

METODOLOGÍA PARA LA REESTRUCTURACIÓN DE ESTACIÓN DE ENSAMBLE Y ESTAMPADO PARA CAMBIO DE MODELO EN LA CAJA DE SATÉLITES D2UC

METHODOLOGY FOR THE RESTRUCTURING OF THE ASSEMBLY AND STAMPING STATION FOR MODEL CHANGE IN THE D2UC SATELLITE BOX

Pedro Arturo Ibarra Valadez

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
17030441@itcelaya.edu.mx

Álvaro Sánchez Rodríguez

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
Alvaro.sanchez@itcelaya.edu.mx

Salvador Martín Aceves Saborio

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
salvador.aceves@itcelaya.edu.mx

José Martín Medina Flores

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
martin.medina@itcelaya.edu.mx

Arnoldo Maeda Sánchez

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
arnoldo.maeda@itcelaya.edu.mx

Morfín Ruíz Omar

Soluciones Mecánicas Industriales SA de CV, México

Recepción: 20/junio/2023

Aceptación: 10/agosto/2023

Resumen

En este trabajo se describe el proceso de reestructuración de la estación principal de ensamble y marcaje del diferencial correspondiente al modelo de pieza D2UC para pasar al modelo D2-2 utilizado en las unidades Rear Drive Modules (RDM) por sus siglas en inglés, donde en español se conoce como los módulos de accionamiento para ejes traseros. Dichos módulos son utilizados en los vehículos SUV (Sport Utility vehicles por sus siglas inglés, conocidos en México como vehículos utilitarios con apariencia deportiva) de última generación.

La metodología propuesta facilitó la adaptación de estaciones de ensamble y marcaje además disminuyó la complejidad del cambio de modelo en las líneas de producción, ya que las piezas sometidas a cambios utilizaron el concepto de cambio rápido en cada una de ellas permitiendo que la operación de la estación sea más sencilla para los operadores. También generó un estándar de calidad y el requerimiento de rastreabilidad deseado en el ensamble completo de la caja de satélites para garantizar el seguimiento correcto del componente dentro y fuera de la planta como lo sugiere la norma ISO/TS16949.

Palabras Clave: Caja satélites, vehículos, líneas de producción, calidad y estándares.

Abstract

This paper describes the restructuring process of the main differential assembly and marking station corresponding to the D2UC part model to move to the D2-2 model used in the Rear Drive Modules (RDM) units, in Spanish is known as the drive modules for rear axles. These modules are used in latest generation SUVs (Sport Utility vehicles, known in Mexico as sport utility vehicles).

The proposed methodology facilitated the adaptation of assembly and marking stations, as well as reduced the complexity of model change in the production lines, since the parts subjected to changes used the concept of quick change in each one of them, allowing the operation of the station easier for operators. It also generated a quality standard and the desired traceability requirement in the complete assembly of the satellite box to guarantee the correct tracking of the component inside and outside the plant as suggested by ISO/TS16949.

Keywords: *Satellite box, vehicles, production lines, quality and standards.*

1. Introducción

Desde los inicios de la vida productiva del hombre como sociedad se han presentado una gran variedad de productos que han venido evolucionando y atravesando un sinfín de versiones con el objetivo de entregar una mejor calidad de ellos. Una de las industrias con mayor avance es la industria automotriz, pues la

aplicación del modelo de lecciones aprendida se da año con año para afinar detalles y lograr un mejor producto terminado; lo cual, lleva a que los departamentos de ingeniería estén sometidos a cambios constantes.

Uno de los aspectos donde se refleja más el cambio es en las plantas de producción puesto que las líneas de manufactura tienen que ser modificadas con cada variación en el elemento y su fabricación. Dentro de estas modificaciones en las estaciones de producción hay aspectos que deben considerarse para lograr una interacción correcta de la nueva estación con el resto de ellas presentes en la planta, economizar tanto espacio como la reutilización de estructuras funcionales. En este caso, la introducción de un nuevo modelo de caja de satélites correspondiente al modelo D2-2 y la permanencia del modelo actual hicieron que la línea de producción completa se sometiera a modificaciones para lograr la fabricación de ambos modelos en las mismas líneas haciendo cambios rápidos en los sistemas lógicos y mecánicos de cada una de las estaciones.

En este proyecto se desarrolla el proceso de modificación de las estaciones de ensamble mediante la aplicación del concepto de cambio rápido en los componentes mecánicos de las mismas estaciones, sin dejar de lado los parámetros de seguridad previamente establecidos en el funcionamiento de la estación antigua. Para el desarrollo de este trabajo se tomarán en cuenta desde el diseño conceptual de las modificaciones en los componentes mecánicos, selección de materiales, fabricación, instalación y puesta en marcha de la máquina, evitando completamente los programas lógicos del PLC debido al margen de confidencialidad.

2. Métodos

El proceso de este proyecto comienza con la inserción de un nuevo modelo de diferencial a las líneas de producción RDM, provocando así la necesidad de modificar cada una de las estaciones pertenecientes a la misma para lograr una incorporación orgánica una vez llegado el momento.

Las estaciones que sufrieron un mayor impacto por dicho cambio son la de ensamble, marcado y soldadura; sin embargo, esta última se dejó fuera de este trabajo.

La introducción del nuevo modelo se puede describir en una serie de pasos en la metodología propuesta; como se muestra en la figura 1. Donde el desarrollo de cada una de ellas tiene gran importancia en el éxito de esta incorporación.

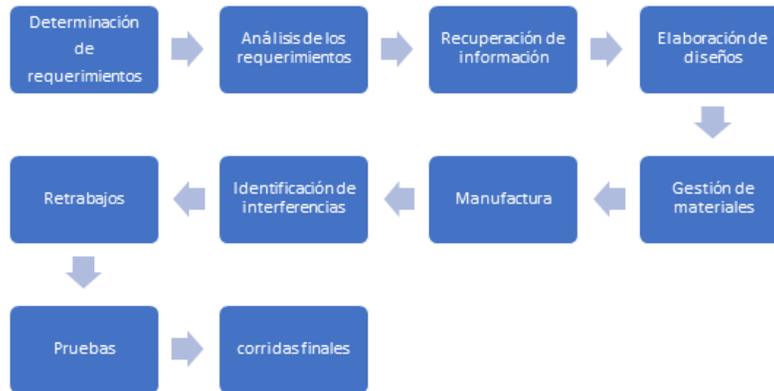


Figura 1 Etapas de la metodología.

Determinación de requerimientos y especificaciones

Tomar en cuenta los diferentes requerimientos para el funcionamiento de la máquina y las especificaciones de los dos diferentes modelos de caja de satélites hacen de este uno de los puntos más importantes del proyecto, entender bien la conceptualización es clave al momento de desarrollar cualquier actividad. En este caso se definieron los siguientes aspectos:

- Cambios dimensionales (diámetros, distancias, cavidades).
- Funcionamiento general de la máquina.
- Condiciones de seguridad a considerar para la operación de la estación.
- Calidad de ensamble. (ISO/TS16949).
- Tiempo ciclo.
- Entorno amigable con el operador.
- Acreditación de cambio de modelo.

Análisis de los requerimientos

Debido a la misma naturaleza del proyecto, se consideró que los cambios dimensionales y geométricos entre ambos modelos serían el punto de partida para este trabajo, figuras 2 y 3.

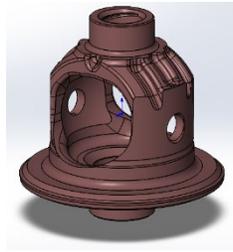


Figura 2 Diff case D2UC.

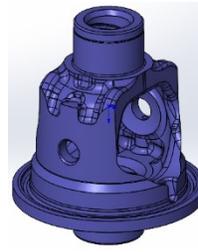


Figura 3 Diff case D2-2

Las variaciones más notables se dieron en los diámetros principales ya que, la corona que va montada en ellos cambió su tamaño y la posición de soldadura, además, los engranes satelitales y planetarios también sufrieron cambios en sus dimensiones por la reducción dada en la caja de satélites o diff (differential) case como es conocido en el ámbito productivo.

El funcionamiento de la máquina debe mantenerse idéntico para ambos modelos, limitándose solamente a cambio de piezas de contacto donde las variaciones dimensionales imposibiliten el uso común de estos elementos, tales como bases, centradores, sujetadores, limitadores de desplazamiento, entre otros. Al mismo tiempo, las condiciones de seguridad que tiene dicha estación deben mantenerse presente aún si estos llegasen a aumentar el tiempo ciclo de la operación.

Por último, se especificó que las piezas que fuesen maquinadas para lograr el cambio de **modelo** deben ser sometidas a procesos de pavonado para mejorar la apariencia y evitar la aparición de óxido en las mismas por el paso del tiempo.

Recuperación de información

Primeramente, se obtuvieron datos básicos de la operación de la máquina correspondientes a la capacidad de producción, turnos de trabajo, tipo de operadores designados, secuencia de trabajo, así como también, personal a cargo y área a la que pertenece.

Además, con el objetivo de trabajar de manera correcta en la modificación de la estación, fue necesario recuperar los dibujos y archivos CAD existentes de la para agilizar el proceso al evitar el rediseño completo de la máquina. Por otro lado, fueron necesarios los diagramas eléctricos del gabinete para conocer el PLC presente en

el gabinete eléctrico y los periféricos montados en la estación para evaluar la capacidad de estos en la intercambiabilidad de modelos y tener una idea de las marcas de componentes a utilizar en dado caso de ser necesario.

Diseño y realización de planos de fabricación

Ya habiendo considerado todas las especificaciones de ambos modelos de diff case, se comenzó con la modificación de los modelos CAD existentes para lograr la compatibilidad de ambos modelos.

Uno de los puntos que se utilizó como punto de partida fue la aplicación de maquinados para implementar el cambio rápido de piezas entre modelos, facilitando el manejo de ambos modelos para los operadores y evitar la intervención continua del departamento de mantenimiento en dicho cambio. Donde las piezas que se sometieron a estas consideraciones fueron:

- Estación de ensamble
- Nido principal
- Sujetadores
- Limitador de movimiento
- Base de báscula
- Centraores

Además, algunas piezas como la base del nido principal (Figura 4) fueron modificadas para permitir dicho cambio rápido, puesto que, algunas tolerancias estaban tan cerradas que impedían la extracción sencilla de dichas piezas.

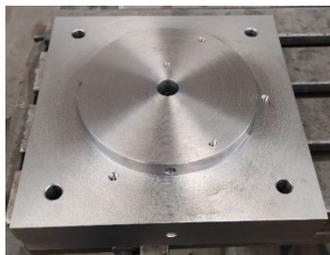


Figura 4 Base modificada.

Por otro lado, algunos de los componentes de la estación no permitieron modificaciones debido a geometrías o dimensiones por lo que hubo que optar por el reemplazo total del mismo.

Otro punto importante que se consideró fue la disponibilidad limitada de componentes en el mercado debido a los estragos ocasionados por los paros laborales y productivos presentes a lo largo de la pandemia y que algunos de estos ya se encuentran discontinuados. Este último problema estuvo presente en la elaboración de la parte central de la máquina para la sujeción del diff case, puesto que el atrapamiento de la pieza se realiza mediante actuadores neumáticos, donde el modelo utilizado previamente ya no se encuentra en producción y al buscar reemplazo las dimensiones y localización de barrenos cambió y por consiguiente la modificación de las bases no pudo evitarse.

Selección de materiales

Después del diseño de las piezas faltantes se realizó un pequeño análisis sobre el trabajo que desempeñaría cada una de estas, para de esta manera definir el material que las conformaría.

Una vez definidos los materiales para cada elemento se recurrió a diversos proveedores con el objetivo de conseguir el menor tiempo de entrega, mejor precio y comprobar existencias en las sucursales cercanas. De igual manera, la empresa cuenta con un pequeño almacén donde por el flujo de trabajo que se tiene es complicado llevar un inventario exacto de los materiales que se encuentran ahí, sin embargo, fue necesario revisarlo para tratar de encontrar materiales que fueran de utilidad para el proyecto en cuestión. Una vez que los materiales fueron encontrados en el almacén interno, se procedió a marcarlos con el número de identificación del plano de manera que se facilitara el proceso para el personal de maquinados.

Cabe resaltar que, para tener un material correcto para una pieza en específico, el material debe considerar una sobredimensión con respecto a las maquinadas para garantizar un terminado correcto en las mismas.

Manufactura de algunos componentes

Al término del diseño y la adquisición de materiales se pasó a maquinar cada una de las piezas nuevas que aparecerían en la estación. La fabricación de las piezas puede separarse en: máquina existente y operación completamente nueva.

Para la máquina existente se fabricaron únicamente las piezas que no permitieron modificarse como:

- La base centradora (Figuras 4 y 5), debido a que las tolerancias que tenía dificultaron la extracción sencilla de la corona para el cambio rápido.



Figura 5 Maquinado de base centradora.

- Los centradores también fueron fabricados debido a la reducción de diámetros que se presentaron en el cambio de modelo del Case; además de los pernos mariposa y los bujes roscados para implementarse en la base de la báscula para agilizar el cambio entre modelos, figura 6.



Figura 6 Centradores y pernos mariposa maquinados.

- La base de la báscula se fabricó debido a que las cavidades para los engranes del modelo nuevo debieron ser más pequeñas con respecto a la base ya existente y al colocar estos últimos, los sensores no lograban detectar su presencia sobre la base, figura 7.
- Otra pieza que se fabricó completamente fue la corona, donde el case se centra al montarlo en la zona de ensamble, figura 8.



Figura 7 Fabricación base de báscula.



Figura 8 Maquinado de Corona centradora D2-2.

- Además, el bloque de soporte de los sensores de posición del carro principal también se fabricó, debido a que los cambios de diámetros en las cajas de satélites provocaron la necesidad de garantizar 6 mm más de recorrido en el perno posicionador; generando así la necesidad de insertar un cambio rápido en el tope de recorrido algo que no se encontraba en dicho soporte.

Instalación e identificación de interferencias

Al terminar de la fabricación de las piezas designadas se permitió tener un primer acercamiento a la estación para realizar pruebas de ensamble entre los componentes ya montados y los nuevos.

En el transcurso del desarrollo físico del proyecto se presentaron complicaciones por la presencia de interferencias en el ensamble de piezas principalmente en la báscula y el nido central.

Para identificar las interferencias en la báscula fue necesario estar probando la base principal en su posición varias veces.

Corrección de detalles

Naturalmente después de encontrar las interferencias existentes en los diferentes componentes de la estación, se continuó con los trabajos de maquinados nuevamente en los mismos para lograr colocarlos de manera correcta.

Uno de los componentes que fue sometido a un proceso de acondicionamiento más extenuante es el centrador principal, ya que desde un principio no se consideraron tolerancias reducidas en los diámetros de los engranes planetarios del modelo correspondiente en la zona de los estriados, dificultando de esta manera la inserción del centrador dentro de la caja de satélites, figura 9.

Después de considerar el sobredimensionamiento que tuvo el centrador se pasó a modificar múltiples veces, ya que, después de varias pruebas se llegó a la conclusión que el diseño del diff case traía variaciones considerables en ese diámetro. Al notar esa variación, se tomó la medición del diámetro más pequeño para garantizar el ensamble de manera correcta como se muestra en la figura 10.



Figura 9 Cavidad de centrador.

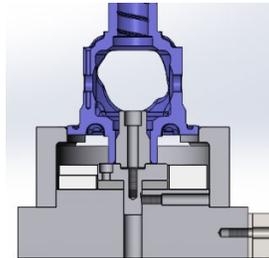


Figura 10 Vista de corte de ensamble.

3. Análisis de Resultados

Después de lograr la eliminación de interferencias entre las piezas de la máquina y algunas pruebas rápidas de funcionamiento se procedió con una pequeña capacitación a las operadoras que estarían al frente de dicha estación.

Además, los protocolos de liberación de la empresa exigen someter las estaciones nuevas a una corrida inicial de 150 piezas bajo observación de los encargados internos y los proveedores de dicha estación para descartar fallas. Durante este arranque se realizaron algunos ajustes menores en posición de sensores e incluso en las actividades propias del proceso de ensamble, ya que, los contaminantes con

los que llegaban los diferenciales debían ser retirados para lograr una correcta lectura del código QR impreso en ellos y asegurar la rastreabilidad deseada de los mismos, figura 11.



Figura 11 Código QR de rastreabilidad.

Por último, al término de dicha corrida se realizó la entrega de la estación al departamento de manufactura perteneciente a la planta para ser considerada dentro de los planes de producción según los requerimientos internos, figura 12.

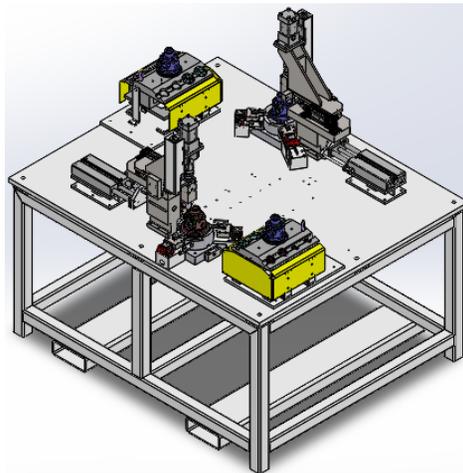


Figura 12 Conceptualización de proyecto terminado.

Como parte de la liberación de estación y del proyecto mismo, se continuará con la fabricación de una estación gemela necesaria por el volumen de producción presente en la planta, gracias a la literatura que ayudó en el planteamiento de la metodología y cálculos para el desarrollo de la primera estación.

4. Conclusiones

La integración de la metodología propuesta de cambio rápido en las piezas de contacto e interferencia eliminan la necesidad de la intervención continua del departamento de mantenimiento en la estación con cada cambio de modelo en la producción. También la metodología facilita la modificación de estaciones para el uso común entre modelos genera un ahorro considerable en espacios dentro de la planta y económicamente por la reducción de tiempo necesario de inyectar en todo el proceso de elaboración de este proyecto.

En la elaboración de proyectos de integración, la comunicación entre los diferentes departamentos implicados es clave para poder llevar a cabo cada una de las etapas.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Bardhal. (24 de septiembre de 2022). Bardahl. Obtenido de ¿Cual es la funcion del diferencial?: <https://www.bardahl.com.mx/cual-es-la-funcion-del-diferencial/#:~:text=El%20diferencial%20de%20los%20veh%C3%ADculos,l a%20funci%C3%B3n%20es%20la%20 misma>.
- [2] Cecil Jensen, J. D. (2004). Dibujo y diseño en ingeniería 6 edición. Mexico, DF: Mc Graw Hill.
- [3] Levinson. (20/octubre/2022). ¿Que es el maquinado? Obtenido de Levinson aceros: <https://www.aceroslevinson.com/2016/11/que-es-el-maquinado/>.
- [4] Mazak. (30 de octubre de 2022). Torneado. Obtenido de MAZAKUSA: <https://www.mazakusa.com/es/machines/process/turning/>.
- [5] Plaza, D. (24 de Septiembre de 2022). Motor.es. Obtenido de El difetencial: funcionamiento y tipos: <https://www.motor.es/que-es/diferencial>.
- [6] Shigley. (2008). Diseño en ingeniería mecánica. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
- [7] Voortan. (1 de noviembre de 2022). Voortman steel group. Obtenido de ¿Que es el fresado y que fin tiene?: <https://www.voortman.net/es/base-de-conocimiento/que-es-fresado#:~:text=El%20fresado%20es%20un%20proceso,diferentes%20di%C3%A1metros%20y%20diferentes%20durezas>.[https://www.voortman.net/es/base-de-conocimiento/que-es-fresado#:~:text=El%20fresado %20es%20un%](https://www.voortman.net/es/base-de-conocimiento/que-es-fresado#:~:text=El%20fresado%20es%20un%).