



Reducción de los índices de desviaciones de las líneas de ensamble 1 y 2 en AKT Motos

Yonathan Molina Ardila

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero mecánico

Asesor

Daniel Esteban Agudelo Delgado, Magíster en Automatización y control industrial

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Pregrado de Ingeniería mecánica
Medellín
2022

Cita	(Molina Ardila, 2022)
Referencia	Molina Ardila, Y. (2022). <i>Reducción de los índices de desviaciones de las líneas de ensamble 1 y 2 en AKT Motos</i> . [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín.
Estilo APA 7 (2020)	



Corrección de estilo: Daniela Pérez Escandón.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Pedro León Simanca.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

A Daniela Pérez Escandón por su trabajo en la corrección de estilo del presente informe. A mi madre, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi trayectoria académica. A mi asesor, Daniel Esteban Agudelo Delgado, por brindarme su valiosa orientación. Finalmente, al equipo de producción de AKT Motos por su acogida en la compañía.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Objetivos	13
1.1 Objetivo general	13
1.2 Objetivos específicos	13
2 Marco teórico	14
3 Metodología	15
3.1 Técnicas e instrumentos para la recolección de información	15
3.1.1 Power BI	15
3.1.2 Autodesk Inventor	15
3.1.3 Observación de puestos de trabajo	15
3.2 Población y muestra	15
3.3 Etapas metodológicas	16
3.3.1 Fase 1. Búsqueda de información	16
3.3.2 Fase 2. Diseño de propuesta	17
3.3.3 Fase 3. Implementación de la propuesta	17
3.3.4 Fase 4. Evaluación de la propuesta	18
4 Resultados	19
4.1 Antecedentes de desviaciones por tensión de cadena	19
4.2 Tipos de cadenas de los modelos AKT	19
4.3 Dispositivo	20
4.4 Estándar de utilización del dispositivo	22
4.5 Pruebas	23

4.5.1 Pruebas estáticas	23
4.5.2 Pruebas en línea de ensamble	23
4.6 Acciones complementarias	25
4.7 Resumen de desviaciones 2022	25
5 Análisis	27
6 Conclusiones	28
Referencias	29

Lista de tablas

Tabla 1. Desviaciones mensuales del año 2021 en AKT Motos

.....17

Tabla 2. Generalidades del dispositivo

.....21

Lista de figuras

Figura 1. Características de las cadenas de los modelos de motocicletas AKT.....	19
Figura 2. Ilustración del plano general del dispositivo. Medidas en mm	20
Figura 3. Fotografías con vista isométrica del dispositivo diseñado y fabricado en nylon	20
Figura 4. Propiedades físicas y mecánicas del nylon 66.....	22
Figura 5. Aplicación de dispositivo en línea de ensamble	23
Figura 6. Pruebas en línea 1 de ensamble	24
Figura 7. Pruebas en línea 2 de ensamble	24
Figura 8. Resumen de desviaciones en AKT Motos, 2022	26

Siglas, acrónimos y abreviaturas

CKD	Completely Knock Down
CBU	Completely Built Up
UdeA	Universidad de Antioquia

Resumen

En este informe se presenta el aumento de la eficacia de producción en la ensambladora de motocicletas AKT como producto de la reducción del índice de desviaciones de las líneas de ensamble 1 y 2 de la planta mediante el análisis de datos a través de la herramienta computacional Power BI. Se pudo identificar el porcentaje de desviaciones del año 2021, así como el seguimiento hasta el mes de mayo de 2022. Después de las averías por rayadura de partes, la tensión de cadena era la desviación más recurrente.

Se realizó observación de puestos de trabajo en línea de ensamble para validar estándares de operación, herramientas y ergonomía y, además, se diseñó y fabricó un dispositivo tipo poka-yoke para estandarizar la tensión de la cadena y garantizar el valor promedio de holgura óptima de ensamble de 15 mm.

Adicionalmente, se diseñó un patrón estándar para regular la tensión de la guaya del acelerador desde ensamble y así evitar juego excesivo en el manillar de aceleración. También se realizó seguimiento al proceso de sangrado de mordazas de freno trasero. Como resultado, todas estas acciones permitieron aumentar la eficacia de producción de la ensambladora, ya que el promedio del año 2021 fue del 39,66 %, en enero de 2022 fue del 43 % y en mayo de 2022 del 23,1 %. Es decir, se logró reducir el índice de desviaciones en 20 puntos porcentuales en los primeros cinco meses del año 2022 con una notable tendencia a la baja del indicador.

Palabras clave: AKT Motos, desviaciones, ensamble, productividad, *gadgets*, poka-yoke, tensión de cadena.

Abstract

This report presents the increase in production efficiency at the AKT motorcycle assembly plant as a result of the reduction in the rate of deviations in assembly lines 1 and 2 of the plant. By analyzing data through the Power BI computational tool, it was possible to identify the percentage of deviations for the year 2021, as well as the follow-up until May 2022. After the breakdowns due to scratching of parts, chain tension was the most recurrent deviation.

Observation of assembly line workstations was carried out to validate operating standards, tools and ergonomics, and a poka-yoke type device was designed and manufactured to standardize chain tension and guarantee the average value of optimum assembly slack of 15 mm.

Additionally, a standard was designed to regulate the tension of the throttle handlebars from assembly to avoid excessive play in the throttle handlebars. We also followed up on the rear brake caliper bleeding process. All these actions allowed increasing the production efficiency of the assembly plant, since the average for the year 2021 was 39.66%, in January 2022 it was 43% and in May 2022 it was 23.1%. The deviation rate was reduced by twenty percentage points in the first five months of 2022, with a notable downward trend in the indicator.

Keywords: AKT Motos, deviations, assembly, productivity, gadgets, poka-yoke, chain tension.

Introducción

AKT Motos es una unidad de negocio de la compañía Corbeta (Colombiana de Comercio S.A.) que ofrece soluciones de transporte y se dedica al ensamble de motocicletas con CKD proveniente de productores internacionales de países como China e India y, adicionalmente, partes de la industria nacional. La empresa dispone de una planta ubicada en Envigado, Antioquia, donde se ensamblan todos los modelos que posteriormente son distribuidos a nivel nacional en los diferentes puntos de venta.

Actualmente, la planta tiene una capacidad instalada para ensamblar 12.000 unidades al mes distribuidas en diferentes modelos tipo sport, automáticas, semiautomáticas y enduro en modelos como NKD, CR4, FLEX, Dynamic Pro, 100NV, 110NV, TTR y DS. Adicionalmente, se ensamblan los cargueros 3-Wheeler y dos modelos de Royal Enfield: Himalayan y Meteor 350. En general, los modelos están distribuidos en dos líneas de ensamble, cada una con puestos de trabajo que se dividen en 27 puestos de preensamble y 30 puestos de ensamble.

Por otro lado, las desviaciones en el proceso de ensamble son registradas por el área de inspección y recuperación en una base de datos y estas, a su vez, se visualizan con la herramienta Power BI de Microsoft, con la cual se pueden filtrar y analizar dichas desviaciones por modelo, fecha, tipo de desviación, adjetivo o causa y el responsable. Algunos ejemplos de esta problemática pueden ser partes rayadas, defectuosas, destensionadas, mal guiadas, mal pegadas, etc. Ahora bien, es de anotar que históricamente los promedios de desviaciones tuvieron índices muy altos, con valores que llegaron incluso al 60 %. Para el año 2021 el promedio cerró en 39,66 %.

Por consiguiente, y con el objetivo de lograr un aumento en la productividad y eficacia de la operación de ensamble, se planteó reducir el índice de desviaciones al 15 %. Este argumento se vuelve significativo al resaltar que la producción mensual de motocicletas de la ensambladora supera las 10.000 unidades, siendo el modelo NKD el más relevante al representar el 45 % de la producción. Teniendo en cuenta este dato, se identificó a través del Principio de Pareto cuáles eran los puestos críticos y, de estos, cuál sería objeto de intervención.

De esta manera, se decidió intervenir el puesto 9 izquierdo tanto de la línea 1 como de la línea 2 de ensamble con el fin de solucionar la desviación por tensión de cadena ya fuera por defecto o exceso de tensión. Asimismo, se diseñó y fabricó un dispositivo en nylon tipo poka-yoke para flectar una porción de la cadena antes de asegurar el eje trasero de la motocicleta. Se empleó Autodesk Inventor para su diseño, se calculó el ángulo, el cual fue de 130° , así como el ancho del canal según el ancho de la cadena y geometría para, así, mejorar la ergonomía en la operación.

El dispositivo se fabricó al interior de la planta en el taller de mantenimiento. Se realizaron pruebas iniciales en el modelo NKD con resultados satisfactorios reduciendo a cero la desviación. Por lo demás, en la primera semana de pruebas se ensamblaron 800 unidades de NKD con la aplicación del dispositivo, arrojando 0 % de desviación por tensión de cadena. Tras el éxito de este desarrollo, el mismo se implementó para el resto de los modelos de la marca que contaban con cadena en su transmisión, diseñándose para para tipo de cadena 428 y 520.

Ahora bien, el siguiente punto consistió en el diseño de un estándar para el puesto de manubrios del modelo NKD. Tras realizar pruebas y análisis de la tensión de la guaya del acelerador, se concluyó que ajustando la tuerca del tensor dejando cuatro filetes libres con respecto a la contratuerca se reducía la holgura de la guaya de aceleración a 3 mm, estando inicialmente con holguras que oscilaban entre 10 y 20 mm. De esta forma, dicho estándar se validó con el área de capacitación de la planta y se aprobó, garantizando que alrededor de 4500 unidades mensuales estén ensambladas en un 100 % con tensión y holgura óptima de la guaya de aceleración.

Finalmente, y de acuerdo con el análisis del proceso llevado a cabo, es posible concluir que todas las metodologías, estándares, diseños, desarrollos y acciones tomadas durante el tiempo de la práctica dieron como resultado un aumento en el nivel de productividad de la ensambladora, pues se redujo el índice de desviaciones en 20 puntos porcentuales de enero a mayo de 2022, pasando del 43 % al 23,1 %. Teniendo en cuenta que el objetivo inicial consistía en una reducción del al 15 %, es necesario anotar que factores como la rotación de personal y la falta de capacitación de los nuevos operarios en el último mes afectaron el cumplimiento de tal propósito inicial.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Reducir los índices de desviaciones al 15 % en promedio mediante desarrollos metodológicos y técnicos de ingeniería aplicados en las líneas 1 y 2 de ensamble de la planta de AKT Motos en Envigado, Antioquia.

1.2 Objetivos específicos

- Analizar la base de datos de desviaciones mediante la herramienta Power BI para determinar las más críticas y recurrentes en el proceso de ensamble de motocicletas.
- Implementar *gadgets* o ayudas dinámicas que faciliten la estandarización de las operaciones en las líneas de ensamble.
- Diseñar metodologías y estrategias para aplicar eficientemente los estándares de operación de los puestos de ensamble y preensamble.

2 Marco conceptual

Desviaciones. En AKT Motos, las desviaciones son el registro de los datos cuantitativos y cualitativos de las motocicletas ensambladas que no cumplen el 100 % de requerimientos del estándar de inspección para el producto terminado. Algunos ejemplos son motor rayado, farola mal casada, cadena destensionada, parte defectuosa, etc.

CKD. El sistema CKD (cuyas siglas corresponden a *Complete Knock Down*) se basa en el envío de un punto a otro de la cadena logística de elementos desmontados por completo. Los componentes de automoción determinados viajan desde la planta de fabricación hasta otra planta que se encuentra ubicada en otro país. Es en el punto de destino donde se realiza el ensamblaje de las piezas (Torrijos, 2017).

Power BI. Es un servicio de análisis de datos orientado a proporcionar visualizaciones interactivas y capacidades de inteligencia empresarial con interfaces simples. Sirve para analizar datos a profundidad que, de otra forma, se pasarían por alto y que conducen a la obtención de conocimientos prácticos (Microsoft, s.f.).

Productividad. Relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados (Sladogna, 2017).

Proceso de ensamblaje. Unir, acoplar dos o más piezas entre sí para formar un conjunto o subconjunto completo (Torrijos, 2017).

3 Metodología

3.1 Técnicas e instrumentos para la recolección de información

3.1.1 Power BI

La calidad de la información y el manejo analítico de datos se ha convertido en una estrategia que no solo permite reducir costos, sino también encontrar propuestas de valor que permitan a los clientes satisfacer necesidades, recibir un mejor servicio y aumentar los niveles de fidelización (Sotaquirá Ayala, 2017).

3.1.2 Autodesk Inventor

Las herramientas de diseño asistido por computador CAD permiten crear nuevos dispositivos con la ventaja de la orientación a la reducción de la falla, detalles precisos, reducción de costos por experimentación con diferentes geometrías y material, además de la visualización y practicidad de las modificaciones. Este *software* se usó para el desarrollo del poka-yoke, a través del cual se generaron los planos de taller para su fabricación.

3.1.3 Observación de puestos de trabajo

Parte fundamental del proceso de análisis fue la intervención de puestos de trabajo de las líneas de ensamble 1 y 2. En esta observación se identificaron los puestos críticos y se recopiló información de primera mano por parte de los operarios de acuerdo con los requerimientos que sentían que necesitaban sus puestos de trabajo. Adicionalmente, se validaron los estándares de puesto de trabajo para verificar la afectación o el impacto que tendría el dispositivo en la operación. Así, se tomaron los tiempos del puesto, tiempo ciclo por modelo o *tack time* y se validó que la operación del poka-yoke no superara los tiempos del estándar del modelo.

3.2 Población y muestra

Para propósitos prácticos del proyecto se analizaron únicamente las líneas 1 y 2 de ensamble de la planta de AKT. La estructura del área de producción enfocada en las líneas de ensamble está conformada por un jefe de producción, tres coordinadores, cuatro supervisores y 180 operarios distribuidos en 28 puestos de preensamble y 31 puestos de ensamble por cada línea.

3.3 Etapas metodológicas

3.3.1 Fase 1. Búsqueda de información

Se analizó la base de datos de desviaciones a través de Power BI para obtener la información estadística, filtrada y precisa de las desviaciones del año 2021 e inicios de 2022 a través del Principio de Pareto para identificar las principales causas de acuerdo con la criticidad en el proceso.

En el área de inspección y recuperación disponen de una macro de Excel que permite generar una base de datos de acuerdo con las desviaciones detectadas por los operarios “testeadores”. Allí se guardaron datos en tiempo real correspondientes al modelo, concepto de desviación y causa. De igual forma, a través de la herramienta Power BI se recopiló toda la información de la base de datos y, luego, se analizó gráficamente por medio del filtro de la información puntual seleccionada por modelo y fecha de ensamble, además de cantidad de unidades ensambladas versus cantidad de unidades con desviaciones. Así, se evidenció que el promedio de las desviaciones del año 2021 fue de 39,66 %. Los datos mensuales correspondientes al mismo año se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1*Desviaciones mensuales del año 2021 en AKT Motos*

Mes	% Desviación
Enero	42 %
Febrero	42,6 %
Marzo	38 %
Abril	43 %
Mayo	46,4 %
Junio	40,3 %
Julio	43,6 %
Agosto	38,1 %
Septiembre	31,9 %
Octubre	34,2 %
Noviembre	37,8 %
Diciembre	38,1 %

* Los datos de desviaciones del año 2021 fueron obtenidos de la base de datos de Power BI de la ensambladora.

Fuente: AKT Motos (2021).

3.3.2 Fase 2. Diseño de propuesta

Se estudió la posible solución a la desviación. Esto implicó analizar el proceso completo de operaciones de producción para elegir si el índice se reduce con la implementación de otra metodología o con un dispositivo tipo poka-yoke (o ayudas dinámicas) que permitiera eliminar las posibilidades de error y así estandarizar el proceso.

3.3.3 Fase 3. Implementación de la propuesta

Se ejecutó el diseño y construcción de los dispositivos o sistemas mecánicos y metodologías. Esto incluyó el diseño conceptual, la elección del material más adecuado,

dimensiones y forma de mecanizado. Seguidamente, se calculó el ángulo del canal ideal para cada tipo de cadena. Por último, se procedió a realizar los planos y la fabricación.

3.3.4 Fase 4. Evaluación de la propuesta

Una vez implementado el método de solución, se hizo seguimiento en varios puntos clave de la operación para verificar la eficacia en la reducción de la desviación, los cuales fueron: operación en línea de ensamble, área de inspección y recuperación y lectura final en Power BI.

4 Resultados

4.1 Antecedentes de desviaciones por tensión de cadena

En diciembre de 2021 se realizó una inspección táctil en el patio a una muestra de 100 unidades de NKD. Se encontró que el 56 % de estas no cumplía con la holgura ideal de la cadena, la cual debe ser de 25 mm aproximadamente. Es de anotar que la novedad se presentó por exceso de tensión y no por exceso de holgura. Asimismo, se identificó que el resultado de la holgura de la cadena depende del criterio del operario, ya que el ajuste lo realizaba manualmente.

4.2 Tipos de cadenas de los modelos AKT

La Figura 1 da cuenta de los modelos de motocicletas AKT con sus respectivos tipos de cadena.

Figura 1

Características de las cadenas de los modelos de motocicletas AKT

			Paso (mm)	Diámetro del rodillo (mm)	Ancho entre eslabones interiores (mm)	Diámetro del pin (mm)	Longitud del pin (mm)	Diámetro externo del eslabón (mm)	Espesor del eslabón (mm)	Resistencia a la tracción
Ref. Moto	Cadena	Pasos	P	d1	b1	d2	L	h2	T	KN
AK125NKD EIII	428H	102	12.7	8.51	7.75	4.45	18.7	11.8	2.03	20.8
AK125FLEX EIII	428H	102	12.7	8.51	7.75	4.45	18.7	11.8	2.03	20.8
AK100NV EIII	428H	100	12.7	8.51	7.75	4.45	18.7	11.8	2.03	20.8
AK110NV EIII	428H	100	12.7	8.51	7.75	4.45	18.7	11.8	2.03	20.8
AK125CR4 EIII	428H	124	12.7	8.51	7.75	4.45	18.7	11.8	2.03	20.8
AK162CR4	428H	124	12.7	8.51	7.75	4.45	18.7	11.8	2.03	20.8
AK125TTR EIII	520H	102	15.875	10.16	6.25	5.08	18.9	15.09	2.42	28.1
AK200TTR EIII	520H	102	15.875	10.16	6.25	5.08	18.9	15.09	2.42	28.1
AK200DS EIII	428H	-	12.7	8.51	7.75	4.45	18.7	11.8	2.03	20.8

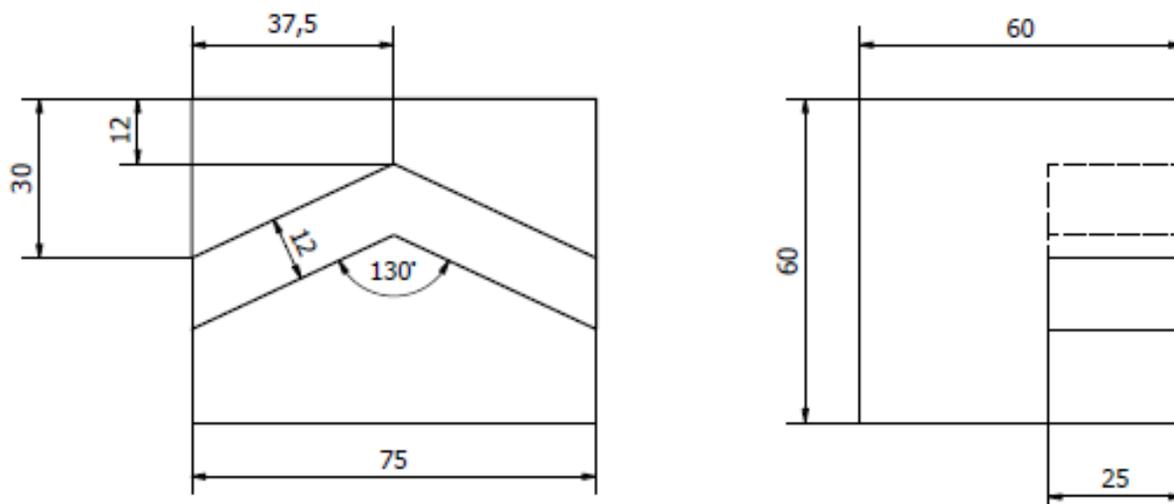
Fuente: elaboración propia a partir de la recopilación de información en archivos digitales y en campo de la ensambladora.

4.3 Dispositivo

Se diseñó y fabricó un dispositivo tipo poka-yoke en el cual se insertó la cadena para que se flecte previo a la tensión y el apriete del eje trasero para garantizar la holgura adecuada (ver figuras 2 y 3).

Figura 2

Ilustración del plano general del dispositivo. Medidas en mm



Fuente: elaboración propia. *Software* Autodesk Inventor.

Figura 3

Fotografías con vista isométrica del dispositivo diseñado y fabricado en nylon



Fuente: elaboración propia. *Software* Autodesk Inventor.

Tabla 2*Generalidades del dispositivo*

Categoría	Descripción	Definiciones
Material	Nylon 66	Liviano, con buena resistencia al desgaste, fácil de maquinar.
	Acero o aluminio	Pesado para la mano del operario. Al ser un metal, los riesgos por rayadura de piezas de la motocicleta durante la operación eran demasiado altos. Más costoso que el nylon.
Dimensiones	Dispositivo para cadena 428	78 x 65 x 65 mm. Ángulo 130° con esquinas internas achaflanadas. Ancho de canal 15 mm.
	Dispositivo para cadena 520	78 x 65 x 65 mm. Ángulo de 130° sin esquinas internas achaflanadas. Ancho de canal 19 mm.
Cadenas	Referencia de cadena 428	Ensamblada en los modelos NKD, Flex, NV100, NV100 y DS200. Para motos de ciudad o de trabajo liviano.
	Referencia de cadena 520	Ensamblada en los modelos enduro como TTR125 y TTR200. Además de estar presente en las Royal Enfield Himalayan y Meteor 350.

A continuación, la Figura 4 muestra las propiedades físicas y mecánicas del nylon 66, material escogido para la fabricación del dispositivo.

Figura 4*Propiedades físicas y mecánicas del nylon 66*

Physical Properties	Metric	English
Density	1.11 - 1.17 g/cc	0.0401 - 0.0423 lb/in ³
Water Absorption	0.300 - 7.00 %	0.300 - 7.00 %
Moisture Absorption at Equilibrium	1.00 - 3.00 %	1.00 - 3.00 %
Water Absorption at Saturation	2.20 - 7.00 %	2.20 - 7.00 %
Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Rockwell M	80.0 - 88.0	80.0 - 88.0
Hardness, Rockwell R	100 - 120	100 - 120
Hardness, Shore D	75.0 - 85.0	75.0 - 85.0
Ball Indentation Hardness	70.0 - 175 MPa	10200 - 25400 psi
Tensile Strength, Ultimate	50.0 - 90.0 MPa	7250 - 13100 psi
Tensile Strength, Yield	40.0 - 100 MPa	5800 - 14500 psi
Elongation at Break	5.00 - 120 %	5.00 - 120 %
Elongation at Yield	5.00 %	5.00 %
Creep Strength	6.00 - 24.0 MPa	870 - 3480 psi
Modulus of Elasticity	1.30 - 4.20 GPa	189 - 609 ksi
	0.400 - 0.800 GPa @Temperature 100 - 100 °C	58.0 - 116 ksi @Temperature 212 - 212 °F
Flexural Yield Strength	20.0 - 150 MPa	2900 - 21800 psi
Flexural Modulus	1.30 - 3.70 GPa	189 - 537 ksi
Compressive Yield Strength	6.00 - 162 MPa	870 - 23500 psi
Compressive Modulus	1.80 - 2.76 GPa	261 - 400 ksi
Shear Strength	44.8 - 75.8 MPa	6500 - 11000 psi
Izod Impact, Notched	0.214 - 0.961 J/cm	0.400 - 1.80 ft-lb/in
Izod Impact, Notched (ISO)	2.50 - 100000 kJ/m ²	1.19 - 47600 ft-lb/in ²
Charpy Impact Unnotched	5.00 J/cm ² - NB	23.8 ft-lb/in ² - NB
Charpy Impact, Notched	0.300 - 10.0 J/cm ²	1.43 - 47.6 ft-lb/in ²
Tensile Impact Strength	72.0 kJ/m ²	34.3 ft-lb/in ²
Coefficient of Friction	0.0400 - 0.600	0.0400 - 0.600
Coefficient of Friction, Static	0.200 - 0.350	0.200 - 0.350
Tear Strength Test	0.150 - 1.80	0.150 - 1.80
K Factor (Wear Factor)	4.00e-11 - 1.00e-10	4.00e-11 - 1.00e-10
K (wear) Factor	8.06 - 500 x 10 ⁻⁸ mm ³ /N-M	4.00 - 248 x 10 ⁻¹⁰ in ³ -min/ft-lb-hr

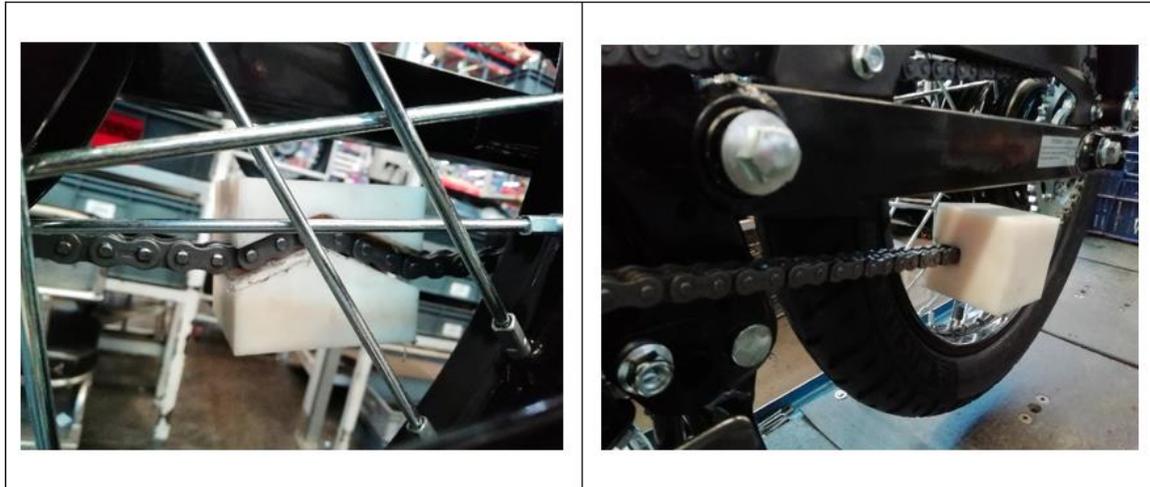
Fuente: MatWeb Material Property Data (s.f.).

4.4 Estándar de utilización del dispositivo**Uso del dispositivo:**

1. Antes de tensionar y apretar el eje trasero, se inserta la cadena en el canal del dispositivo.
2. Se ajustan los dos tensores de cadena hasta que quede rígida y se aprieta el eje trasero con su respectivo torque.
3. Una vez ajustado el tren trasero de la motocicleta se retira el dispositivo.

Figura 5

Aplicación del dispositivo en línea de ensamble



Fuente: elaboración propia.

4.5 Pruebas

4.5.1 Pruebas estáticas

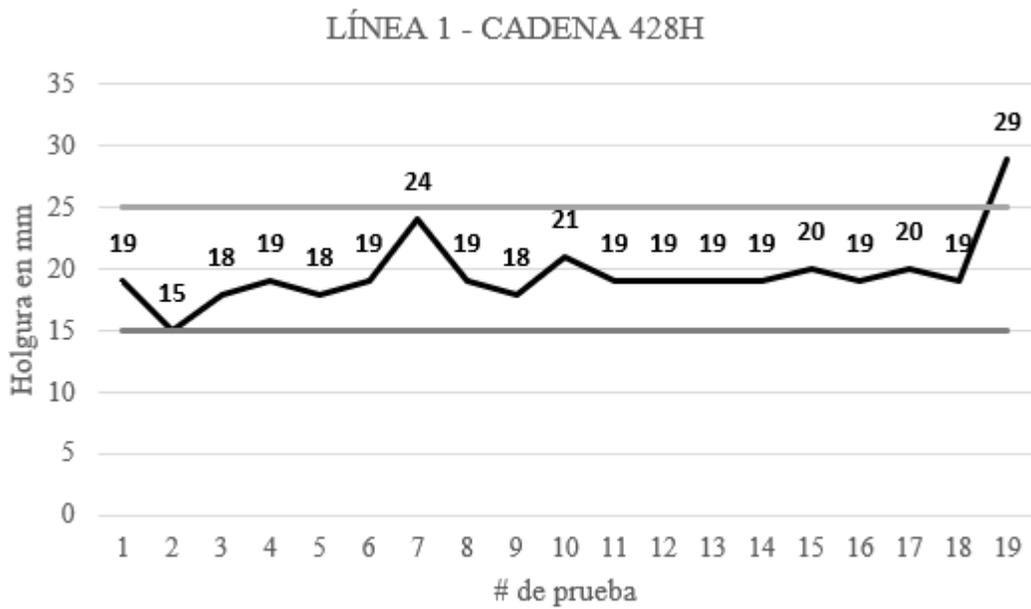
Inicialmente, se tomaron motocicletas ya ensambladas y se realizó la verificación con el dispositivo en los modelos NKD Led, Flex, CR4 y NV. Adicionalmente, se tomó la motocicleta (producto terminado), se aflojaron los dos tensores de cadena y el eje, se insertó el dispositivo y se ajustaron los tensores hasta el punto inminente donde la cadena queda inmóvil (esto se hace para no exceder el apriete). Luego, se le dio apriete al eje con el respectivo torque. Finalmente, se tomó la medida de la holgura final y se aprobaron los ensayos.

4.5.2 Pruebas en línea de ensamble

Criterio de intervalo permitido para la holgura de ensamble de la cadena: 15 mm a 25 mm.

Figura 6

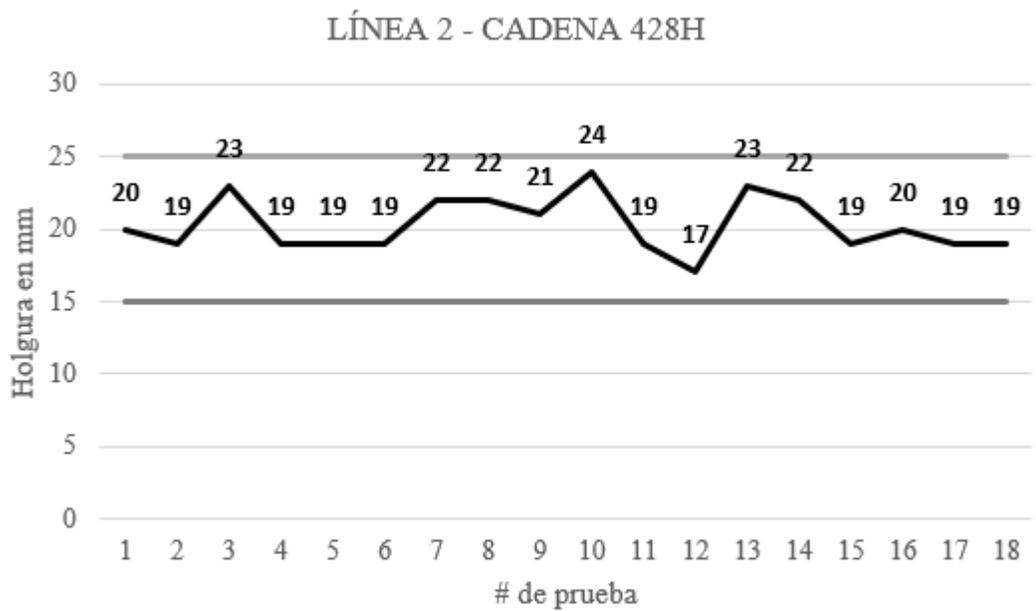
Pruebas en línea 1 de ensamble



Fuente: elaboración propia.

Figura 7

Pruebas en línea 2 de ensamble



Fuente: elaboración propia.

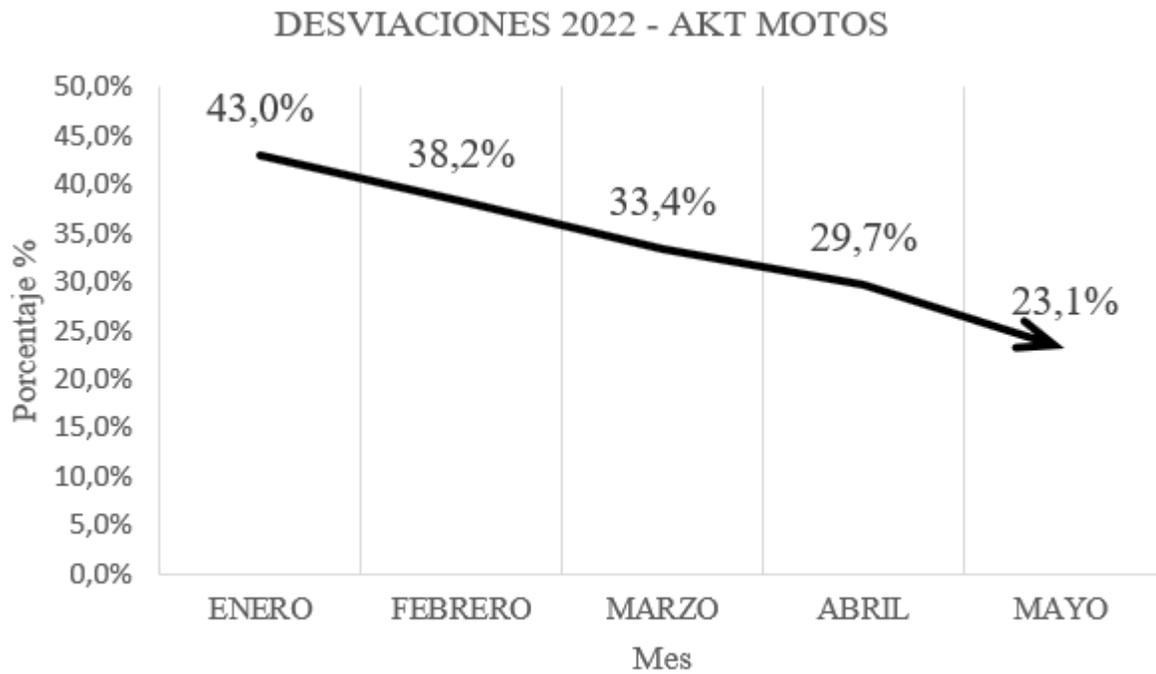
4.6 Acciones complementarias

Otra de las estrategias tomadas para aumentar la eficacia de producción reduciendo el nivel de desviaciones consistió en la gestión en el día a día de ensamble, conectando personalmente el área de inspección y recuperación con los puestos de trabajo de las líneas de ensamble en tiempo real. Inicialmente, los dos primeros meses fueron de observación de puestos de trabajo y estándares de operación de cada modelo para identificar y validar si el operario cumplía a cabalidad con sus funciones que garantizaran un ensamble con todos los requerimientos de calidad. Después de adquirir el conocimiento, se tuvo el criterio para determinar las causas de muchas de las desviaciones que estaban ocurriendo en tiempo real, evitando así la recurrencia.

Por ejemplo, se cambió el orden de algunas operaciones para facilitar la metodología del operario. También se identificaron herramientas con fallas que no permitían un ensamble adecuado y que producían desviaciones tales como torques inadecuados o fuera del valor estándar, torquímetros descalibrados, pistolas atornilladoras eléctricas defectuosas, puntas de herramientas desgastadas, etc. Esto ocasionaba desajustes y daños en tornillería que se solucionaron debido a la gestión oportuna.

4.7 Resumen de desviaciones 2022

Después de implementar el dispositivo tipo poka-yoke, así como las acciones tomadas para la reducción de las desviaciones en líneas de ensamble, se lograron obtener los resultados más importantes durante el desarrollo de la práctica académica en AKT Motos. A continuación, se presenta el resumen del índice promedio de desviaciones de la ensambladora en los primeros cinco meses del año 2022 (ver Figura 8):

Figura 8*Resumen de desviaciones en AKT Motos, 2022***Fuente:** elaboración propia.

5 Análisis

Al analizar la operación, se requería inicialmente un dispositivo pequeño y liviano que garantizara una buena ergonomía para el operario que lo usa continuamente en un turno de ocho horas. En ese sentido, el diseño debía ser lo suficientemente resistente para operar en una planta de alta producción, permitiendo tensionar entre 200 y 250 cadenas al día por cada línea de ensamble.

La holgura ideal de la cadena de una motocicleta es de 25 mm, sin embargo, este no es el valor que debía tener la holgura en el momento del ensamble debido a que la cadena estaba nueva. Por tanto, con las pruebas en el dinamómetro tras la inspección de potencia y frenado o tras los primeros metros de recorrido, la cadena tiende a ceder. Se identificó entonces que el valor promedio de elongación tras el encendido del motor y puesta en marcha es de 5 mm. Por tal motivo, la holgura de ensamble se parametrizó en 15 mm y se diseñó el dispositivo con este propósito.

6 Conclusiones

En primer lugar, se evidenció que la desviación por tensión de cadena fue eliminada en su totalidad. Al respecto, dicha categoría representaba en diciembre de 2021 el 56 % de la producción de NKD Led. Tras la implementación del dispositivo y puesta en marcha en las dos líneas de ensamble de NKD Led, la desviación se redujo al 0 %. A saber, el índice de desviaciones durante los primeros cinco meses de 2022 se redujo en 20 puntos porcentuales luego de poner en práctica todas las acciones de diseño e implementación durante el semestre de industria, lo que significó pasar de un 43 % en enero de 2022 a un 23,1 % en mayo del presente año.

Es de anotar, por lo demás, que las referencias NKD Classic, NKD MASTECH y NKD EX 73 son ensambladas con llanta trasera Michelin 100/90/18, las cuales tienen una relación alto/ancho mayor que la convencional 3,00-18 marca Kontrol. Por este motivo, estas referencias quedan con una holgura de cadena inferior a 10 mm, por lo que no es posible implementar el dispositivo en tanto el sistema de transmisión por cadena queda al límite. Sin embargo, el modelo convencional NKD Led, que tiene la mayor representación en volumen de producción con respecto al resto de modelos fue el apto para aplicar el dispositivo al igual que los modelos enduro, semiautomáticas y de Royal Enfield.

Por último, se debe mencionar que la reducción del nivel de desviaciones depende en gran medida de la estabilidad del personal operativo de la planta, de la capacitación y formación de ensamble adquirida y de la repetibilidad de los modelos de producción para adquirir experiencia a corto plazo y memoria operativa. Frente a esto, en mayo de 2022 hubo en la ensambladora nuevos ingresos de personal, de manera que se produjo un estancamiento en la tendencia a la baja. Es por esto por lo que para el mes de junio se pronostica un aumento significativo de las desviaciones mientras ocurre nuevamente del personal.

Referencias

- MatWeb Material Property Data. (s.f.). *Overview of materials for Nylon 6, Cast*. MatWeb Material Property Data: <https://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=8d78f3cfcb6f49d595896ce6ce6a2ef1>
- Microsoft. (s.f.). *Pase de los datos al conocimiento y la acción con Power BI Desktop*. Microsoft: <https://powerbi.microsoft.com/es-es/desktop/>
- Sladogna, M. (2017). *Productividad: definiciones y perspectivas para la negociación colectiva*.
- Sotaquirá Ayala, W. (2017). *Power BI como herramienta de big data & business analytics para Onelink Colombia*. Medellín: Universidad EAFIT.
- Torrijos, M. (2017, julio 11). *El embalaje en la logística de automoción CKD, MKD y SKD*. Meetlogistics: <https://meetlogistics.com/operadorlogistico-transporte/el-embalaje-en-la-logistica-de-automocion-ckd-mkd-y-skd/>