

APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE CORE TOOLS PARA LA INTEGRACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELO G05 DE LA FASE DE PROTOTIPO A PRODUCCIÓN

Catalina Arriaga Vázquez

Profesora del Departamento de Ciencias Económico Administrativas en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Tecnológico Nacional de México y Doctorante del Doctorado en Finanzas y Empresa del Centro de Estudios Superiores en Ciencias Jurídicas y Criminológicas

Elsa Castillo Carrillo

Profesora del Departamento de Ciencias Económico Administrativas en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Tecnológico Nacional de México

Guadalupe Jáuregui Ojeda

Profesora del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Tecnológico Nacional de México

José Angel Sandoval Marín

Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Tecnológico Nacional de México

Angel Manuel Medina Mendoza

Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Tecnológico Nacional de México

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: Los autores presentan un trabajo de aplicación y análisis de las Core Tools con la finalidad de validar el modelo G05 en la fase prototipo para poderlo integrar a producción asegurando las características críticas y parámetros de calidad especificados por la voz del cliente en el diseño del motor realizando estudios preliminares de control estadístico del proceso y análisis inferencial de la composición química del material enviado por el proveedor vs la especificada en normatividad, para aprobar su inclusión en el repositorio de IMDS (Sistema Internacional de Datos Materiales), teniendo en cuenta las condiciones óptimas en el proceso para lograr la aprobación del mismo y del nuevo producto a partir de métodos de producción.

Palabras clave: Calidad, Core Tools, automotriz, capacidad del proceso.

INTRODUCCIÓN

Chrysler, Ford y General Motors (1994, 2005, 2006, 2008, 2010) emitieron en su primera edición en junio del 1994, las herramientas núcleo (*Core Tools*) para unificar los niveles de calidad, información cliente – proveedor, herramientas de ingeniería y de control de procesos, que son requerimientos de los Fabricantes de Equipos Originales (OEM's) de USA hacia sus proveedores (Tier 1, Tier 2 y Tier 2) de primer nivel (sistemas y módulos, asientos, tableros, motores, sistemas de frenos) segundo nivel (componentes electrónicos especializados, sensores, indicadores) y tercer nivel (autopartes maquinadas, estampados, piezas fundidas y cinturones) que integran la cadena de suministro de la industria automotriz. Los manuales de referencia de la AIAG, incluyen una serie de herramientas que sirven como guía para la cadena de abastecimiento de la industria automotriz, son de aplicación general pudiéndose beneficiar cualquier sector de manufactura o de servicios, haciendo uso de

las herramientas, técnicas y metodología para realizar la administración, aseguramiento y control de la calidad de los productos en correspondencia con los requerimientos de la voz del cliente.

En una investigación sobre gestión de la calidad en la industria automotriz (Goicoechea y Fenollera, 2012) analizó que las garantías de los materiales y componentes proporcionados por los proveedores pueden determinar el éxito o el fracaso de un producto, también analizó e identificó las principales herramientas de calidad a utilizar de acuerdo a la fase de aplicación en el proyecto de una autoparte. En 2014, Yepes y otros investigadores identificaron que la mayor apropiación del estándar ISO/TS 16949 y Core Tools, va en relación directa al mayor nivel de comunicación con el cliente OEM.

En una investigación sobre gestión de la calidad en la industria automotriz (Govea, 2012) aplica en un proveedor nivel Tier 1, la reducción de variación dimensional de la pieza Door Inner Panel y en 2014, Gutiérrez realiza la aplicación del APQP en las ensambladoras y proveedores del sector motocicletas.

Lakah et. al. (2015) mediante el comité de APQP hacen un pilotaje de la herramienta para seleccionar portafolios de proyectos aplicando la dirección de proyectos y el State Gate.

Urrea y Flores (2014) encontraron que las empresas automotrices de Baja California, consideran determinantes para el diseño de un nuevo producto: las características especiales del producto o proceso con un 35% y un 26% consideran que es la especificación de material y para el desarrollo del producto el 39% de la muestra realizada considera la revisión del diseño como determinante.

En 2015, Vidal planteó la integración de un en un sistema de administración de calidad uniendo: PPAP, APQP, Lean Manufacturing,

Six Sigma, e ISO 9000 y en 2016, Rosales Aplico el PAPP para el cambio de ingeniería en proceso de moldeo del programa Cadillac GM.

Manso (2016) aplicó el ANPQP que es el Procedimiento de la Calidad de Nuevos Productos de la Alianza entre Renault y Nissan, que toma como referencia las herramientas *core tools*: APQP, PAPP, AMEF. Galeano y Pérez (2017) aplicaron la herramienta AMEF en el proceso de extrusión soplado identificando NPR mayor o igual a 200 para dar respuesta a las no conformidades de contaminado y boca malformada.

En 2018, Olmedo realiza una propuesta para la gestión de nuevos proyectos en una empresa manufacturera del sector automotriz mediante las herramientas APQP.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

OBJETIVO

Validar el diseño del modelo G05 en la fase prototipo para poderlo integrar a producción asegurando las características críticas y parámetros de calidad especificados por el cliente en el diseño del motor, teniendo en cuenta las condiciones óptimas en el proceso, para pasar de un Cpk inicial de 0.22 a un Cpk de 1.39, mediante la aplicación de las *core tools*, teniendo como responsable al área de proyectos.

PROBLEMÁTICA

- Baja capacidad de proceso actualmente Cpk = 0.21
- Tiempo ciclo largo 3 min. Por tarjeta electrónica
- No existe BOM de materiales para el nuevo modelo
- Desabasto de arneses eléctricos para las pruebas de motores

APLICACIÓN DE LOS MANUALES DE REFERENCIA DE CORE TOOLS

Modelo G05 y sus características críticas

Es un motor reversible más pequeño y ligero, que posee nueva tecnología de 4 polos y componentes electrónicos en su carcasa, permitiendo el uso de un embobinado más pequeño que genera velocidades de 40-60 rpm / min; mostrada en la figura 1.

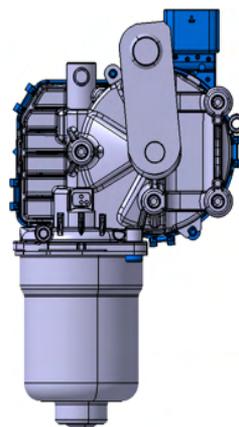


Figura 1. Mod. G05.

Listado de características críticas:

1. Ángulo de estacionado del motor $17.62 \pm 2^\circ$
2. Ángulo "w" en velocidad baja $134 \pm 1^\circ$.
3. Ángulo de barrido DW-OW en vel. baja $142 \pm 1^\circ$.
4. Ruuning radius $45 \pm 0.5^\circ$.
5. Dimensión de la concha 5 h7 +0.012, - 0.
6. Calibración del anillo $\oplus 0.05$.
7. Torque de apriete de tornillos de bote 2.5-3.3Nm.
8. Posición de balero 9.6 ± 0.3
9. Profundidad de balero $3.5 + 0.3, - 0$.
10. Ajuste axial de end play disk.
11. Diámetro del buje excéntrico $\varnothing 10$ H7.
12. Ensamble de: Bearing cylinder, oring, grease presence.
13. Ajuste buje excéntrico Max de: 180° y 70Nm.
14. Test de performance de torque min 32Nm.

CREACIÓN DE BOM DE MATERIALES Y VALIDACIÓN DE ESPECIFICACIÓN REPORTADA EN IMDS PARA EL MODELO G05

Antes de comenzar las pruebas piloto se realizó el *Bill of Materials* (BOM) la cual se muestra en la tabla 1, para identificar la jerarquía y el suministro de los mismos; posteriormente se realizó una búsqueda de cada componente por número de parte y descripción como se muestra en la figura 2; se realizó la validación de la composición química y estatus de aceptación o rechazo, ID, fecha de transmisión, origen del componente reportado por los proveedores en el repositorio mundial plataforma IMDS de las OEM's como se muestra en la figura 3.

La validación de la composición de los materiales se realizó por comparación del reporte del proveedor en el IMDS contra los estándares del diseño de BMW y estándares de *RWM Valeo Wipers Systems* (Tier 1). Una de las comparaciones fue la composición del material $AlSi12Cu1$ utilizado para la manufactura del *Housing Gear 00838*; porcentajes de composición reportada por el proveedor reporta en el IMDS: $Si=12$, $Fe=0.65$, $Cu=0.95$, $Mn=0.275$, $Ni=0.15$, $Cr=0.05$, $Zn=0.275$, $Mg=0.175$, $Al=85.1$ y $Ti=0.1$ al compararlos con la composición establecida para material por requerimiento del cliente para la aleación $AlSi12Cu1$, están dentro de los rangos permitidos.

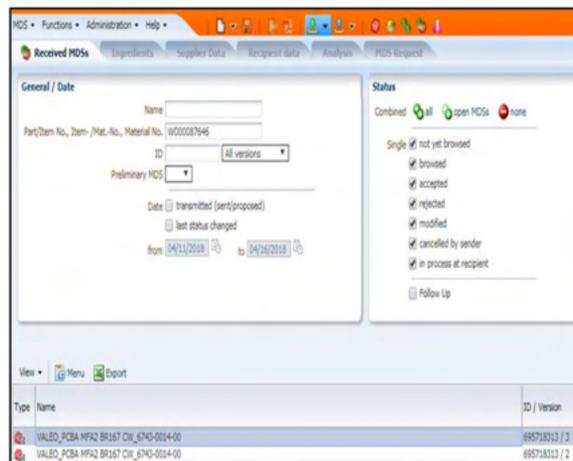


Figura 3. Plataforma IMDS → Reporte de Componente.

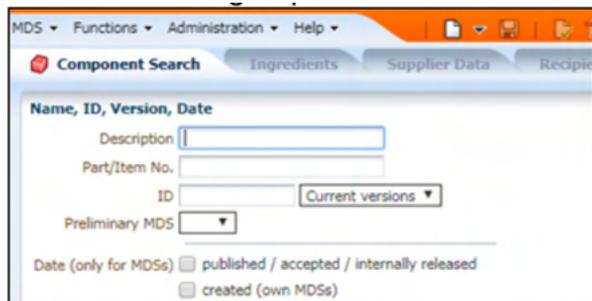


Figura 2. Plataforma IMDS → Búsqueda de componente.

0	A	G05 Motor Frontal	
Level	Rev Lev	Object description	Sub ensamble
1	B	Concha (Housing Gear)	
1	A	Tercer Buje	
1	D	End Play	
1	A	PPC (Estator)	
1	A	Gasket	
1	A	Magneto De Rueda	
1	A	Buje Excéntrico	
1	A	Arandela	
1	A	Capuchón	
1	A	Reten	
1	B	Balero	
1	A	Ensamble de armadura 19 vueltas	X
2	A	Eje De Armadura	
2	A	Conmutator	
2	A	Lamina Stack De 20 mm	
2	B	Alambre De Cobre De 0.56mm	
2	F	Anillo De Retención	
1	A	Ensamble de bote carcasa de 20 mm	X
2	A	Bote Carcasa Pintado	
2	B	Magneto De 24 mm	
2	B	Liquid Bonding	
2	B	Balero	
1	A	Ensamble de manivela	X
2	B	Manivela	
2	C	Rotula De 16 mm	
1	A	R-Vmx Cover Gear Electr. Assy Rh	
1	A	Etiqueta De Conteo	

Tabla 1. Lista de materiales de Modelo G05.

REVISIÓN Y ENVIÓ DE PLANOS DEFINITIVOS PARA REALIZAR LOS PLANES DE CONTROL

Se revisaron e identificaron las SPPC (special process product characteristics) en los planos definitivos para comunicarlos al área de calidad y sean considerados en los planes de control, el proveedor participa en el desarrollo del plan, ya que debe de controlar dichas características que son determinantes en el diseño.

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE ARNESES ELÉCTRICO PARA MOTOR MODELO G05

Se realizaron pruebas con arneses de modelos ya existentes, sin embargo, no hubo compatibilidad, por lo que se realizó el diseño del conector que va en el cover, dicho conector usa 3 pines para enviar la comunicación y energía para enviar las señales para las funciones de: motor en alta velocidad, en baja velocidad, y mandarlo a la posición de estacionado (park position); en la figura 4. Se muestra la impresión del diseño del conector en 3D de manera satisfactoria ya que solo se realizó el maquinado para ampliación del diámetro de los barrenos de los pines para cumplir el estándar de 3mm, ya que había quedado por debajo por 0.3mm. Los pines tienen la configuración electrónica del motor mostrada en la figura 5: el número 1 se observa que es el pin que conduce la energía positiva a el motor, el numero 2 es el pin de tierra, el 3 no se usa en este modelo y el numero 4 llamado "LIN" es el que permite la comunicación del motor con la interfaz que podría ser la PC o el canister.

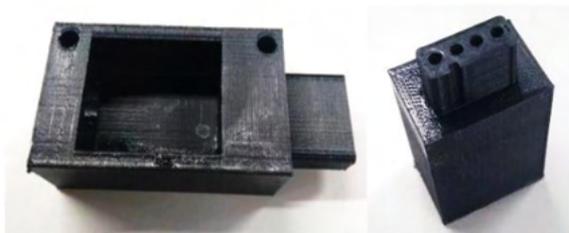


Figura 4. Impresión 3D del conector del arnés electrónico.

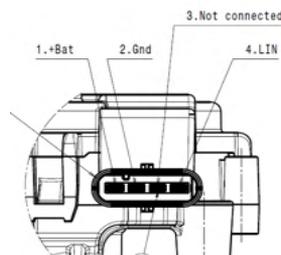


Figura 5. Configuración electrónica del motor

FABRICACIÓN Y ENVIÓ DE LOS PRIMEROS PROTOTIPOS

En la primera corrida de prototipos por requerimiento son 5 muestras iniciales, para desarrollar los prototipos se debe tener liberado la materia prima, los herramientales integrados en la línea de producción, y los dispositivos para hacer mediciones en laboratorio, adaptados para este modelo G05, durante cinco horas se desarrolló la primera corrida de producción para poder fabricar los motores funcionales.

Los resultados de las mediciones de los primeros 5 prototipos se muestran en la siguiente tabla 2.

Durante las pruebas piloto y fabricación de prototipos, se realizó el proceso de comunicación con el OEM y fueron requeridos 13 envíos de prototipos, fabricando una cantidad total de motores de 285, en la tabla 3. Se muestran las medias obtenidas para cada característica critica principal y medida de desempeño de los modelos G05 enviados.

ETIQUETA DE MOTOR	PARK POSITION (17.62 +/- 2)	Baja velocidad		Alta velocidad		prueba de fuga 0.970 cm3/s máx a 20 mBars	version de sw
		IW-OW (129 +/- 1.5)	DP-OW (142 +/- 1.5)	IW-OW only for information	DP-OW only for information		
1	17.8	129.52	142.66	126.73	140.15	0.427	1.5D4
2	17.8	128.47	141.92	125.91	140.89	0.395	1.5D4
3	16.5	128.74	141.78	126.24	139.66	0.587	1.5D4
4	15.8	129.58	142.57	126.74	140.89	0.398	1.5D4
5	15.95	129.41	142.44	127.03	140.28	0.87	1.5D4
promedio	16.77	129.144	142.274	126.53	140.374	0.5354	

Tabla 2. Mediciones de característica crítica principal y de desempeño de los primeros 5 prototipos.

NUMERO DE ENVIO	Cantidad de motores nok (scrap)	Cantidad de motores ok enviados	PARK POSITION 17.62 +/- 2 (PROMEDIO)	Baja velocidad (promedios)		Alta velocidad (promedios)		prueba de fuga 0.970 cm3/s máx a 20 mBars (Promedio)	version de sw
				IW-OW (129 +/- 1.5)	DP-OW (142 +/- 1.5)	IW-OW only for information	DP-OW only for information		
1	15	5	16.77	129.144	142.274	126.53	140.374	0.5354	1.5D4
2	17	3	19.1	129.12	142.13	126.47	140.08	0.658	1.5D4
3	10	10	16.5	128.6	142.72	126.15	139.56	0.425	1.5D4
4	12	8	16.15	129.14	141.94	126.38	140.07	0.394	1.5D4
5	8	17	16.5	129.19	141.99	126.8	140.16	0.528	1.5D4
6	12	13	15.8	128.88	141.8	126.35	139.85	0.621	1.5D4
7	7	18	15.95	128.8	142.15	126.58	140.23	0.417	1.5D4
8	4	21	19.1	128.83	142.11	126.5	140.19	0.347	1.5D4
9	5	15	16.55	128.81	141.18	126.74	139.98	0.588	1.5D4
10	6	26	16.95	129.12	142.48	126.87	140.17	0.639	1.5D4
11	12	34	15.85	128.79	142.11	126.69	139.57	0.287	1.5D4
12	7	50	17.15	128.06	141.47	126.84	140.8	0.436	1.5D4
13	5	65	18.2	128.31	141.41	126.39	139.91	0.345	1.5D4

Tabla 2. Mediciones promedio de característica crítica principal y de desempeño de los 285 motores.

ESTUDIOS DE CAPACIDAD DEL PROCESO

La operación con menor rendimiento es la de estacionado de rueda, donde se presentó desviación al momento de mandar a posición de park el motor.



Figura 6. Estación 1080 park de rueda.

En la figura 6. Se muestra la estación 1080 park de rueda; donde se encuentra un actuador que baja y energiza el motor a un voltaje de 3.5V, posteriormente gira la rueda por cinco segundos aproximadamente y enseguida un sensor de posición mediante láser ubica el Housing Gear para que detenga el giro y quede la rueda posicionada en ángulo de estacionado del motor $17.62 \pm 2^\circ$, de aquí se define la posición de la rueda lo cual al momento de ensamblar la manivela en la siguiente estación determina la posición de park.

En la etapa de prueba piloto para validar el proceso y el producto; se realizó un estudio estadístico previo de capacidad del proceso tomando 20 muestras de la primer corrida del modelo G05 obteniendo 8 dentro de especificación, al realizar el análisis de Process Capability Sixpack se determinó un $Cpk=0.21$, $Ppk=0.22$ y 425590.44 de partes por millón defectivas; como se muestra en la figura 8.

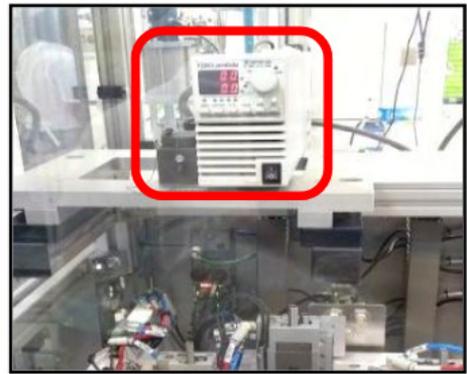


Figura 7. Fuente.

Para eliminar la excesiva variación, se realizó un análisis de causa raíz determinando que el dispositivo que baja el actuador y energiza el motor presenta variaciones de voltaje, lo cual provocaba que por la inestabilidad de la fuente de voltaje (figura 7), la rueda girará a diferente velocidad y dando como resultado la variación del estacionado de la rueda; para eliminar esta causa de variación se le instaló un regulador de voltaje y se estandarizó el procedimiento para el herramental de colocación de la manivela. En la figura 9. Se observa los resultados del estudio de capacidad del proceso después de la mejora obteniendo un $Cpk=1.39$, $Ppk=1.27$ y 91.07 de PPM's a largo plazo.

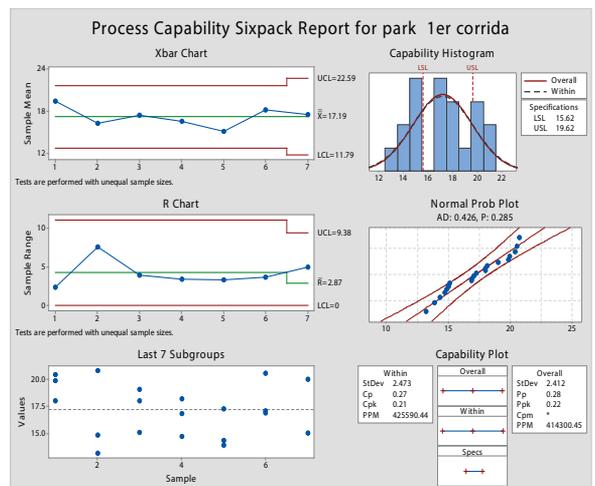


Figura 8. Estudios preliminares de control estadístico del proceso para park position.

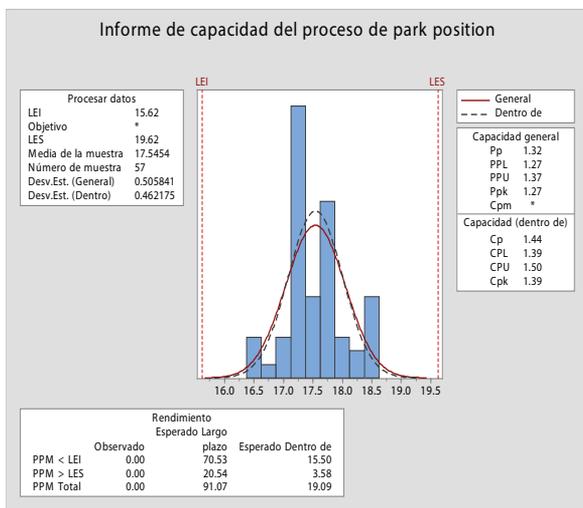


Figura 9. Estudios de capacidad del proceso para park position después de la mejora implementada.

PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD EN LABORATORIO, WIND TUNNEL Y CAMBIO DE DISEÑO EN MODELO G05

Se habilitación de los bancos de pruebas para realizar la caracterización de motores, en el laboratorio de calidad para evaluar el torque y la velocidad; prueba de funcionalidad de wind tunnel, donde se somete el sistema de limpiaparabrisas completo e instalado en un auto de prueba a desempeñarse con ráfagas de viento extremas de 160 km/h y 200 km/h; dando como resultado la necesidad de aumentar el torque utilizando un magneto más grande (30mm), cambiar el diseño de la armadura por una más grande con diferente embobinado (lamina stack de 25 mm) y un calibre de hilo más grueso (0.60mm) para alcanzar el torque necesario para seguir funcionando con condiciones de una de ráfaga de viento más alta.

COMENTARIOS FINALES RESUMEN DE RESULTADOS

Se determinó la necesidad de cambio del diseño propuesto para pasar la prueba extrema de wind tunnel, realizando las pruebas y

mejoras para aumentar el torque.

Al revisar, corregir y liberar los IMDS para repórtalos con BMW, se redujo el riesgo de que llegará a cliente final un material no adecuado y/o toxico para la salud, ensamblado en su vehículo.

Se mejoró el método ya existente para lograr programar 3 tarjetas a la vez, para tener un tiempo ciclo de una tarjeta por cada 70 segundos.

Se realizaron los estudios y se mejoró el Cpk para el estacionado de rueda (*position park*) considerada característica más crítica, en la fase prototipo la mayor parte del scrap fue generado por esta causa.

El aumento torque desde 30.9 Nm hasta los 35 Nm con el cambio de armadura y magneto que se le hizo al motor logrando un incremento del 13 % en el torque y logrando cumplir con la especificación de cliente.

CONCLUSIONES

Es necesaria la aplicación multidisciplinaria de manera secuencial y correcta de las fases del APQP para lograr resultados positivos en los proyectos de nuevos productos, en el presente trabajo se realizó un mayor énfasis en las etapas de validación del diseño; en toda la planeación y requisitos de las fases prototipo y pre-serie, ya que es una rama enorme en la industria automotriz con muchas aplicaciones en todos los sectores productivos y de servicios.

RECOMENDACIONES

Efectuar un seguimiento a las mejoras realizadas en el proceso para seguir reduciendo la variación de las características críticas y así poder cumplir con los volúmenes crecientes de producción requeridos de BMW.

En lo general se recomienda realizar una implementación y análisis profundo durante la implementación de las fases de diseño de un nuevo producto: con respecto

a las características especiales del producto y proceso; especificaciones de materiales y el desarrollo del producto de acuerdo a la investigación de Urrea y Flores (2014). Así mismo también la aplicación del PMBOK® en la dirección de proyectos de nuevos productos para mejorar el nivel de logro de los resultados, como lo experimentaron Lakah y otros (2015).

REFERENCIAS

Automotive Industry Action Group. (2018). AIAG Core Tool Software (CTS) Project Status. Consultada por Internet el 10 de septiembre de 2018 de: <https://blog.aiag.org/aiag-core-tool-software-cts-project-status>.

Chrysler, Ford y General Motors. (1994). Manual de Referencia de Control Estadístico de los Procesos (SPC). (1Losª ed.). Michigan, USA: AIAG en www.aiag.org.

Chrysler, Ford y General Motors. (2005). Manual de Referencia de Control Estadístico de los Procesos (SPC). (2ª ed.). Michigan, USA: AIAG en www.aiag.org.

Chrysler, Ford y General Motors. (2006). Manual de Referencia de Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP). (4ª ed.). Michigan, USA: AIAG en www.aiag.org.

Chrysler, Ford y General Motors. (2008). Manual de Referencia de Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales. (4ª ed.). Michigan, USA: AIAG en www.aiag.org.

Chrysler, Ford y General Motors. (2008). Manual de Referencia de Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) y Plan de Control. (2ª ed.). Michigan, USA: AIAG en www.aiag.org.

Chrysler, Ford y General Motors. (2010). Manual de Referencia de Análisis de Sistemas de Medición. (4ª ed.). Michigan, USA: AIAG en www.aiag.org.

Galeano, E. M. y Pérez, H. C. (2015). Análisis de Modo y Efecto de Falla en el Proceso de Extrusión – The Institute for Business and Finance Research. Global Conference On Business And Finance Proceedings, Volumen 10, No. 1 2015. ISSN: 1941-9589. Consultada por Internet el 05 de septiembre de 2018 de: https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Restrepo-Morales/publication/295920937_Internacionalizacion_empresarial_caracteristicas_gerenciales_y_metodos_aplicados_una_revision_analitica/links/56d0df6b08ae85c823487978.pdf#page=772.

Galeano, E. M. y Pérez, H. C. (2017). Análisis de Modo y Efecto de Falla en el Proceso de Extrusión – Soplado en Placa S.A. (Tesis). Recuperada de la base de datos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Consultada por Internet el 05 de septiembre de 2018 de: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6110>.

Goicoechea, I. y Fenollera, M. (2012). Quality Management in the Automotive Industry, Chapter 51 in DAAAM International Scientific Book 2012, pp. 619-632, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-901509-86-5, ISSN 1726-9687, Vienna, Austria DOI:10.2507/daaam.scibook.2012.51

Gutiérrez, S. R. (2014). “Método de aplicación de la planeación avanzada de la calidad del producto (APQP) en las ensambladoras y proveedores del programa de gestión del sector motocicletas en los proyectos de desarrollo de nuevos productos”. (Tesis). Recuperada de la base de datos del Repositorio Institucional Universidad EAFIT. Consultada por Internet el 25 de septiembre de 2018 de: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/2957/Sebastian_GutierrezRestrepo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Lakah, S. G. et. al. (2015). Aplicación de una metodología en la selección de portafolios de proyectos tecnológicos en el sector automotriz subsector sellantes. Memorias de IV Encuentro de Investigación Formativa Ingeniería Industrial Medellín. Pp. 155-166. ISSN: 2322-7672.

Manso, S. M. (2016). Desarrollo de una guía para la gestión de proyectos de nuevos productos siguiendo el modelo ANPQP. (Tesis). Recuperada de la base de datos de la Universidad De Valladolid. Consultada por Internet el 10 de septiembre de 2018 de: <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/16730/1/TFG-I-347.pdf>.

Olmedo, J. M. (2017). La gestión de proyectos en una empresa manufacturera del sector automotriz mediante las herramientas APQP y Core Tools. (Tesis de Maestría). Recuperada del repositorio institucional de la Universidad Iberoamericana de Puebla. Consultada por Internet el 19 de septiembre de 2018 de: <http://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/3355>.

Rosales, M. G. (2016). Actualizar e implementar elementos correspondientes al PPAP por parte del departamento de calidad interno para cambio ingeniería en proceso de moldeo del programa Cadillac-2016 (GM). (Tesis). Recuperada de la base de datos del Instituto Politécnico Nacional, Consultada por Internet el 22 de septiembre de 2018 de: <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/23558>.

Urrea, F. G. y Flores, M. F. (2014). La Productividad, Competitividad Y Capital Humano En Las Organizaciones: El Desarrollo De Nuevos Productos En La Industria Automotriz En Tijuana, B.C., México. (1ª ed.). Tijuana, B.C., México: Ediciones ILCSA S.A. de C.V.

Vidal, F. O. (2015). Métodos Avanzados de Gestión de la Producción y de la Calidad. México. (Tesis). Recuperada de la base de datos del Universidad Nacional Autónoma de México, Consultada el 24 de septiembre de 2018 de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/7429/1/M%C3%A9todos%20avanzados%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n%20y%20la%20calidad.pdf>.

Yepes, N. G. et. al. (2014). Factores que impactan en la selección e implantación del sistema de gestión ISO/TS 16949: Caso del Sector Industrial de Autopartes de la ciudad de Bogotá. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 24 (1), pp. 143 - 162.