Reduciendo los defectos cosméticos y de precisión en el proceso de plateado de las piezas manufacturadas en la empresa *Keysight Technologies*

Autor: Fernando Quiñones Ortiz
Mentor: Dr. Edwin Dávila Aponte
Programa Graduado de Manufactura Competitiva

Resumen

La idea central de esta investigación es poder brindarle una solución efectiva al área de trabajo de baños de plateado a las distintas partes que componen un dispositivo mecánico, brindado un proceso de uniformidad a través de un manual o proceso estándar de operación (SOP). El baño de plateado es una de las operaciones más importantes en la compañía debido a que todas las partes pasan por ese tratamiento. Debido a la complejidad del tratamiento, todo componente conlleva un proceso diferente debido a que las partes pueden tener diferentes funciones, geometrías o tratamientos de elementos. El enfoque de calidad que se aplica en este proyecto conlleva utilizar las técnicas de "Six sigma" y algunos conceptos de "Lean", con el fin de identificar y reducir desperdicios o "waste" que pueda traer resultados negativos. Por lo tanto, los siguientes objetivos que se desean cumplir son:

1. Entender la importancia del uso y manejo del laboratorio del "Plating shop".
2. Proveer información sobre la peligrosidad y la compatibilidad química en el proceso.
3. Proveer adiestramientos a los operadores con la importancia, Seguridad y el manejo adecuado al momento de platear las partes.
4. Proveer métrica para medir los costos.
5. Reducir desperdicios en el proceso minimizando costos debido a defectos cosméticos y de precisión.
6. Mejorar la eficiencia del operador.

Introducción

En la actualidad muchas de las empresas buscan como objetivo estar en un mercado competitivo. Dicho mérito conlleva mucha dedicación, disciplina y la aplicación de métodos analíticos con el propósito de satisfacer las necesidades del cliente. Todo este proceso conlleva mantener unos estándares rigorosos de calidad y brindar un ambiente seguro al empleado.
Muchas compañías tienen programas para el desarrollo del empleado como, promover ideologías, adiestramientos y/o hábitos para estimular estos cambios de mejoras. El efecto de estos beneficios aplicados al empleado es invaluable, ya que son útiles para su formación profesional. Sin embargo, todo cambio conlleva una curva de aprendizaje y tiempo. A través de una buena práctica de planificación y/o un sistema bien estructurado se puede maximizar la eficiencia colectiva para que se pueda lograr la misión corporativa. Todos los objetivos fueron cumplidos en la investigación.

Trasfondo

Para las empresas es sumamente importante poseer estándares rigorosos de Calidad para prometer productos de excelencia. Cuando se busca la manera de implementar cambios que atribuyen al progreso como efecto va a ver un incremento en la eficiencia. Si el proceso está estructurado y organizado se presta a tener menos errores. Siempre se busca mantener un orden para que la variabilidad no sea un factor limitante. Sin embargo, cuando todo está propiamente documentado y estandarizado los resultados en los defectos se van a minimizar reduciendo los costos de reparación. Cuando todos trabajan en equipo con el plan de alcanzar el mismo objetivo, en una misma dirección y a un ritmo muy sincronizado todo es más fácil de lograr.

Problema

Uno de los grandes retos es que el 60% de empleados en el área de plateados son contratista. Cuando los contratos finalizan en un periodo de 2 años los empleados de los contratistas tienen que estar fuera de su empresa por un periodo de 6 meses para luego poder regresar. Es muy difícil que las personas esperen ese periodo para volver a contratarse, lo que produce una alta rotación de empleados. Esto causa un aumento en los defectos cosméticos y de precisión debido al poco tiempo de experiencia que tienen los nuevos empleados al realizar el trabajo y a la alta demanda de la producción de equipos. Esto compromete la Calidad en el proceso por todas las reparaciones que hay que hacer en los lotes rechazados por esos defectos. Otro problema es que no hay una base de datos con contenido de adiestramientos para el aprendizaje de los operadores.

Metodología

La empresa *Keysight Technologies* presenta un problema en el área de plateado. Para enfocar el mismo, se utilizarán herramientas de estadísticas y procedimientos analíticos para determinar las causas de una significante cantidad de errores en el aspecto cosmético del proceso de plateado. En orden de traer una solución a este problema se aplicó la metodología de Six Sigma utilizando la herramienta de DMAIC. El proceso consiste en; Define, Medida, Análisis, Mejor y Control. La aplicación de esta metodología y su debida documentación permitirá hacer recomendaciones para mejorar los errores identificados en el área de plateado con una expectativa de mejorar en un 52%. En este capítulo se detallará la aplicación de Six Sigma en orden de solucionar el problema.

Define

Todo comienza con poder entender cuál es el problema y que afecta. Para poder llegar a tener una base concreta es requerido tener una definición clara. Manteniendo de manera organizada y definiendo cronológicamente el problema actual va a dar los fundamentos necesarios para poder conectar todos los puntos con el fin de proceder a la siguiente fase. En la fase de Definir se pueden utilizar herramientas como; Voz del cliente (VOC), Matriz de transición, Carta de proyecto y Diagrama de árbol.

Medida

La herramienta de medida se caracteriza por el proceso de recolectar la data histórica con el fin de usar modelos gráficos que permiten visualizar de mejor manera. Herramientas como histogramas, tablas de contenido te ayudaran a poder visualizar mejor la información recolectada. Es sumamente importante poder medir la información recolectada porque permite estudiar los comportamientos para poder entender de manera numérica lo que está ocurriendo en el proceso.

Analizar

Una vez tengas las representaciones visuales extraídas se podrán representar en formato de gráficas. En la representación visual se podrá comenzar a estudiar los comportamientos y tendencias del proceso. Utilizando las herramientas como el diagrama de Pareto se puede encontrar cuál es la raíz de la causa para poder aplicar las metodologías de una manera más efectiva. La data con fines de análisis no solamente proviene del proceso, sino que también podría ser data que proviene de los clientes internos, externos y/o distribuidores. Otra herramienta que se podría utilizar el diagrama de "Fishbone". En este diagrama se van explorando todos los niveles y subniveles de las causas que pueden contribuir al problema. Una vez el diagrama de "Fishbone" esta creado comienza la parte la parte analítica que conlleva ir descartando todas las posibles rutas hasta encontrar el problema. En esta fase se establece un plan que conlleva asignar tareas las cual se harán estudios independientes para validar una hipótesis. Dependiendo de los cambios se podrán encontrar correlaciones que ayuden a poder llegar a una conclusión que favorezcan el estudio realizado.

Mejora

En esta fase ya se conoce la raíz que causa el problema actual y se procede a implementar un conjunto de acciones o cambios que se estarán midiendo. Otra metodología lean que se puede analizar es la Kaizen, que se describe como un proceso de mejora continua. Esto significa que siempre que se haga una mejora en el proceso va a ver un resultado favorable, pero a la vez siempre va a ver espacio para seguir mejorando.

Control

Cuando los cambios se han implementado exitosamente se necesita una manera de validarlos. Por lo tanto, se utiliza la fase de medición con el propósito de comparar los resultados iniciales con los finales. La comparación de la data permite conocer que tan eficiente es el nuevo cambio y a través del control se desarrollan métodos para mantener la calidad al mejorar el proceso. Como medida de control es requerido implementar parámetros o reglas que evitaran que el proceso vuelva a su estado original donde están ocurriendo pasadas fallas.

Discusión y Resultados

Define:
El estudio de investigación se lleva a cabo en el área de plateado, que presenta una serie de problemas que están afectando la calidad operacional debido al incremento de defectos cosméticos y de precisión. Los defectos de precisión se atribuyen a errores causados por deficiencias del diseño, tales como out of specs (OOS), que significa que la pieza no cumple con las especificaciones. En otras palabras, partes que no están completamente plateadas o que están sobre plateadas.

Los defectos cosméticos son errores que generalmente se encuentra en la superficie del producto. Estos daños podrían ser descoloramiento (discoloration), ampolla (blister) y escamas (flakes). Estos problemas que presenta la organización son debidos a errores existentes en la manufactura, en el proceso y la ejecución del operador, los cuales se pueden corregir si se mejora la metodología del proceso.

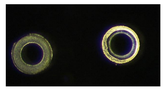

Figura 1: Defecto de parte no completamente plateada.

En la Figura 1 se puede observar que el "Thin Below" tiene un defecto de precisión debido a no haberse plateado correctamente cuando la reacción química se llevó a cabo. Esto puede ocurrir por varios factores como la densidad de corriente y el tiempo que estuvo la parte sumergida en el baño de oro. Uno de los problemas más comunes es que a la parte tener un pobre contenido de oro, el contacto eléctrico al insertar el semiconductor no funcione eficientemente.

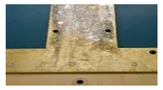

Figura 2: Defecto de descoloramiento

La Figura 2 muestra un ejemplo de descoloramiento. Este defecto es causado por errores de cálculos, alta corriente y tiempo. Cuando la parte recibe un exceso de corriente, quema la parte resultando una inconsistencia al momento de pintar la superficie del objeto.

Medida:
Luego de la investigación, junto a la herramienta DMAIC, se puede observar los resultados que muestran el efecto de los errores causados y se propone una nueva metodología con el fin de eliminar éstos.

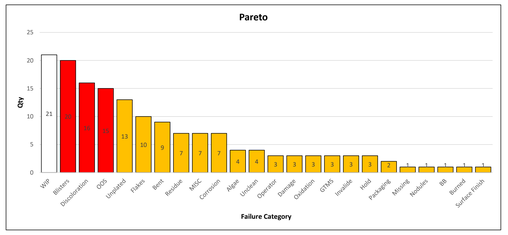

Figura 3: Diagrama de Pareto de defectos

En la Figura 3 se evidencia la frecuencia de los errores más comunes cometidos en un periodo de un año en el área de plateado. Los errores más comunes son ampolla, descoloramiento y OOS. Esta información es muy importante, ya que ayuda a encontrar los problemas más recurrentes en el área de plateado. Permite traer soluciones en las áreas que más afectan la organización.

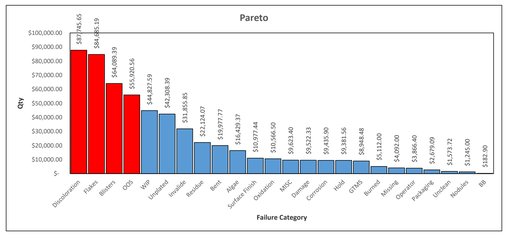

Figura 4: Diagrama de Pareto de costos

En la Figura 4 se presentan, en orden descendiente, los 4 problemas más comunes, además de mostrar los costos de este tipo de error. La data ayuda a poder enfocarse en los problemas más recurrentes identificados en el Pareto anterior, pero en adición se puede identificar cuál es el que causa las mayores pérdidas de dinero.

Análisis:
En respuesta a la pregunta de investigación, se estudió la data de la fase de medida de DMAIC. Se logró seleccionar cuál es el déficit en el proceso del área de plateado. Esto ayuda a crear una propuesta que mejore la metodología y elimine este tipo de error del proceso de plateado. Basado en los defectos previos, se llevó a cabo una entrevista con el ingeniero de proceso, donde se discutió cuáles serían las posibles rutas para resolver este problema.

Mejora:
La propuesta para solucionar el problema de metodología en el área de plateado consiste en la creación de un sistema metodológico uniforme en forma de adiestramiento que busca la estandarización del proceso. El adiestramiento será implementado luego de una presentación detallada, tanto en forma escrita como en video, que contiene el proceso, paso a paso, de principio hasta fin, en el área de plateado.

Control:
La última fase en la herramienta DMAIC es la fase de control, donde se busca introducir buenas prácticas en la metodología. Estas prácticas pueden ser inspecciones visuales, lista de verificación (*check lists*) y herramientas como gráficas de control. Esto permite medir periódicamente el proceso para identificar variabilidades. Si el proceso está en control, los resultados no excederán los límites inferiores y superiores de la gráfica de control. En el caso del proyecto, se definió un parámetro de rendimiento (*yield*) que compara la cantidad de lotes realizados en función de los lotes rechazados.

Conclusiones

Según los resultados obtenidos a través de la aplicación del sistema analítico se concluye que la nueva implementación del proceso de manufactura en plateado en los errores y daños más frecuentes traerían unos resultados sin errores, creando una uniformidad al momento que se ejerza la práctica en el proceso del plateado. Con la implementación de esta nueva metodología, los resultados indican una mejora de hasta un 52%, lo cual representaría un alivio costo económico para la compañía.

La importancia del proceso de plateado consiste en tener un producto de excelencia y buen montaje de las partes que forman el producto, cumpliendo las necesidades del cliente. En el laboratorio donde se manufacturan estas piezas se necesita seguir ciertas normas de seguridad para crear un ecosistema seguro para el empleado. Por esta razón la propuesta de mejora de metodología de manufactura en el área de plateado incluye videos y manuales que describen, paso a paso, y de una manera segura, cómo hacer el proceso de una manera uniforme validada por los resultados estadísticos que muestran los programas de Six Sigma y DMAIC. Estos programas, al tener la data de los resultados previos a la aplicación y luego de la aplicación, muestran gráficos en forma de Pareto y de control que demuestran las mejoras de la aplicación de la nueva metodología.

Debido a la pandemia del COVID-19, no se han podido ofrecer los adiestramientos para los empleados con el fin de aplicar las mejoras en el sistema de manufactura de plateado, según se pudo evidenciar en los datos mostrados. Esta nueva metodología fue aprobada, más, sin embargo, está en espera para poder ser aplicada y los empleados recibir el debido adiestramiento para realizar los cambios en el proceso. La decisión de la compañía por optar en ofrecer estos adiestramientos se basa en los resultados obtenidos durante el proceso de investigación.

Trabajos Futuros

Una forma de hacer extenso este estudio, sería hacer un estudio de DMAIC y Six Sigma para que se apliquen en otras áreas de manufactura, por ejemplo; "Chemiling, PMTC, Metrology y Special Handling".

Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecerle a Dios, por bendecirme y guiarme a lo largo de este proceso. Por ser mi apoyo y luz en el camino. Por abrir las puertas para que se presentaran grandes oportunidades de crecimiento profesional.
A la Universidad Politécnica de Puerto Rico por haberme permitido formarme en ella y crecer. Por las orientaciones a través del camino.
Al Dr. Edwin Dávila por creer en mí al dirigirme durante este trabajo. Por su apoyo y recomendaciones.
A *Keysight Technologies*, quienes me dieron la oportunidad de realizar esta investigación para mi crecimiento profesional y laboral.

Referencias

[1] F. M. Gryna, R. C. H. Chua, D. F. J. A., J. M. Juran, and J. M. Juran, Jurans quality planning and analysis: for enterprise quality, 5th edition. Boston, MA: McGraw-Hill, 2007.
[2] Yasuhiro Monden (2012). Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, 4thedition. Taylor & Francis Group, LLC.
[3] A. Töpfer and S. Günther, "Six Sigma im Entwicklungsprozess — Design for Six Sigma," Six Sigma, pp. 98–169, 2004.
[4] Leanlandia, "Los pilares del Lean, las 2D," [Blog Online]. Available: https://leanlandia.wordpress.com/2018/07/11/los-pilares-del-lean-las-2d/ [Accessed October 12, 2020].
[5] American Society for Quality, "The Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) Process," ASQ. [Online]. Available: https://asq.org/quality-resources/dmaic. [Accessed October 12, 2020].