Si la unidad principal sufre una inspección, entonces pasa a reparación sólo si la fase de la etapa de degradación observada es superior a la de la que está siendo reparada preventivamente. En este caso la unidad en reparación entra a funcionar en la misma etapa desde la que fue transferida a reparación preventiva.

Las figuras 1 y 2 muestran el funcionamiento del sistema. Todos los tiempos de operatividad, reparación preventiva y de inspección se consideran distribuidos tipo fase, obteniendo los resultados en forma algorítmica mediante estructura matricial por bloques.

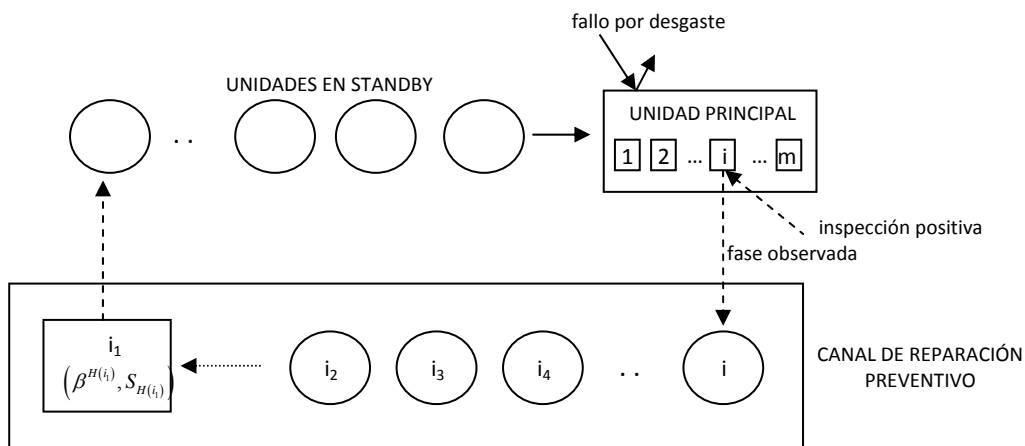


Figura 1. Diagrama del sistema

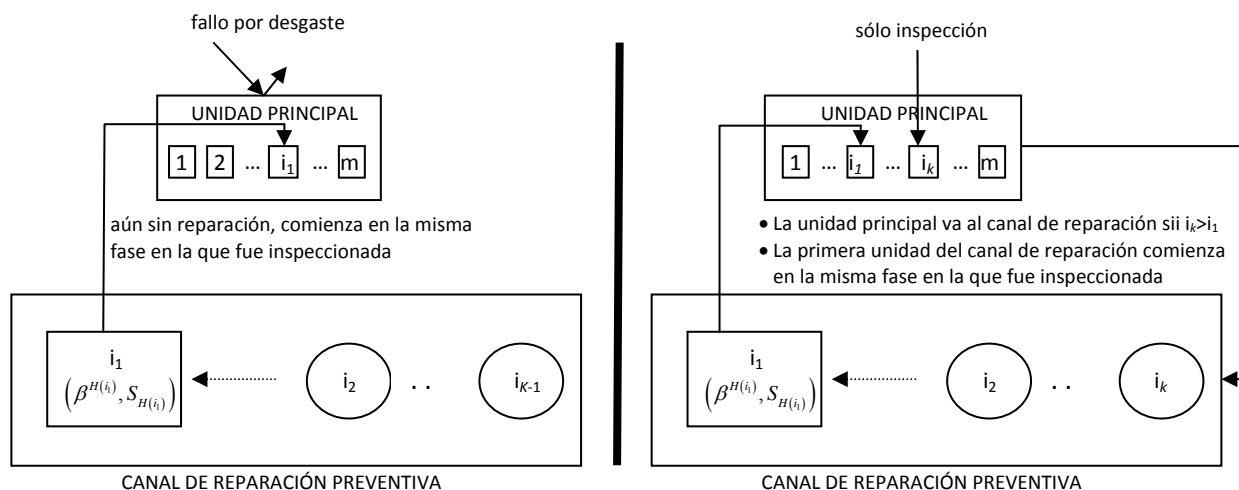


Figura 2. Diagrama del sistema cuando sólo hay una unidad operativa

3. Medidas de funcionamiento

El sistema descrito ha sido modelizado y se han obtenido distintas medidas de interés asociadas al mismo como la probabilidad condicionada de fallo no reparable y la probabilidad condicionada de reparación preventiva.

Para optimizar el tiempo de funcionamiento del sistema, se consideran inspecciones preventivas que ocurren de forma aleatoria a lo largo del tiempo discreto.

4. Aplicación numérica

El modelo, así como todos los resultados obtenidos de forma algorítmica, han sido implementados computacionalmente con *Matlab*. Se ha realizado una aplicación a un sistema simulado interpretando los resultados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Andalucía, España, bajo el grupo de investigación FQM-307 y por el Ministerio de Ciencia e Innovación, España, bajo el proyecto MTM2010-20502.

Referencias

- Castro, I. T. (2009) A model of imperfect preventive maintenance with dependent failure modes. *European Journal of Operational Research*, **196**, 217–224.
- Nakagawa (2005) *Maintenance Theory on Reliability*. Springer Series in Reliability Engineering series. Springer-Verlag London Limited.
- Ruiz-Castro, Juan Eloy and Fernández-Villodre, Gemma (2012) A complex discrete warm standby system with loss of units. *European Journal of Operational Research*, **218**, 2, 456-469.
- Ruiz-Castro, Juan Eloy and Quan-Lin, Li (2011) Algorithm for a general discrete k -out-of- n : G system subject to several types of failure with an indefinite number of repairpersons. *European Journal of Operational Research*, **211**, 1, 97-111.