

Análisis de estrategias de producción y reemplazo de sistemas productivos bajo un proceso de deterioro

Analysis of production strategies and replacement of production systems under a process of deterioration

Heber Hernández-López, Héctor Rivera-Gómez, Eva-Selene Hernández-Gress, Irving Barragán-Vite
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (México)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8618>

La mayoría de los estudios en el área de los sistemas de manufactura consideran principalmente la relación entre las estrategias de producción-mantenimiento o producción-calidad, optimizando solo una parte del sistema, lo cual no necesariamente conlleva a una situación óptima. Además, en la práctica, el deterioro es un fenómeno común en las plantas de semiconductores, la industria automotriz, aeronáutica, etc., y generalmente reduce la eficiencia del sistema resultando en un incremento en los costos operativos, (Oosteron et al. [1]). El sistema bajo estudio experimenta un proceso de deterioro el que incrementa la tasa de fallas y la tasa de defectos como se define en Rivera-

Gómez et al [2]. El objetivo del modelo es determinar el plan óptimo de producción y mantenimiento que minimiza el costo total.

PROPUESTA

Se desarrollaron modelos de simulación a través del *software ARENA* para comparar las siguientes tres políticas de control:

Política CPR1: La estrategia de producción está definida por la política de punto de cobertura, (Akella y Kumar [3]):

$$u(1, x, a) = \begin{cases} u_{\max} & \text{si } x(t) < Z_p^* \\ d & \text{si } x(t) = Z_p^* \\ 1 - \beta(a) & \text{si } x(t) > Z_p^* \\ 0 & \end{cases} \quad (1)$$

donde Z_p^* de fine la capacidad del inventario. El *reemplazo* del sistema está regulado por:

$$v(1, x, a) = \begin{cases} 1 & \text{si } a(t) > A_r^* \\ 0 & \text{de otra forma} \end{cases} \quad (2)$$

Se realiza el reemplazo del sistema solo cuando la edad ha alcanzado el nivel crítico A_r^* , eliminando por completo los efectos del deterioro.

Política CPR2: La estrategia de producción está regulada por la Ecuación (1). Sin embargo en lugar del reemplazo, se utiliza una estrategia de mantenimiento imperfecto:

$$a^+ = a^- - \phi \cdot a^- \quad (3)$$

Caso	CPR1		CPR2		CPR3			Efecto
	Z_p^*	A_r^*	Z_p^*	A_r^*	Z_p^*	Z_r^*	A_r^*	
Caso de base ($\sigma_d = 0.8$)	47.95	23.55	56.28	21.52	44.89	26.75	25.13	Caso de base
i ($\sigma_d = 1.0$)	49.67	22.62	57.19	21.11	46.09	29.13	24.38	$Z_p^* \uparrow, Z_r^* \uparrow, A_r^* \downarrow$
ii ($\sigma_d = 0.6$)	45.81	24.72	55.02	22.12	43.81	25.65	25.94	$Z_p^* \downarrow, Z_r^* \downarrow, A_r^* \uparrow$

Tabla 1: Resultados del análisis de sensibilidad

donde ϕ denota la eficiencia del mantenimiento imperfecto, $0 < \phi < 1$, a^- es la edad del sistema antes del mantenimiento imperfecto y a^+ es la edad del sistema después del mantenimiento imperfecto. Este mantenimiento reduce la edad del sistema solamente en un cierto porcentaje definido por la eficiencia ϕ .

Política CPR3: La estrategia de producción está regulada por la Ecuación (1). El reemplazo, utiliza dos parámetros de control A_r^* y Z_r^* :

$$v(1, x, a) =$$

$$\begin{cases} 1 & \text{si } a(t) > A_r^* \text{ y } x(t) \geq Z_r^* \\ 0 & \text{de otra forma} \end{cases} \quad (4)$$

donde $Z_r^* \leq Z_p^*$, se requiere que exista un nivel de inventario de seguridad Z_r^* para reemplazar el sistema.

RESULTADOS

Análisis ANOVA fueron realizados donde los correspondientes modelos de segundo orden tuvieron la siguiente forma:

$$Cost^* = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i X_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \beta_{ij} X_i X_j \quad (5)$$

Donde X_i representa a los parámetros de control con sus respectivos coeficientes β . Al minimizar los modelos (5) se obtuvo un costo total de 264.34, 274.85 y 247.87 para las políticas CPR1, CPR2 y

para reemplazar más rápidamente el sistema. La Tabla 2 presenta el ahorro potencial al implementar la mejor política (en este caso la política CPR3).

Caso	CPR1		CPR2		CPR3
	Costo*	Ahorro $C_{CPR1}^* - C_{CPR3}^*$	Costo*	Ahorro $C_{CPR2}^* - C_{CPR3}^*$	Costo*
Caso de base ($\sigma_d = 0.8$)	264.24	6.60%	274.85	10.88%	247.87
i ($\sigma_d = 1.0$)	271.42	7.77%	281.84	11.91%	251.84
ii ($\sigma_d = 0.6$)	257.34	5.51%	267.82	9.80%	243.90

Tabla 2: Comparación de costos

CPR3, respectivamente. La política CPR3 reporta el menor costo total del análisis, con una reducción del 9.82% con respecto al costo más alto reportado por la política CPR2. Los resultados se complementan con el análisis de la variación en el incremento de la tasa de defectos σ_d como se presenta en la Tabla 1.

Se observa que al aumentar el parámetro σ_d el sistema genera defectos más rápidamente y esto incrementa los niveles de inventario Z_p^* y Z_r^* para asegurar que la demanda se satisfice con unidades libres de defectos. Además la edad A_r^* reduce

CONCLUSIÓN

Se compararon tres estrategias de control considerando diferentes tipos de mantenimiento. Se realizó un análisis de sensibilidad para el incremento en la tasa de defectos observando una reducción del costo total del 11.91% al aplicar la mejor estrategia de control en esta caso reportada por la política CPR3. La reducción obtenida es importante porque mejora el desempeño del sistema e incrementa la competitividad de la organización.

REFERENCIAS

[1] Oosteron, C., Peng, H., Houtum, G., "Maintenance optimization for a Markovian deteriorating system with population heterogeneity". IISE Transactions. 2016, Vol. 49-1, p. 96-109. (DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/0740817X.2016.1205239>)

[2] Rivera-Gómez, H., Hernández-Lopez, H., Hernández-Gress, E.S., et al. "Evaluation of production and replacement strategies through discrete event simulation". DYNA Management, Enero-Diciembre 2017, vol. 5, no. 1, [14 p.]. (DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/MN8473>)

[3] Akella R, Kumar PR. "Optimal control of production rate in a failure prone manufacturing system". IEEE Transactions on Automatic Control. 1986, AC-31, p. 116-126. (DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TAC.1986.1104206>)

