

# Reducción de costos de garantía: caso de estudio en bombillas automotrices

Miguel Ángel Urbano<sup>1</sup>, Alberto Cavazos<sup>2</sup>, Ángela Anaya<sup>3</sup>, Jesús Mireles<sup>4</sup>, Mauricio Cabrera<sup>5\*</sup>

<sup>1,2</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México,

<sup>1</sup>murbano@scan.com.mx, <sup>2</sup>acavazos@fime.uanl.mx

<sup>3</sup>Universidad San Buenaventura-Cali, Cali, Colombia, apanaya@usbcali.edu.co

<sup>4</sup>Visteon Carplastic S.A. de CV, Apodaca, México, jmireles@visteon.com

<sup>5</sup>Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez, Mayagüez, Puerto Rico, applied.optimization@gmail.com

\* Corresponding Author

*In this work, a case study on the estimation of automotive bulbs' lives is presented. Failures at an early life stage of these components i.e. infant mortality were the main motivation for the study. Measurements taken with current decay equipment, originally designed as a pass-fail tester, were used to provide estimates for the bulbs' life when used in combination with a series of SAE tests. As a result of the method proposed in this study, the company was able to deal with guarantee costs more effectively, estimating annual savings of approximately 25,000 dollars.*

## INTRODUCCIÓN

Las devoluciones de producto debido a fallos inesperados generan costos para las compañías. Más aun, si el productor ofrece un periodo de garantía y la tasa de devoluciones es alta durante este periodo, estos costos se incrementan de manera considerable. Las garantías son consideradas como seguros para los clientes con la finalidad de cubrir fallos inesperados; de igual manera, las compañías ofrecen las garantías como una herramienta para incrementar la competitividad, especialmente para aquellas dedicadas a la producción de bienes duraderos como los automóviles (DeCroix, 1999). Desde la percepción del comprador, los productos que ofrecen periodos de garantía extensos son más confiables que aquellos con periodos cortos (Murthy & Djamaludin, 2002); esto hace que las garantías se conviertan en un aspecto importante para las compañías. Con el fin de reducir o eliminar el costo de una devolución durante el periodo de garantía del producto, es importante que el producto tenga la menor probabilidad de fallo durante la etapa temprana de su ciclo de vida, esto es, que experimente una tasa baja de mortalidad infantil. Este estudio fue motivado por el problema de mortalidad infantil que debía afrontar una compañía en Monterrey, México en su línea de ensamble de lámparas para automóviles. En cada caso de mortalidad infantil en las bombillas de estas lámparas, la compañía debía reemplazar cada bombilla defectuosa debido a la garantía bajo operación, lo que generaba costos de varios miles de dólares anuales para la misma.

## TRASFONDO

Se reconocen dos tipos de sistemas en teoría de confiabilidad: sistemas reparables y sistemas no reparables. Los sistemas reparables pueden restaurarse para continuar operando después del fallo, mientras que los sistemas no reparables deben ser reemplazados después del fallo (Forrest & Breyfogle, 2003). Las bombillas eléctricas de automóviles entran en el segundo tipo. La tasa de fallos para los sistemas no reparables generalmente se distribuye de acuerdo a la distribución “bathtub” o curva de la bañera mostrada en la Figura 1. A la izquierda de la Figura 1 se observa el fenómeno de mortalidad infantil, seguido por fallos al azar de acuerdo a la vida útil del producto y finalmente un periodo de desgaste por el tiempo de uso. La distribución “bathtub” se puede construir a partir de la combinación de dos distribuciones weibull o lognormal (NIST/SEMATECH, 2006).

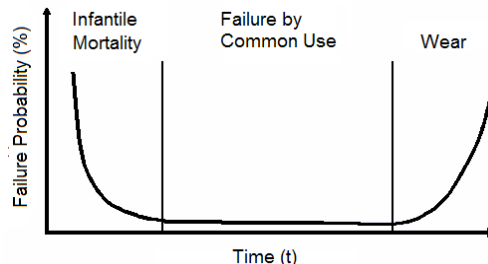


Figura 1: Distribución “Bathtub”

El montaje bajo análisis consistió de cinco luces de frenado instaladas junto a la ventana trasera de un vehículo. Las bombillas se instalan dentro de una cubierta plástica (portabombillos) sobre dos líneas de cobre conformando un circuito paralelo. Cada bombillo está diseñado para trabajar a 12 voltios y 0.36 miliamperios.

### DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA

La compañía no poseía una máquina de quemado o “burn in” usada comúnmente para detectar la mortalidad infantil (Kyungmee & Way, 2009; Vassighi *et. al.*, 2008). La máquina potencialmente útil que poseía la empresa era un medidor de caída de corriente (current decay) usado para detectar la presencia de aire al interior de la bombilla (Lynn, 1999), lo cual ocurre cuando existe una grieta. Esta grieta permite el flujo de oxígeno dentro de la bombilla generando una quema rápida del filamento hasta su ruptura. La finalidad del trabajo fue comprobar que el medidor de caída de corriente podía ayudar a detectar el potencial de mortalidad infantil de las bombillas, de manera que la compañía no tuviera que invertir en un equipo de quemado. La estrategia utilizada para abordar el problema fue tratar de correlacionar estadísticamente la medida arrojada por el medidor a la vida esperada de las bombillas. Para esto se realizaron pruebas aceleradas y de laboratorio (SAE/USCAR-3, 2002).

### METODOLOGÍA

Inicialmente se diseñaron y ejecutaron experimentos que permitieron tener datos sobre la vida útil de las bombillas. Estos datos fueron comparados con aquellos arrojados por el medidor de caída de corriente para analizar si existía correlación entre ambos. Con el fin de determinar la vida útil de las bombillas fue necesario realizar dos pruebas: una prueba acelerada y una prueba de laboratorio. Para la prueba de laboratorio se utilizaron 10 bombillos, los cuales se encendieron por 23 horas y media y se apagaron por media hora diaria. Estos fueron monitoreados para registrar el tiempo de fallo de acuerdo al último momento en que se vieron encendidos. Para la prueba acelerada se utilizaron 20 bombillas bajo el mismo montaje de la prueba anterior pero con un 150% más de voltaje. Esta prueba nunca duro más de 6 horas. Con los datos obtenidos de los estudios se realizó un análisis de varianza y una regresión lineal para cada prueba. Enseguida se ajustó una función de densidad de probabilidad y, con ella, la función acumulada de densidad para ambos conjuntos de datos. La distribución lognormal fue elegida como la más adecuada para representar los datos resultantes. Finalmente se probó que existía correlación entre los valores de la prueba de laboratorio y la prueba acelerada, la ecuación resultante del ajuste de los datos arrojó un coeficiente de determinación del 96%.

### RESULTADOS

Los resultados de este trabajo muestran que existe una correlación entre las pruebas estándar de SAE y las medidas de caída de corriente. Ésto permitió que el inspector pudiera predecir la vida útil de la bombilla a partir de las mediciones del medidor de caída de corriente por medio de los modelos de correlación provistos. Con esta información, se habilitó la posibilidad de decidir parar la línea de ensamblaje al detectar una predicción de vida menor al tiempo de garantía de 3 meses. A su vez, esa decisión permite analizar el lote de bombillas para detectar las causas del problema. El método redujo la probabilidad de mortalidad infantil y, por tanto, el costo asociado con este fenómeno. Los ahorros anuales fueron estimados por la compañía en aproximadamente 25,000 dólares.

### REFERENCIAS

- DeCroix, G. (1999). “Optimal warranties, reliabilities and prices for durable goods in an oligopoly”. *European Journal of Operational Research*, Vol. 112, No. 3, pp 554-569
- Forrest, W., Breyfogle, III. (2003). *Implementing six sigma, smarter solutions using statistical methods*, 2 edición, John Wiley & Sons, USA.
- Kyungmee, K., Way, K. (2009). “Optimal burn-in for maximizing reliability of repairable non-series system”. *European Journal of Operational Research*, Vol. 193, No. 1, pp 140-151
- Lynn, C. S., Osram Sylvania Inc. (1999). “A new Light source test Concept: current decay”. *Proceedings of the International Congress and Exposition*, SAE international, Detroit, USA.
- Murthy, D., Djameludin, I. (2002). “New product warranty: A literature review”. *International Journal of Production Economics*, Vol. 79, No. 3, pp 231-260.
- NIST/SEMATECH, (2006). *E-Handbook of Statistical Methods*. Retrieved from <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/> (2007)
- SAE/USCAR-3, (2002). *Standard for testing automotive miniature bulbs*, Revision 2. Sae International