

## Una mirada a la confiabilidad de los sistemas tecnológicos

### Introducción

En la vida moderna existen muchas cosas útiles, como computadoras, automóviles, aviones, naves espaciales, centrales nucleares, etc., que deben ser eficientes y seguras para las personas y el ambiente; es decir, deben ser muy confiables. La confiabilidad de estos objetos - llamados Sistemas Tecnológicos - se logró investigando sus posibles fallas, originándose así la denominada Teoría de la Confiabilidad, que “estudia las leyes que gobiernan la ocurrencia de las fallas en los sistemas tecnológicos”.

### Sistemas Tecnológicos

Un sistema tecnológico es un conjunto de elementos físicos que desempeña una función (o varias) de interés. El sistema debe estar identificado claramente, determinando su extensión, conociendo sus subsistemas y componentes (partes que lo forman), cuándo se encuentra en condiciones normales,



Fig. 1: Acoplamiento de naves espaciales Apollo – Soyuz. Imagen obtenida en el Instituto Smithsonian (Washington DC – EE.UU.) 2007 - Fuente: El autor.

cuáles son sus posibles fallas, y cómo están relacionados el sistema, los subsistemas y los componentes. Para simplificar, se llama “dispositivo” a un sistema, subsistema o componente.

Ejemplos de sistemas de alta confiabilidad son las modernas y complejas montañas rusas, que controlan por computadoras la velocidad, la distancia entre trenes, los frenos y eventuales fallas; el acoplamiento en



Autor:  
**Carlos E. Chiossi**

Ingeniero Electromecánico -  
 Orientación Electrónica (UBA)

Agente de CNEA y ARN  
 (entre 1969 y 2008)

Experto en Seguridad Nuclear  
 de Reactores Nucleares

Asesor Científico (CNEA y ARN)

Docente en Seguridad Nuclear  
 (IB/CNEA/ARN)

el espacio entre la nave americana Apollo y la rusa Soyuz, que permitió importantes avances técnicos, como el diseño del acoplamiento común (Fig. 1) y el transbordador espacial Enterprise, usado para pruebas de la NASA (Fig. 2).

### Falla de un Dispositivo y su Clasificación

Un dispositivo falla cuando no cumple su función, durante un dado período de tiempo y bajo determinadas condiciones (temperatura, presión, vibración, etc.). Por ejemplo, un relé<sup>1</sup> de un circuito eléctrico puede no

cerrarse o puede cerrarse a des-tiempo, aunque sea manejado correctamente; también puede no cerrarse por ser manejado inadecuadamente. Entonces, la falla de un dispositivo depende del dispositivo en sí mismo o de otras causas ajenas a éste.

La falla de un dispositivo siempre aparece sorpresivamente, por lo que es necesario tener idea de la posibilidad de su aparición. Para esto, la Teoría de la Confiabilidad utiliza Probabilidades y Estadísticas.

Las fallas de un dispositivo pueden clasificarse de diversas maneras. Existen fallas que afectan al dispositivo cuando está funcionando normalmente, y

otras que ocurren cuando está funcionando anormalmente. También existen dispositivos que son manejados por otros dispositivos; en este caso puede ocurrir que un dispositivo manejado falle porque falló el que lo maneja-

ba. Por lo tanto, una falla puede depender o no de otro dispositivo. Finalmente, puede ocurrir que una falla sea intermitente si aparece durante tiempos cortos, o permanente si dura mucho tiempo.

**Hipótesis de Confiabilidad**

El análisis de confiabilidad de los sistemas tecnológicos requiere de hipótesis que simplifiquen el análisis, siempre que ellas puedan ser aplicables al sistema de interés. Una hipótesis muy usada es que un dispositivo puede funcionar correctamente o puede fallar. También existen sistemas en los que puede aceptarse que en funcionamiento normal, la falla de uno o más dispositivos no afectan al sistema. Existen dispositivos llamados activos - que transforman un medio físico que entra al dispositivo en otro que sale del mismo (es el caso de un parlante de una radio, en el que entra una señal eléctrica y sale una señal acústica). Otros dispositivos - llamados pasivos - transfieren un medio físico desde su entrada hasta su salida, sin modificaciones (un conductor eléctrico transfiere una corriente desde un punto a otro de un circuito).

**Criterios de Confiabilidad**

Los criterios de confiabilidad son principios de diseño empleados en el proyecto de sistemas tecnológicos para mejorar su confiabilidad. Estos criterios pueden verse tanto en sistemas complejos, como en muy simples, de los cuales se darán ejemplos. En ciertas casas existe un sistema de alarma compuesto por dos subsistemas idénticos e independientes entre sí, de manera que si uno falla, el otro funciona independientemente del primero (criterio de Redundancia). Hay casas que para cerrar la puerta de calle, tienen la cerradura común y un cerrojo pasador; aquí el sistema de cierre de la puerta está formado por dos subsistemas diferentes e independientes entre sí, y cada uno efectúa la función requerida (criterio de Diversidad). Sea una casa con dos habitaciones contiguas; en una hay una máquina ruidosa y en la otra hay un piano para tocar; colocando en la pared separadora paneles acústicos, se logra una barrera para los subsistemas del sistema máquina – piano (criterio de Segregación). Considérese un paso a nivel ferroviario, con barreras automáticas

cerradas; si cuando pasó el tren las barreras no vuelven a subir, esta falla mantiene la detención segura de los vehículos (criterio de Falla a favor de la seguridad). Finalmente, todo sistema debe diseñarse lo más simple posible, pero conservando la función deseada (criterio de Simplicidad).



Figura 2: Enterprise. Imagen obtenida en el Instituto Smithsonian (Washington DC – EE.UU.) 2007. Fuente: El autor.

**Mantenimiento y Reparación de Dispositivos**

Para conservar la confiabilidad de dispositivos, estos deben mantenerse o repararse adecuadamente. La lubricación de piezas móviles, la limpieza de contactos eléctricos, etc., son ejemplos de mantenimiento. El cambio de un tomacorriente o la soldadura de una pieza metálica fracturada, son ejemplos de reparación.

**Conclusión**

La Teoría de la Confiabilidad brinda tranquilidad a los usuarios y a la población en general que usa los sistemas tecnológicos, ya que aumenta la seguridad y la calidad de la vida moderna al reducir las posibilidades de accidentes o falsas indicaciones. Las centrales nucleares constituyen un ejemplo de sistemas tecnológicos en los cuales se emplea la Teoría de la Confiabilidad.

**ABREVIATURAS**

- ARN: Autoridad Regulatoria Nuclear.
- CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica.
- IB: Instituto Balseiro – Centro Atómico Bariloche.
- UBA: Universidad Nacional de Buenos Aires.

**REFERENCIA**

- 1- Se denomina relé a un interruptor electromagnético que abre o cierra un circuito eléctrico por acción de una corriente eléctrica débil.



**Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable  
Comisión Nacional de Energía Atómica**

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/ieds  
Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina  
Año de edición: 2018 ISBN: 978-987-1323-12-8

Publicación a cargo del Dr. Daniel Pasquevich y la Lic. Stella Maris Spurio.  
Comité Asesor: Ing. Hugo Luis Corso - Ing. José Luis Aprea.  
Responsable Científico: Dr. Gustavo Durfo.  
Versión digital en www.cab.cnea.gov.ar/ieds  
Los contenidos de este fascículo son de responsabilidad exclusiva del autor.