

PRÁCTICA ACADÉMICA EN TRANSEJES TRANSMISIONES HOMOCINÉTICAS
DE COLOMBIA S.A.

JULIÁN FELIPE MONCADA CASTRO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

BUCARAMANGA

2020

PRÁCTICA ACADÉMICA EN TRANSEJES TRANSMISIONES HOMOCINÉTICAS
DE COLOMBIA S.A.

Autor:

Julián Felipe Moncada Castro

Director:

Oscar Eduardo Rueda Sánchez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

BUCARAMANGA

2020

PRÁCTICA ACADÉMICA EN TRANSEJES TRANSMISIONES HOMOCINÉTICAS
DE COLOMBIA S.A.

Informe de práctica realizado por JULIÁN FELIPE MONCADA CASTRO bajo la dirección de OSCAR EDUARDO RUEDA SÁNCHEZ, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de ingeniero mecatrónico.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	8
1.1	Descripción de la empresa.....	8
1.2	¿Cómo se desarrollan las practicas académicas en esta empresa?.....	9
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	Objetivo general.	10
2.2	Objetivos específicos.	10
3	MARCO CONCEPTUAL	11
3.1	Lean Manufacturing.....	11
3.1.1	Trabajos estandarizados.....	12
3.1.2	Poka – Yoke	13
3.1.3	Kaizen (sistema de mejora continua).....	14
3.1.4	Metodología 5'S	15
3.1.5	Ayudas visuales.....	17
3.2	Accountability Board.....	17
3.3	AviX.....	18
3.4	Norma ISO 9001 (Sistema de Gestión de la Calidad)	20
3.5	Compliant-Pro	22
3.6	Impresión 3D.....	23
3.6.1	Métodos de impresión 3D	23
3.6.2	Materiales compatibles con el modelo de impresión por deposición fundida (FDM).....	25

3.7	Escáner en 3D.....	27
3.8	Automatización.....	28
3.9	GRAFNET o red de Petri.....	29
3.10	Actuadores neumático.....	30
3.10.1	Actuadores lineales de simple efecto.....	31
3.10.2	Actuadores lineales de doble efecto	31
3.10.3	Fuerza desarrollada por un actuador lineal.....	31
4	ACTIVIDADES REALIZADAS.....	33
4.1	Manual Dana Operating System (DOS)	33
4.1.1	Trabajos estandarizados.....	34
4.1.2	Kaizen.....	34
4.1.3	Ayudas visuales y alertas de calidad	35
4.1.4	Fichas 5'S.....	35
4.2	Certificación Norma ISO 9001 (Sistema de gestión de calidad).....	35
4.2.1	Modificación y actualización del formato (Formulario de evaluación y riesgo) 36	
4.2.2	Modificación y rotulación de documentos	37
4.3	Actividades extralaborales	38
4.3.1	Accountability Board	38
4.3.2	Apoyo al centro de distribución (CD)	39
4.3.3	Presentaciones componentes de los proveedores	39
4.4	Proyectos	39
4.4.1	Proyecto de innovación.....	39

4.4.2	Proyecto automatización FDF.....	41
5	CONCLUSIONES	42
6	BIBLIOGRAFÍA.....	43

TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Logo de Transejes transmisiones Homocinéticas de Colombia S.A [1]...	8
Figura 2. DANA OPERATING SYSTEM (DOS) [3].....	11
Figura 3. Conector USB, Poka – Yoke [7].	13
Figura 4. Kaizen (Sistema de mejora continua) [11].....	15
Figura 5. Metodología 5'S [13].....	17
Figura 6. Interfaz principal Accountability Board [35].....	18
Figura 7. Logo software AviX [16].....	18
Figura 8. Análisis resultado del método [16].	19
Figura 9. Logo norma ISO 9001 [17].	20
Figura 10. Logo software Compliant-Pro [18]	22
Figura 11. Diseño impreso en 3D [19].	23
Figura 12. Impresión 3D por estereolitografía [20].....	23
Figura 13. Impresión 3D de sinterización selectiva por láser [20].....	24
Figura 14. Impresión 3D por inyección [20].	24
Figura 15. Impresión 3D por deposición de material fundido (FDM) [21].....	25
Figura 16. Filamento para impresora 3D [22].	26
Figura 17. Escáner 3D Sense [24].....	27
Figura 18. Escáner 3D con su respectiva visualización del objeto en el software [26].	28
Figura 19. Robótica automatizada en el sector automotriz [27].	28
Figura 20. Representación GRAFCET [30]	29
Figura 21. Actuador neumático de doble efecto [32].	31
Figura 22. Manual Dana Operating System (DOS) [36].....	33
Figura 23. Realización de trabajo estándar utilizando el software AviX [16].....	34
Figura 24. Interfaz gráfica registro del centro de distribución (CD) [36].....	36
Figura 25. Interfaz gráfica sistema de calidad y operaciones de THC [36].....	36
Figura 26. Interfaz gráfica sistema de calidad y operaciones de TR [36].	37
Figura 27. Carpetas con los documentos actualizados [36].....	37
Figura 28. Reunión diaria presentación pendientes [36].....	38
Figura 29. Implementos utilizados y software del escáner 3D [36].	40
Figura 30. Impresión 3D en formato PLA [36].	40
Figura 31. Impresión 3D en formato fibra de carbono [36].	41

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la empresa.



Figura 1. Logo de Transejes transmisiones Homocinéticas de Colombia S.A [1].

Transejes transmisiones Homocinéticas de Colombia (THC), es una empresa dedicada al sector automotriz, es decir, a la fabricación de partes o componentes que se relacionan con el eje homocinético de los automóviles livianos, dicha empresa se caracteriza por ser una de las compañías sobresalientes tanto a nivel nacional, como a nivel internacional.

A lo largo de los años THC se ha destacado por la elaboración de sus productos logrando así reconocimientos de calidad, servicio, tecnología y precio por parte de grandes clientes como los son General Motors y Sofasa.

Asimismo, se ha distinguido por ser una de las empresas en llevar en sus procesos el modelo de gestión de Lean Manufacturing, dicho modelo se caracteriza por llevar un orden adecuado ya sea para la empresa, como para el producto final el cual dispondrá el cliente.

1.2 ¿Cómo se desarrollan las practicas académicas en esta empresa?

En el transcurso de los años Transejes Transmisiones Homocinéticas de Colombia (THC) se ha destacado por ser una empresa que se dedica en la contratación de estudiantes que estén en el último semestre ya sea de una carrera universitaria o contratos SENA, con el fin de realizar la practica académica cumpliendo con los objetivos establecidos por la universidad.

En la empresa se desarrollan tanto las habilidades aprendidas en la universidad con la implementación de un proyecto establecido, como también actividades administrativas que los jefes inmediatos de cada una de las áreas proponen a cada uno de los estudiantes pasantes, ya sea apoyando en el mejoramiento de la compañía.

Asimismo, como se mencionó anteriormente THC es una empresa dedica al sector automotriz y los avances se ven reflejados día a día con la implementación de nuevas tecnologías o nuevos procesos automatizados, por tal motivo es requerido el apoyo de un pasante para la realización de trabajos entandares y determinar la efectividad de cada una de las líneas de la planta.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.

Apoyar la gestión documental, actividades, planes y proyectos para el área de procesos.

2.2 Objetivos específicos.

- Apoyar la gestión documental y actividades propuestas por el jefe inmediato.
- Apoyar en el diseño y selección de actuadores para el proyecto establecido.

3 MARCO CONCEPTUAL

3.1 Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing, o también llamado Lean Production, es un método de organización del trabajo que se centra en la continua mejora y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso [2].

Tiene como objetivo principal minimizar las pérdidas que se producen en cualquier proceso de fabricación, y utilizar solo aquellos recursos que sean imprescindibles. Así, eliminando el despilfarro se mejora y se reduce el tiempo de fabricación y los costes [2].

DANA OPERATING SYSTEM (DOS) se caracteriza por llevar un sistema operativo óptimo para cada una de las áreas tanto de producción como administrativas, es por ello por lo que sigue una serie de pasos mejorando el nivel de la empresa.

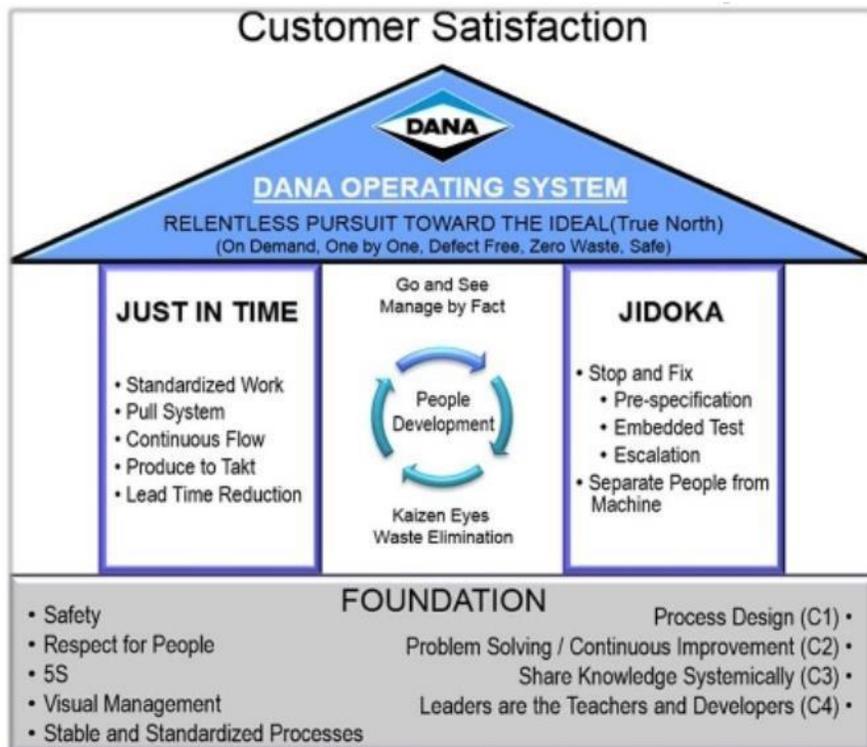


Figura 2. DANA OPERATING SYSTEM (DOS) [3].

La creación de flujo se focaliza en la reducción de los ocho tipos de “desperdicios” en productos manufacturados [4]:

- Sobreproducción
- Tiempo de espera.
- Transporte.
- Exceso de procedimientos.
- Inventario.
- Movimientos.
- Defectos.
- No utilizar la creatividad de la gente.

3.1.1 Trabajos estandarizados

La estandarización de tareas y procesos es uno de los fundamentos de mejora continua. Su objetivo es reducir la variabilidad en un proceso, documentando y capacitando a los trabajadores sobre la mejor forma de llevar a cabo ese proceso para cumplir las exigencias requeridas por el mercado: calidad, seguridad, entrega y coste [5].

El trabajo estandarizado ofrece los siguientes beneficios [6]:

- La estabilidad del proceso: Estabilidad significa repetitividad. Es necesario cumplir con productividad, calidad, costo, tiempo de espera, seguridad y los objetivos ambientales siempre.
- Aclarar puntos de inicio y parada para cada proceso: Esto, y el conocimiento del takt, es decir, el ritmo de la producción racionalizada con el ritmo de ventas y tiempos de ciclo permite ver la condición de producción de un vistazo. ¿Se está por delante o por detrás? ¿Hay algún problema?
- El aprendizaje organizacional: El trabajo estandarizado conserva el “know – how” y la experiencia. Si un empleado antiguo se va, no se pierde su experiencia.
- Auditoria y resolución de problemas: El trabajo estandarizado permite evaluar la situación actual e identificar problemas. Los puestos de control y los pasos fundamentales del proceso son fáciles de rastrear. Se pueden hacer preguntas importantes:

¿Los miembros del equipo pueden hacer el proceso sin problemas o están quedando atrás?

¿Si se están quedando atrás, en qué medida y en qué elemento de trabajo?

¿Cómo se pueden mejorar estos elementos?

- Participación de los empleados y Poka – Yoke: En el sistema Lean, los miembros del equipo desarrollan el trabajo estandarizado, con el apoyo de los supervisores e ingenieros. Por otra parte, los miembros del equipo identifican oportunidades para la comprobación de errores o dispositivos Poka – Yoke sencillos y baratos.
- Kaizen (Sistema de mejora continua): Los procesos son principalmente “MUDAS” (eliminación de desperdicios y despilfarros). Una vez que se haya logrado la estabilidad del proceso, se está dispuesto a mejorar. El trabajo estandarizado proporciona la base sobre la cual podemos medir la mejora.
- Formación: El trabajo estandarizado proporciona una base para la formación de los empleados. Una vez que los operarios están familiarizados con los formatos normalizados de trabajo, se convierte en una segunda naturaleza para ellos para hacer el trabajo de acuerdo con las normas. Los pasos fundamentales y puestos de control sirven como recordatorios constantes.

3.1.2 Poka – Yoke

Es una técnica de calidad que se aplica con el fin de evitar errores en la operación de un sistema. Por ejemplo, el conector de un USB es un Poka – Yoke, puesto que no permite conectarlo al revés [7].



Figura 3. Conector USB, Poka – Yoke [7].

Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones, ya sean de origen humano o automatizado. Se puede implementar también para facilitar la detección de errores [8].

Los Poka – Yoke pueden utilizarse en diversos contextos, desde las operaciones, pasando por los procesos productivos o administrativos, servicios, inclusive en la experiencia del usuario o la usabilidad de un producto. Se puede percibir las ventajas de su implementación, algunas de las cuales son [9]:

- Elimina o reduce la posibilidad de cometer errores (aplica para los operarios o para los usuarios).
- Contribuye a mejorar la calidad en cada operación del proceso.
- Proporciona una retroalimentación acerca de los errores del proceso.
- Evita accidentes causados por fallas humanas.
- Evita que acciones o medidas críticas dependan del criterio o la memoria de las personas.
- Son mecanismos o dispositivos de fácil implementación, razón por la cual los operarios del proceso pueden contribuir significativamente en ella.
- Mejora la experiencia de uso en los clientes: productos más sencillos de instalar, ensamblar y usar.
- Evita errores en el cliente que puedan afectar la calidad de los productos o la integridad de las personas.

3.1.3 Kaizen (sistema de mejora continua)

El método Kaizen es un sistema de gestión que está orientado a la mejora continua de procesos en busca de radicar todas aquellas ineficiencias que conforman un sistema de producción [10].

Los principales objetivos en el sistema de mejora continua son los siguientes [11]:

- Aumentar el nivel de calidad.
- Mejorar la satisfacción del cliente (con disminución de las NO conformidades del cliente).

- Optimización de la gestión de la empresa.
- Incrementar en el rendimiento de equipos humanos.

Para conseguir reducir los costes y mejorar en calidad, se debe focalizar en los siguientes aspectos [11]:

- Disminución de stocks.
- Optimización de la zona de fábrica y de almacenes.
- Reducción de tiempos.

Teniendo en cuenta la implementación de la siguientes herramientas [11]:

- TPM (Mantenimiento productivo total)
- Gestión de calidad total (TQM)
- Ajuste de los tiempos de producción y de máquina.
- Just In Time (JIT). Entrega de material en cantidad y tiempo exacto.



Figura 4. Kaizen (Sistema de mejora continua) [11].

3.1.4 Metodología 5'S

La metodología 5'S es una herramienta de gestión cuyo objetivo es la productividad y la calidad principalmente en el sector industrial. Para eso, este método busca la

organización, disciplina, limpieza, eliminación de ciclos de desperdicios y seguridad de los procesos productivos y del local de trabajo [12].

Las 5'S hacen posible la ejecución de tareas con el mínimo de fallas, ociosidades y accidentes. A pesar de que su aplicación es sencilla, los resultados son perceptibles y altamente importantes para su competitividad, destaque en el mercado y adecuación al concepto de la industria 4.0, que alía productividad y calidad [12].

Cada 5'S representa un proceso que puede ser mejorado y optimizado en la industria [12]:

- Seiri – Uso: Se hace el análisis y la separación de los materiales, equipos e instrucciones que son necesarios de aquellas que no lo son. Esto es hecho para que todo aquello que no es relevante sea removido de su línea de producción.
- Seiton – Organización: Este principio orienta a que todas las herramientas y materias primas sean colocadas y organizadas en locales de fácil y rápido acceso. Cuando los utensilios de trabajo están esparcidos, desorganizados y en difícil localización, automáticamente la productividad de su equipo es afectada, principalmente, en el desperdicio de tiempo para encontrar los materiales y la brecha que se abre para la ociosidad.
- Seiso – Limpieza: Esta etapa traduce la importancia de la limpieza del ambiente de trabajo, considerando que mantener limpio el espacio físico de una industria influye en la relación interpersonal, la reducción de accidentes y la conservación de los equipos y herramientas.
- Seiketsu – Estandarización y salud: Este sentido orienta que la estandarización de colores, iluminación y localización, incluyendo baños y comedores, ayuda en la identificación de problemas que pueden afectar la salud de los colaboradores y provocar accidente. De acuerdo con la metodología 5'S, esta etapa hace posible la reducción de problemas ergonómicos y presenta mejoras en el equilibrio mental, físico y de seguridad.
- Shitsuke – Disciplina y autodisciplina: El objetivo es buscar el compromiso personal y con la empresa. Para eso, son destacados estándares morales y éticos, principalmente, aquellos propios de cada colaborador.



Figura 5. Metodología 5'S [13].

3.1.5 Ayudas visuales

La gestión o ayudas visuales (visual management) es una estrategia que se puede aplicar en el trabajo y que, a través de distintas acciones, basadas en gráficos y colores, de tal manera que las personas puedan comprender más rápidamente el significado o el estado de la información que se requiere transmitir [14].

Cuando se agrega un complemento de gestión visual, con imágenes claras e indicaciones precisas se evitan re – trabajos, desperdicios, además se acelera el proceso de aprendizaje y los tiempos de operación. Evita tener que revisar los manuales o preguntar a otros operarios que no estén del todo enterados [15].

Tiene como objetivo fundamental simplificar la información, separando lo importante de lo que no lo es, es decir, los focos que requieren más atención del resto. Esto se puede conseguir de distintas maneras, basándose la gestión visual en el aspecto gráfico, usando códigos de colores, dibujos significativos y otras técnicas de diseño que son fácilmente asimiladas por las personas [14].

3.2 Accountability Board

El Accountability Board es un macro de Excel propuesto como Kaizen por trabajadores de DANA con el fin de llevar un orden adecuado con los pendientes establecidos por cada una de las áreas de la empresa, dando a conocer la fecha en la que se detectó el

hallazgo y la posible fecha de cierre. El líder de cada pendiente lo solucionara ya sea antes o justo en la fecha establecida, o como consecuencia final el aplazamiento de este.



Figura 6. Interfaz principal Accountability Board [35].

3.3 AviX

AviX Métodos es un software de tiempos y movimientos que utiliza tiempos estándares por cronometro o basados en MTM, facilita el analizar las operaciones de trabajo y crear datos básicos para el balanceo, el cálculo de tiempos de ciclo y determinación de tiempos estándares, es un método simple y rápido de análisis proporcionando información detallada de los tiempos de las operaciones de trabajo individuales para líneas de producción completas [16].

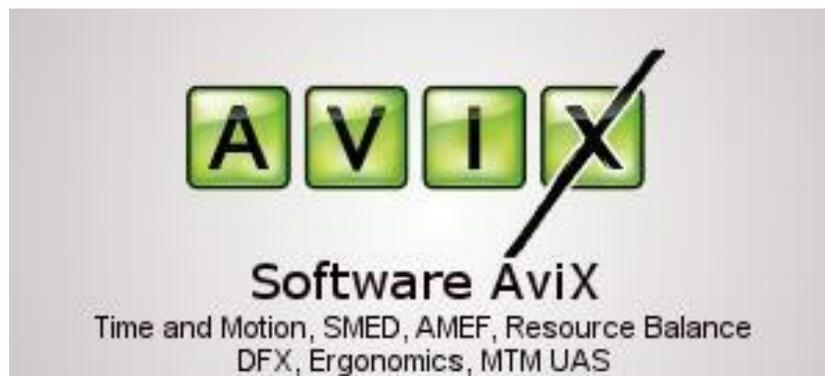


Figura 7. Logo software AviX [16].

- Tiempos con video grabación: Permite analizar procesos con toma de video o bien sin el video, solo el cronometro o sistemas PMTS MTM. El uso de la tecnología

de video crea un compromiso entre los empleados, y la operación. El video tiene muchas ventajas, como la compatibilidad con análisis de métodos rápidos y precisos el cual proporciona una ayuda visual para comunicar desviaciones, mejoras y resultados.

- Elimina desperdicios: El estudio de trabajo con AviX métodos, permite fácilmente distinguir qué elementos del proceso consumen la mayoría de los recursos. Esto facilita la identificación de las áreas con el mayor potencial de mejora. El ahorro de tiempo se simula directamente para varias propuestas de mejora y proporciona un mayor soporte de decisiones para futuras inversiones.
- Reduce el costo de operación: La combinación de tiempos, colores, videos detallados y notas de acción convierten al software de tiempos y movimientos AviX en una herramienta muy flexible de mejora continua y reducción de costos de operación.

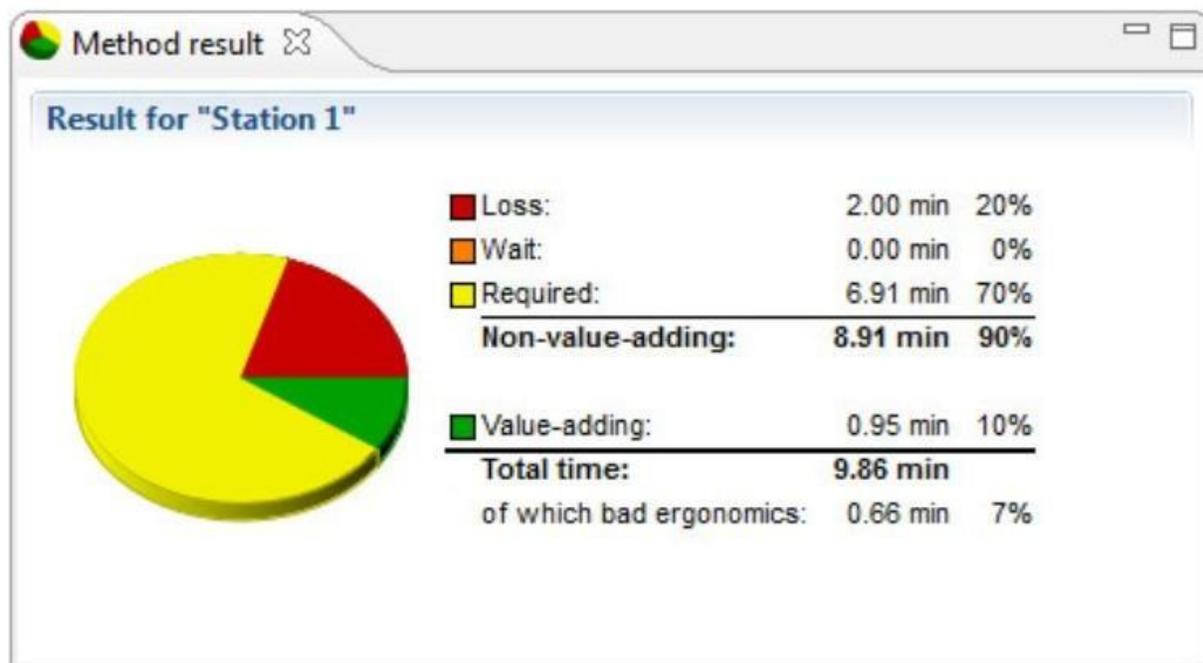


Figura 8. Análisis resultado del método [16].

A continuación, se menciona las áreas de uso (Modulo de métodos) [16]:

- Estudiar el trabajo.
- Tiempos estándares.

- Mejorar productividad.
- Optimizar el Lay-Out.
- Creación de PNOs.
- Simular mano de obra.

3.4 Norma ISO 9001 (Sistema de Gestión de la Calidad)



Figura 9. Logo norma ISO 9001 [17].

Un sistema de gestión de calidad (SGC) comprende un conjunto de normas y estándares a nivel internacional. Éstos están interrelacionados entre sí con la finalidad de cumplir las expectativas en materia de calidad que una empresa debe tener en cuenta para satisfacer a sus clientes. Se trata de que las actividades se planeen y se controlen de modo que se logre la mayor calidad posible para satisfacer al cliente [17].

El objetivo de los estándares y las normas internacionales es simplificar los procesos de las empresas e incrementar la calidad de los servicios y productos de uso cotidiano. A través de la mejora continua de los sistemas de producción de las empresas, se asegura que, tanto las materias primas como el producto final pasando por el proceso productivo, cumplen los requisitos establecidos y son adecuados [17].

La norma ISO 9001 es la que establece los requisitos que una empresa debe cumplir para tener un correcto sistema de gestión de la calidad instaurado en su sistema productivo [17].

A continuación, se mencionan los beneficios al tener la norma ISO 9001 [17]:

- Mayor peso frente a la competencia al contar con un certificado ISO 9001 y saber que sus productos superan unos estándares de calidad.
- Incremento de la calidad de los productos o servicios que aumentarán el grado de satisfacción de los clientes.
- Al aplicar técnicas de trabajo más eficaces, se consigue un ahorro de tiempo, dinero y recursos.
- Minimización del número de errores al tener las técnicas de trabajo mejor definidas e incremento de los beneficios.
- El sistema de gestión de la calidad ISO 9001 mejora las condiciones de los trabajadores, por lo que se produce un incremento notable en su motivación y nivel de compromiso.
- La mejora de la calidad y del servicio de atención al cliente derivados de la norma ISO 9001 desemboca en un incremento del número de clientes.
- El ser una empresa que cuenta con certificación ISO 9001 amplía las oportunidades de negocio.

Dentro de los requisitos estipulados por la Norma ISO 9001, encontramos que los puestos de más responsabilidad de la compañía deben mantener un ambiente óptimo para el desarrollo del trabajo, donde los trabajadores se sientan involucrados para operar de modo eficaz [17].

Las acciones de la dirección según la norma ISO 9001, son [17]:

- Fomentar la calidad como política y objetivos de la empresa.
- Animar a la participación de los trabajadores, motivándolos y concienciándolos.
- Orientar a toda la empresa para conseguir la satisfacción del cliente.
- Proporcionar los recursos necesarios para conseguir el cumplimiento de los requisitos de calidad de la norma ISO 9001.

- Garantizar la eficiencia y eficacia del sistema.
- Evaluar y revisar periódicamente el sistema.
- Buscar siempre mejoras para el sistema de gestión de la calidad.

Al ser empresas que tienen el foco puesto en el cliente, la satisfacción de las necesidades del cliente que refleja la norma ISO 9001 es clave. Por esto, las necesidades del cliente, tanto presentes como futuras, deben estar perfectamente identificadas [17].

3.5 Compliant-Pro



Figura 10. Logo software Compliant-Pro [18].

Es un sistema de software de cumplimiento robusto, extremadamente flexible, basado en la web para administrar proactivamente el cumplimiento de una variedad de regulaciones y estándares. El software proporciona la funcionalidad central para administrar procesos para comunicar, monitorear y documentar las diversas actividades de cumplimiento [18].

Asimismo, hace que la información relacionada con el cumplimiento sea fácilmente accesible para todos los involucrados en los procesos, en tiempo real. Transciende los silos organizacionales, eliminando la inconsistencia y la duplicación de esfuerzo para agilizar los procesos de cumplimiento y minimizar el tiempo, la complejidad y el costo [18].

Compliant-Pro ofrece una combinación única de características que incluyen [18]:

- Flujos de trabajo flexibles.
- Panel personalizado.
- Escalable y extensible.

- Independiente de la plataforma y la ubicación.
- Gestionar todo el ciclo de cumplimiento.

3.6 Impresión 3D

La impresión 3D, también llamada manufactura por adición es un conjunto de procesos que producen objetos a través de la adición de material en capas que corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3D. Los plásticos y las aleaciones de metal son los materiales más usados para impresión 3D, pero se puede utilizar casi cualquier cosa, desde hormigón hasta tejido vivo [19].

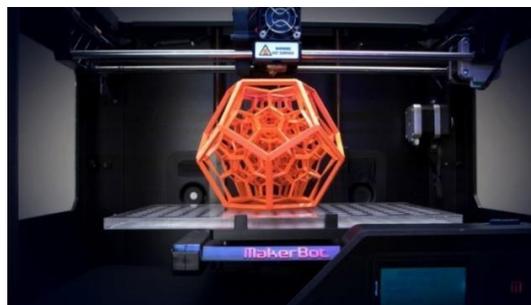


Figura 11. Diseño impreso en 3D [19].

3.6.1 Métodos de impresión 3D

3.6.1.1 Impresión 3D por estereolitografía (SLA)

Esta técnica fue la primera en utilizarse. Consiste en la aplicación de un haz de luz ultravioleta a una resina líquida (contenida en un cubo) sensible a la luz. La luz UV va solidificando la resina capa por capa. La base que soporta la estructura se desplaza hacia abajo para que la luz vuelva a ejercer su acción sobre el nuevo baño, así hasta que el objeto alcance la forma deseada [20].

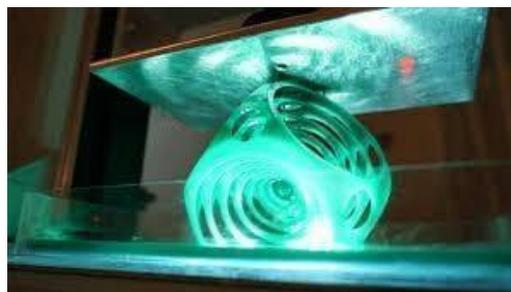


Figura 12. Impresión 3D por estereolitografía [20].

3.6.1.2 Impresión 3D de sinterización selectiva por láser (SLS)

También conocida como Selective Laser Sintering (SLS), esta tecnología se nutre del láser para imprimir los objetos en 3D. Permite utilizar un gran número de materiales en polvo (cerámica, cristal, nylon, poliestireno, etc.). El láser impacta en el polvo, funde el material y se solidifica. Todo el material que no se utiliza se almacena en el mismo lugar donde inicio la impresión por lo que, no se desperdicia nada [20].



Figura 13. Impresión 3D de sinterización selectiva por láser [20].

3.6.1.3 Impresión 3D por inyección

Este es el sistema de impresión 3D más parecido a una impresora habitual (de tinta en folio), pero en lugar de inyectar gotas de tinta en el papel, inyectan capas de fotopolímero líquido que se pueden curar en la bandeja de construcción [20].



Figura 14. Impresión 3D por inyección [20].

3.6.1.4 Impresión por deposición de material fundido (FDM)

La técnica aditiva del modelado por deposición fundida es una tecnología que consiste en depositar polímero fundido sobre una base plana, capa a capa. El material, que inicialmente se encuentra en estado sólido almacenado en rollos, se funde y es expulsado por la boquilla en minúsculos hilos que se van solidificando conforme van tomando la forma de cada capa. Se trata de la típica bobina de PLA, ABS, etc. [21].

Se trata de la técnica más común en cuanto a impresoras 3D de escritorio y usuarios domésticos se refiere. Aunque los resultados pueden ser muy buenos, no suelen ser comparables con los que ofrecen las impresoras 3D por SLA, por ejemplo. La ventaja principal es que esta tecnología ha permitido poner la impresión 3D al alcance de cualquier persona con impresoras como la CubeX, Prusa o cualquier impresora de RepRap [21].

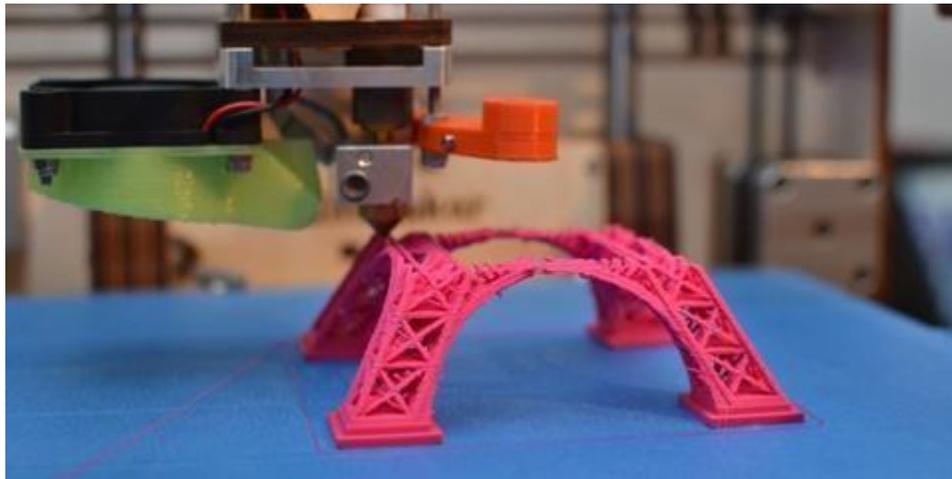


Figura 15. Impresión 3D por deposición de material fundido (FDM) [21].

3.6.2 Materiales compatibles con el modelo de impresión por deposición fundida (FDM)

Los materiales que se usan para las impresoras son filamentos de polímeros de 1.75 mm o de 3 mm de grosor enrollados en carretes que comúnmente contienen 750 g, 1 kg o 2.5 kg de filamento –el grosor del filamento depende de la impresora que esté empleándose- La principal característica de estos filamentos es que son polímeros

termoplásticos, esto es y dependiendo del tipo de polímero a emplear, a cierta temperatura el polímero se funde y se vuelve maleable. De esta manera, el filamento es empujado por medio de unos rodillos y permite que salga un filamento caliente y maleable del extrusor [22].



Figura 16. Filamento para impresora 3D [22].

3.6.2.1 Acrilonitrilo butadieno (ABS)

Es uno de los termoplásticos más usados en la impresión 3D. No es biodegradable, pero es muy tenaz, duro y rígido, con resistencia química y la abrasión, pero que sufre con la exposición a rayos UV [22].

3.6.2.2 Ácido poliláctico (PLA)

Es otro de los filamentos estrella de la impresión 3D. Es biodegradable y normalmente se obtiene de almidón de maíz, por lo que al derretirse huele casi a comida y puede usarse para recipientes de comida. La textura de las piezas no queda tan suave como con el ABS, pero sí más brillantes y las esquinas salen mejor [22].

3.6.2.3 Fibra de carbono (CF15)

Es un material increíblemente resistente, durable, e ideal para realizar piezas que requieran soportar estrés (por ejemplo, cojinetes) [23].

Otra de las características que tiene el filamento de Nylon-Fibra de Carbono (CF15) es que tiene una alta resistencia térmica y química con una gran estabilidad de procesamiento y buenas propiedades reológicas [23].

3.7 Escáner en 3D

Es un dispositivo que analiza un objeto o una escena para reunir datos de su forma y ocasionalmente su color. La información obtenida se puede usar para construir modelos digitales tridimensionales que se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones [24].



Figura 17. Escáner 3D Sense [24].

Esquema de funcionamiento [25]:

- Mediante un haz de láser, el escáner calcula la distancia, desde el emisor hasta un punto de un objeto al alcance de su trayectoria.
- Mediante un espejo o varios espejos giratorios, barriendo en (x, y) o (φ, θ) , el escáner hace incidir dicho haz laser, en una gran cantidad de puntos dentro de una zona del espacio, proporcionando así la distancia a todos esos puntos.
- La nube de puntos así generada contiene también información sobre la distancia entre sí de los distintos puntos del objeto.
- Dependiendo de la distancia al objeto, la precisión deseada y el objeto en cuestión, suelen ser necesarias varias tomas.

- Para producir un modelo 3D, se emplean aplicaciones software que permite orientar las distintas tomas.



Figura 18. Escáner 3D con su respectiva visualización del objeto en el software [26].

3.8 Automatización



Figura 19. Robótica automatizada en el sector automotriz [27].

Es el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano. Estos normalmente se utilizan para optimizar y mejorar el funcionamiento de una planta industrial, pero igualmente puede utilizarse la automatización en un estadio, una granja o hasta en la propia infraestructura de las ciudades [28].

Dicho de otro modo, se trata de automatizar las tareas y procesos repetitivos, fatigosos, o molestos y dejar que sean las máquinas quienes los hagan. Esto reduce el empleo de personas por ejemplo en ambientes contaminantes, reduce el estrés y la fatiga de los operarios y permite que las personas se ocupen de tareas con más alta cualificación [27].

Los objetivos primordiales de la automatización son los siguientes [29]:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de esta.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

3.9 GRAFCET o red de Petri

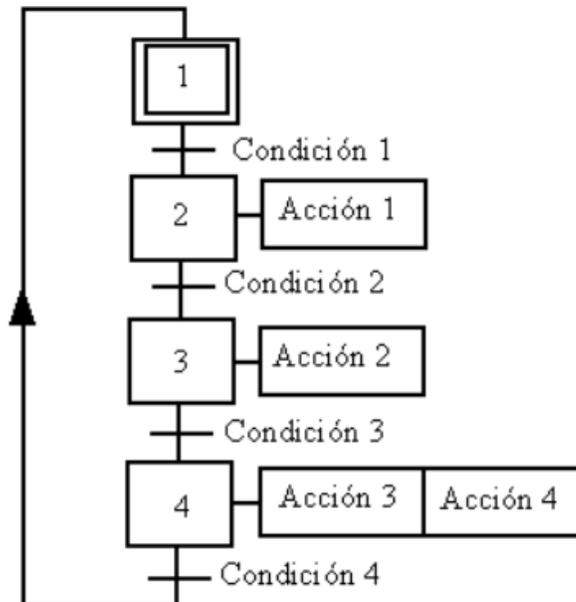


Figura 20. Representación GRAFCET [30].

El diagrama de control con etapas y transiciones (GRAFCET) es un modelo de representación gráfica, de los sucesivos comportamientos de un sistema lógico, predefinido por sus entradas y salidas. También es un grafo, o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones. Inicialmente fue propuesto para documentar la etapa secuencial de los sistemas de control de procesos a eventos discretos [30].

Para realizar el programa correspondiente a un ciclo de trabajo en lenguaje GRAFCET, se deberán tener en cuenta los siguientes principios [30]:

- Se descompone el proceso en etapas que serán activadas una tras otra.
- A cada etapa se le asocia una o varias acciones que solo serán efectivas cuando la etapa esté activa.
- Una etapa se activa cuando se cumple la condición de transición y está desactiva la etapa anterior.
- El cumplimiento de una condición de transición implica la activación de la etapa siguiente y la desactivación de la etapa precedente.
- Nunca puede haber dos etapas o condiciones consecutivas, siempre deben ir colocadas de forma alterna.

En un GRAFCET se puede encontrar tres tipos de secuencia [30]:

- Lineales.
- Con direccionamientos o alternativa.
- Simultaneas.

3.10 Actuadores neumático

Un cilindro neumático es un dispositivo mecánico que produce una fuerza, que muchas veces va continua de un movimiento, que viene accionado por un gas comprimido. Para realizar su función, los cilindros neumáticos imparten una fuerza para convertir la energía potencial de gas comprimido en energía cinética (en movimiento). Esto se alcanza por medio del gas comprimido, debido a la diferencia de presión [31].

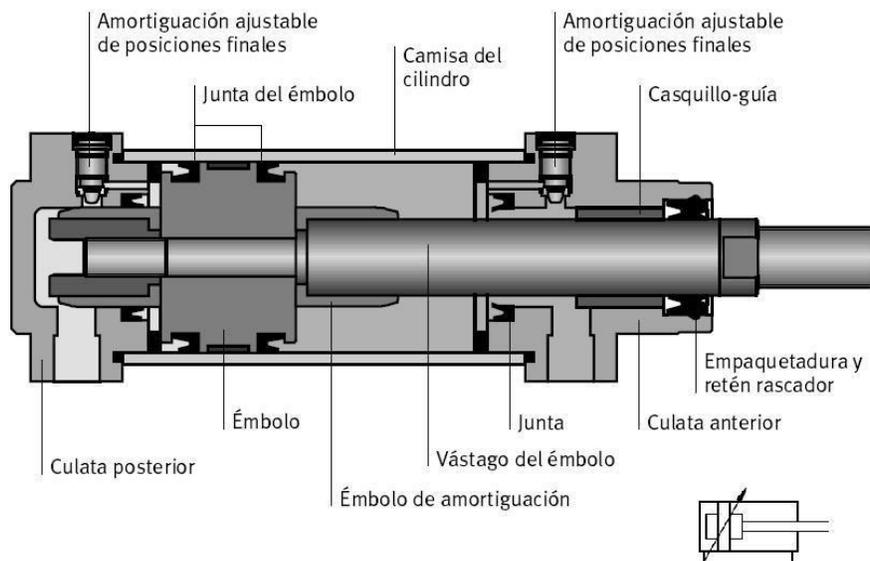


Figura 21. Actuador neumático de doble efecto [32].

3.10.1 Actuadores lineales de simple efecto

Los actuadores lineales de simple efecto utilizan la fuerza impartida por el aire para moverse en una única dirección que es el avance, por lo que en este tipo de cilindros el trabajo únicamente se efectúa en este sentido. El retroceso generalmente se consigue gracias a la incorporación de un muelle que se encuentra situado en el interior del cilindro [33].

3.10.2 Actuadores lineales de doble efecto

En los actuadores lineales de doble efecto existen dos tomas de aire, una a cada lado del émbolo. Estos cilindros pueden producir movimiento en ambos sentidos, avances y retroceso, a diferencia de lo que ocurre con los de simple efecto. La carrera de los cilindros de doble efecto puede ser muy larga, pero hay que tener en cuenta la posición de pandeo del vástago en su posición extrema [33].

3.10.3 Fuerza desarrollada por un actuador lineal

Para calcular la fuerza que ejerce el vástago de un cilindro en sus carreras de avance o retroceso se debe partir de la presión de trabajo del aire comprimido, del diámetro del émbolo y de la resistencia producida por el rozamiento [34].

- **Cálculo de la fuerza producida por un actuador lineal [34]:**

$$F = A * P$$

Dónde:

F = Fuerza del embolo en [N].

A = Área [mm^2].

P = Presión relativa [$\frac{N}{mm^2}$].

Asimismo, se debe considerar el cálculo del área ya que depende si es de avance o retroceso del cilindro neumático lineal, teniendo en cuenta que en retroceso se debe calcular el área considerando el diámetro del émbolo.

- **Cálculo del área de un cilindro en avance [34]:**

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Dónde:

A = Área del cilindro en avance [mm^2].

D = Diámetro del cilindro [mm].

- **Cálculo del área de un cilindro en retroceso [34]:**

$$A = \frac{\pi * (D^2 - d^2)}{4}$$

Dónde:

A = Área del cilindro en retroceso [mm^2].

D = Diámetro del cilindro [mm].

d = Diámetro del émbolo [mm].

4 ACTIVIDADES REALIZADAS

4.1 Manual Dana Operating System (DOS)

Al empezar las practicas académicas en Transejes Transmisiones Homocinéticas de Colombia (THC), el jefe inmediato me asigno una de las tareas primordiales que tiene la empresa como tal, la cual fue realizar la lectura del manual DOS, aprendiendo de todo lo que conlleva el sistema Lean Manufacturing y como lo aplican de una forma óptima en la empresa.

Asimismo, aprendí los conceptos de utilización he implementación de las fichas 5'S, trabajos estandarizados, Poka – Yoke, Kaizen, Just In Time (JIT), etc.

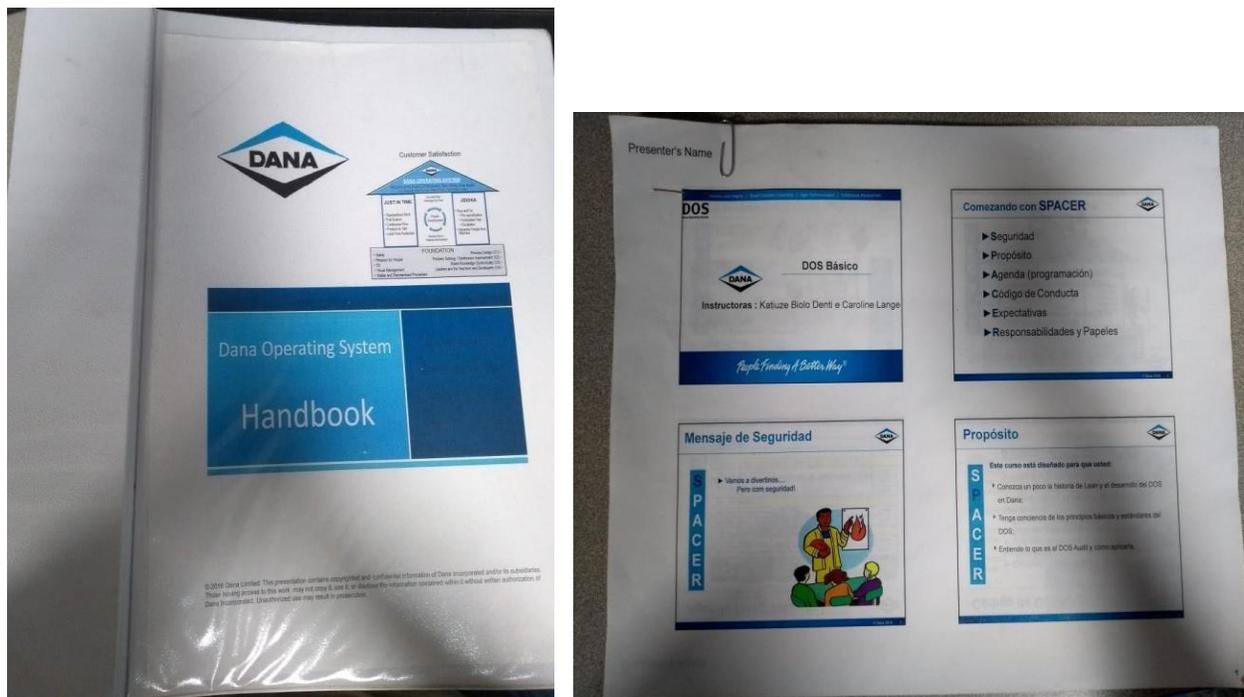


Figura 22. Manual Dana Operating System (DOS) [36].

Cabe mencionar que una de las primeras empresas en implementar este sistema de Lean Manufacturing fue Toyota, y justo tiempo después varias empresas nacionales y multinacionales optaron por implementar dicha técnica, ya que vieron mejoras en sus procesos de producción y administrativos.

4.1.1 Trabajos estandarizados

Con la utilización del software AviX realicé el trabajo estandarizado de la celda modificada de interejes, con el fin de determinar los tiempos verídicos en el que un componente pasa por dicha celda.

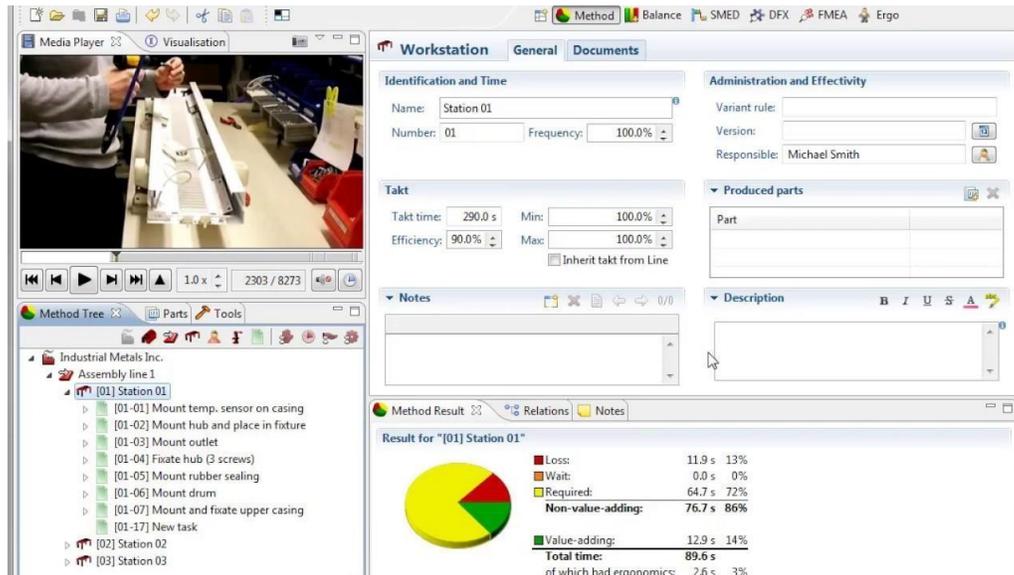


Figura 23. Realización de trabajo estándar utilizando el software AviX [16].

De igual forma, se realizó el respectivo paso a paso que deben tener los estand de las celdas para que los operarios puedan observar la cantidad de componentes que se deben generar en el turno de trabajo y como se debe realizar cada una de las tareas que compone la realización de una pieza de dicha celda.

Igualmente, se actualizaron las tablas de los indicadores mes a mes, con el fin de determinar los cuellos de botellas posibles que se pueden obtener en la línea de interejes, y observar la producción de la línea total.

4.1.2 Kaizen

En el transcurso de la practica académica apoye el centro de distribución (CD) en el sector de calidad con la actualización y modificación de dos formatos que hicieron parte de la selección para la presentación trimestral de kaizen que organiza la empresa, con el fin de determinar el mejor kaizen proporcionado anualmente.

Teniendo en cuenta lo anterior, realice las exposiciones de los kaizen a los jurados en una jornada organizada por la empresa en la que los trabajadores realizaran dichas presentaciones.

Cabe mencionar, que los dos formatos que se actualizaron y modificaron son los siguientes:

- Documento resumen reclamo del centro de distribución (CD).
- Documento RMD's del centro de distribución (CD).

4.1.3 Ayudas visuales y alertas de calidad

Para una mejora continua de la empresa se vio la necesidad de realizar una ayuda visual y una alerta de calidad en las líneas de interejes y homocinéticos, con el fin de dar a conocer a los operarios como debe ser el aspecto de los componentes y como se debe tener un control de calidad óptimo para el proceso de almacenamiento y despachos.

4.1.4 Fichas 5'S

Para una mejora continua de la empresa se vio la necesidad de realizar fichas 5'S de la celda de interejes como también unas máquinas que llevaban vario tiempo sin ser utilizadas, por tal motivo se utilizó la fincha estándar 5'S implementada por la empresa con el fin de que el operario tenga un buen mantenimiento con respecto al aseo de dichas celdas.

4.2 Certificación Norma ISO 9001 (Sistema de gestión de calidad)

El semestre en el que ingrese a realizar mis practicas académicas, la empresa se estaba preparando para la auditoria de certificación del sistema de gestión de calidad ISO 9001, donde me fue asignada varias de las tareas para lograr dicha normativa, ya que con la certificación posicionaba en un rango superior a la empresa con respecto a los productos de autopartes hacia sus grandes clientes potenciales, dándole altos estándares de seguridad y fiabilidad en su distribución.

4.2.1 Modificación y actualización del formato (Formulario de evaluación y riesgo)

Teniendo en cuenta la auditoria de la certificación ISO 9001, junto con la Ingeniera de Calidad se modificó y actualizo el formulario de evaluación y riesgos, con el fin de proporcionar de una manera más ordenada los posibles riesgos y oportunidades que se pueden generar en cada una de las áreas de la empresa.

Además, se realizó una interfaz gráfica en Excel con hipervínculos para el centro de distribución (CD) (Figura 24), Transejes Transmisiones Homocinéticas de Colombia (THC) (Figura 25) e Industria De Ejes y Transmisiones (TR) (Figura 26), donde se ingresó en una de las carpetas el formulario de evaluación y riesgos, dichas interfaces se incorporaron en el servidor de la empresa otorgando la visualización del formato actualizado en tiempo real.



Figura 24. Interfaz gráfica registro del centro de distribución (CD) [36].



Figura 25. Interfaz gráfica sistema de calidad y operaciones de THC [36].

SISTEMAS DE CALIDAD Y OPERACIONES DE TR



Figura 26. Interfaz gráfica sistema de calidad y operaciones de TR [36].

Asimismo, se unificaron los mapas del proceso de la diferentes áreas, implementando las normativas establecidas en el manual del sistema de gestión de calidad, dejándolos de una forma de visualización y entendimientos claros para cualquier operario o funcionario de la empresa.

4.2.2 Modificación y rotulación de documentos

Teniendo en cuenta el orden adecuado en la liberación de documentos, la empresa disponía de varios de los documentos del centro de distribución (CD) sin la rotulación e instructivo de llenado, por tal motivo se vio la necesidad de actualizar dichos documentos, con el fin de brindar a cada uno de los trabajadores una forma apropiada de diligenciar cada uno de los documentos que ellos necesitarán en el día a día. Dicha información se encuentra en la carpeta de calidad (Figura 27).

1. VENTAS	27/09/2019 10:50
2. PRODUCT PLANNING	28/09/2019 13:37
3. COMPRAS	28/09/2019 13:37
4. CALIDAD	30/09/2019 12:18
5. DISTRIBUCIÓN	28/09/2019 16:59

Figura 27. Carpetas con los documentos actualizados [36].

Asimismo, cada uno de los documentos actualizados con su respectivo rotulo e instructivo indicado se procedieron a subirlos al software Compliant-Pro con aprobación

del gerente de planta y cada uno de los representantes de cada área (ventas, product planning, compras, calidad y distribución), con el fin de ser descargados por cada uno de los trabajadores de la empresa cuando necesitaran de dicha información.

4.3 Actividades extralaborales

A parte de las tareas desempeñadas en el día a día, se realizaban actividades extralaborales proporcionadas por el jefe inmediato, con el fin de apoyar y estar involucrado en todo tipo de situaciones de la empresa.

4.3.1 Accountability Board

Los hallazgos detectados en el día se ingresaban en el Accountability, con el fin de llevar un seguimiento adecuado para la solución de dichos pendientes. En mis últimas semanas de prácticas estuve involucrado en presentar en las reuniones diarias los pendientes que se debían desarrollar durante el mes, esto para que cada uno de los responsables estuviera al tanto de proporcionar la solución de este.



Figura 28. Reunión diaria presentación pendientes [36].

4.3.2 Apoyo al centro de distribución (CD)

Durante los últimos dos meses de la practica académica estuve apoyando el centro de distribución (CD) con el diligenciamiento del formato (registro de despachos diarios C.D), con el fin de llevar un control adecuado de los despachos que se realizaban ya sea por la transportadora TCC o por masivo y así evaluar la puntualidad de entrega establecido por la transportadora.

4.3.3 Presentaciones componentes de los proveedores

Junto con el jefe inmediato e Ingeniera de Calidad se creó una carpeta, con el fin de registrar cada uno de los componentes de los proveedores, teniendo así una evidencia de cuál es el estado en el que llega dichos componentes a las instalaciones de la empresa, como también que elementos contiene cada una de las cajas de los componentes registrados.

4.4 Proyectos

4.4.1 Proyecto de innovación

Para este proyecto junto con el Ingeniero de producción y el apoyo de TecnoParque Nodo, se realizaron unas impresiones de una tulipa utilizando el escáner 3D que en su momento TecnoParque acababa de adquirir, el escáner 3D dio una máxima exactitud del componente y por tal motivo se optó por imprimir la pieza en fibra de carbono para dar una mayor resistencia

A continuación, se puede observar la (figura) que muestra los implementos utilizados para el proceso de escáner en 3D, dichos implementos se componen de una base giratoria en la que se ubica el componente, un trípode y finalmente la cámara de escaneo, todo conectado al computadora y al software establecido por defecto.

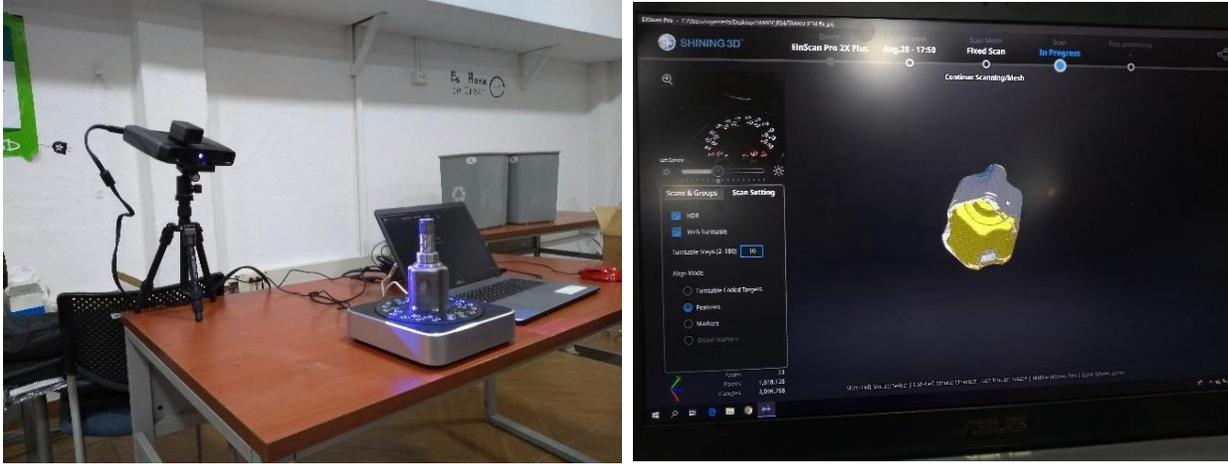


Figura 29. Implementos utilizados y software del escáner 3D [36].

Asimismo, el proceso de impresión se realizó en formato normal, el cual duro aproximadamente 24 horas, a continuación, se puede observar las imágenes previas del proceso.

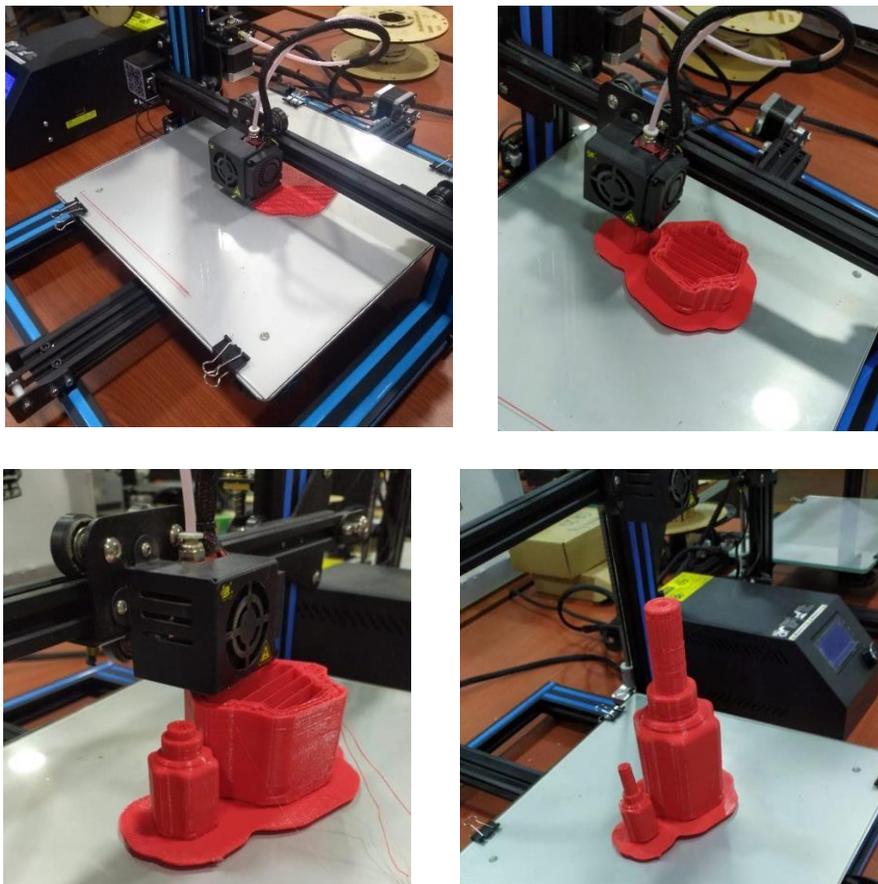


Figura 30. Impresión 3D en formato PLA [36].



Figura 31. Impresión 3D en formato fibra de carbono [36].

4.4.2 Proyecto automatización FDF

Para este proyecto el gerente de la planta propuso automatizar una de las celdas específicas que compone la línea de juntas fijas, con el propósito de evitar tareas repetitivas al operario, aumentar la producción optimizando la celda.

Una de las principales problemáticas por la que se desarrolló el proyecto es el cuello de botella que se genera en el ingreso de material a la celda, proporcionando pérdidas de tiempo, producción y eficiencia no optimas.

Asimismo, se implementó un proceso totalmente automatizado reutilizando componentes que se disponían actualmente en la línea, calculando las respectivas fuerzas para la selección de los cilindros neumáticos y diseñando las plataformas de enfriamiento del material. También, se utilizó el esquema de GRAFCET o Red de Petri con el fin de observar con claridad como sería el proceso de automatización y en que subprocesos se componen.

Además, se realizó un análisis de la productividad con los tiempos establecidos en los estándares de trabajos “antes” y lo tiempos suministrados ya sea en los manuales de Festo para cilindros neumáticos y análisis de SolidWorks “después”, y así de terminar los posibles cuellos de botellas que se puedan generar implementando el proyecto, con el fin de obtener soluciones previas.

5 CONCLUSIONES

- El método de enseñanza de la empresa es muy bueno, ya que se aprenden tareas administrativas e implementamos lo aprendido de la universidad con proyectos suministrados por el jefe inmediato o el gerente de planta.
- En Transejes Transmisiones Homocinéticas de Colombia S.A me enseñó en la implementación del sistema Lean Manufacturing, desarrollando fichas 5'S, trabajos estándares, ayudas visuales, etc.
- Con la realización de los dos kaizen implementados me dio la oportunidad de involucrarme más en la empresa e interactuar en una actividad proporcionada por la empresa con los trabajadores.
- Aprendí como se debe presentar un proyecto o una mejora a los Ingenieros y gerentes de la empresa, dándoles a entender cuál es el propósito de la realización, el análisis de la productividad, análisis financieros y posibles impactos generados en el desarrollo.
- Al apoyar el centro de distribución (CD) aprendí el proceso que se debe llevar a cabo para realizar un despacho y que actividades se deben realizar una vez el despacho este en proceso de traslado hacia el cliente.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1]. DANA. (26 de 11 de 2015). DANA. Obtenido de 20° Aniversario THC, un exito entre DANA y GKN: <https://dana.com.co/noticias/20-aniversario-thc-un-exitoso-joint-venture-entre-dana-y-gkn/>
- [2]. Tournon, J. (26 de 09 de 2016). SISTEMAS OEE TECHNOLOGY TO IMPROVE. Obtenido de Lean Manufacturing: definición, origen y evolución: <https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing/>
- [3]. DANA. (21 de 09 de 2016). SlideShare. Obtenido de Simposio SAE Brasil de Manufactura: <https://pt.slideshare.net/NelsonWagner/dana-nelsonwagnersimposiomanufacturacs2016-66265719>
- [4]. WIKIPEDIA. (04 de 02 de 2020). WIKIPEDIA. Obtenido de Lean Manufacturing: https://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing
- [5]. Ingrande, T. (25 de 05 de 2017). Kailean consultores. Obtenido de Estandarizar: Trabajar de forma organizada y controlada: <http://kailean.es/estandarizar-trabajar-de-forma-organizada-y-controlada/>
- [6]. Calderon Metaute, A., López López, L., & Sanchez Bedoya, A. (10 de 11 de 2013). Trabajo Estandarizado. Obtenido de Trabajo Estandarizado: <https://standardizedwork.wordpress.com/2013/11/10/conceptos-y-definiciones/#respond>
- [7]. WIKIPEDIA. (28 de 10 de 2019). WIKIPEDIA. Obtenido de Poka - Yoke: <https://es.wikipedia.org/wiki/Poka-yoke>
- [8]. González González, R., & Jimeno Bernal, J. (2012). PDCA HOME. Obtenido de Poka - Yoke Diseño a prueba de errores: <https://www.pdcahome.com/poka-yoke/>
- [9]. Salazar López, B. (1 de 11 de 2019). INGENIERÍA INDUSTRIAL. Obtenido de Poka - Yoke A prueba de errores: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/poka-yoke-a-prueba-de-errores/>

- [10]. METER, W. (27 de 11 de 2012). WORK METER. Obtenido de Mejora continua de procesos: el método Kaizen: <https://es.workmeter.com/blog/bid/246575/mejora-continua-de-procesos-el-m-todo-kaizen>
- [11]. Lean Manufacturing. (s.f.). Lean Manufacturing. Obtenido de KAIZEN: Mejora continua. Cómo implantarla en el proceso de producción: <https://leanmanufacturing10.com/kaizen-mejora-continua>
- [12]. Kreutzfeld, F. (s.f.). DELTA EQUIPAMENTOS. Obtenido de Implantación de las 5'S en la industria textil: <https://www.deltaequipamentos.ind.br/es/industria-textil/implantacion-de-las-5s-en-la-industria-textil/>
- [13]. IPSUM. (s.f.). IPSUM. Obtenido de Las 5S de la Filosofía Lean: <https://www.ipsumapp.co/las-5-s-de-la-filosofia-lean/>
- [14]. Herrero, P. (11 de 07 de 2013). SAGE. Obtenido de Gestión visual para trabajar de manera más eficiente: <https://www.sage.com/es-es/blog/gestion-visual-para-trabajar-de-manera-mas-eficiente/>
- [15]. Lean Manufacturing. (s.f.). Lean Manufacturing. Obtenido de Gestión visual en lean manufacturing: <https://leanmanufacturing10.com/gestion-visual>
- [16]. AVIX. (s.f.). CONSULT AND AUDITS. Obtenido de AVIX: http://consultandaudits.com/avix/Tiempos_y_Movimientos.html
- [17]. CTMA CONSULTORES. (08 de 03 de 2017). CTMA CONSULTORES. Obtenido de Todo lo que debes saber sobre la norma ISO 9001: https://ctmaconsultores.com/todo-sobre-norma-iso-9001/#Que_es_la_Norma_ISO_9001
- [18]. swipx. (s.f.). swipx. Obtenido de CompliantPro: <https://swipx.com/apps/compliantpro/>
- [19]. AUTODESK. (s.f.). AUTODESK. Obtenido de IMPRESIÓN 3D: <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing>

- [20]. Impresoras 3D. (01 de 05 de 2017). Impresoras 3D. Obtenido de Tipos de impresoras 3D: <https://www.impresoras3d.com/tipos-de-impresoras-3d/>
- [21]. Impresora D3D. (02 de 05 de 2018). Impresora D3D. Obtenido de FILAMENTO PARA IMPRESORAS 3D: TIPOS Y CARACTERÍSTICAS: <http://impresorad3d.com/filamento-para-impresoras-3d-tipos/>
- [22]. 330ohms. (03 de 07 de 2017). 330ohms. Obtenido de Materiales para impresión 3D: <https://blog.330ohms.com/2017/07/03/materiales-para-impresion-3d/>
- [23]. filament2print. (s.f.). filament2print. Obtenido de Filamento de Nylon-Fibra de carbono (CF15): <https://filament2print.com/es/nylon-pa/797-nylon-fibra-carbono-cf15.html>
- [24]. Pérez, S. (05 de 05 de 2014). TECNONAUTA. Obtenido de ESCÁNERES 3D: ¿QUÉ SON? ¿PARA QUÉ SIRVEN?: <https://www.tecnonauta.com/notas/1888-escaner-3d>
- [25]. WIKIPEDIA. (01 de 08 de 2019). WIKIPEDIA. Obtenido de Escáner 3D: https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner_3D#Esquema_de_funcionamiento
- [26]. ESCANER 3D PROFESIONAL. (s.f.). ESCANER 3D PROFESIONAL. Obtenido de Escáner 3D profesional tu web especializada: <https://escaner3dprofesional.com/>
- [27]. ALDAKIN. (s.f.). ALDAKIN. Obtenido de Automatización Industrial y robótica. Qué es y sus claves de éxito: <http://www.aldakin.com/automatizacion-industrial-robotica-claves-exito/>
- [28]. Logicbus. (s.f.). Logicbus. Obtenido de Que es la automatización: <https://www.logicbus.com.mx/automatizacion.php>
- [29]. AUTOMATIZACIÓN. (s.f.). AUTOMATIZACIÓN. Obtenido de AUTOMATIZACIÓN: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>
- [30]. WIKIPEDIA. (29 de 07 de 2019). WIKIPEDIA. Obtenido de GRAFCET: <https://es.wikipedia.org/wiki/GRAFCET>

- [31]. WIKIFAB. (07 de 03 de 2011). WIKIFAB. Obtenido de Cilindros neumáticos en fluidsims:
http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/Tarea_2:_Cilindros_neum%C3%A1ticos_en_fluidsims_por_14637280
- [32]. Automatización Industrial. (04 de 09 de 2010). Automatización Industrial. Obtenido de Elementos de fuerza: Cilindros y motores neumáticos: <http://industrial-automatiza.blogspot.com/2010/09/elementos-de-fuerza-cilindros-y-motores.html>
- [33]. WIKIFAB. (28 de 02 de 2011). WIKIFAB. Obtenido de Cilindros Neumáticos:
http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/Cilindros_Neum%C3%A1ticos
- [34].
ACTUADORES NEUMÁTICOS. (s.f.). ACTUADORES NEUMÁTICOS. Obtenido de ACTUADORES NEUMÁTICOS:
http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/1bch/archivos/3eva/7_actuadores_neumaticos.pdf
- [35]. TRANSEJES TRANSMISIONES HOMOCINÉTICAS DE COLOMBIA S.A. (2020). Bucaramanga.
- [36]. Castro, J. F. (2020). AUTOR. Bucaramanga.