

Rediseño y caracterización de un equipo de prueba eléctrica en el ensamble del producto Jack Bam

Jorge Silva Romo¹, Noé Alba Baena¹, Jaime Romero González¹
Diego Moisés Almazo Pérez¹, Estrada Orantes Francisco¹

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Resumen

Se presenta una metodología con la cual se obtuvo el diseño de un equipo de prueba eléctrica a nivel prototipo para el producto Jack Bam, el cual puede realizar las pruebas que requiere la especificación de ingeniería, las cuales el equipo actual utilizado en la empresa no puede realizar, las pruebas que pide la especificación son la de continuidad, resistencia de contacto y la de resistencia al voltaje dieléctrico llamada también prueba de alto voltaje, este componente sirve para dar un acceso de prueba a un monitor de audio, es usado típicamente para proveer acceso a las máquinas de control usadas en las estaciones de televisión y otros estudios de producción de video. En el proyecto se siguió una metodología de ingeniería, la cual está dividida en varias etapas. La primera etapa son los análisis iniciales para determinar el objetivo del proyecto y los puntos de mejora a solucionar, la siguiente etapa fue la de diseño, Por lo tanto, se efectuaron varios estudios y análisis iniciales, con esto se determinaron las mejoras que se solucionaron con el proyecto a los componentes del equipo actual y se determinará el costo de los componentes mejorados, para continuar con la de integración y terminar con un estudio estadístico del sistema de medición.

Palabras clave: Diseño, Especificación, Metodología

Introducción

El proyecto está enfocado en la estación de prueba final del componente Jack Bam mostrado en la figura 1. El cual es usado

en los equipos de control de las estaciones de televisión y estudios de audio y video.

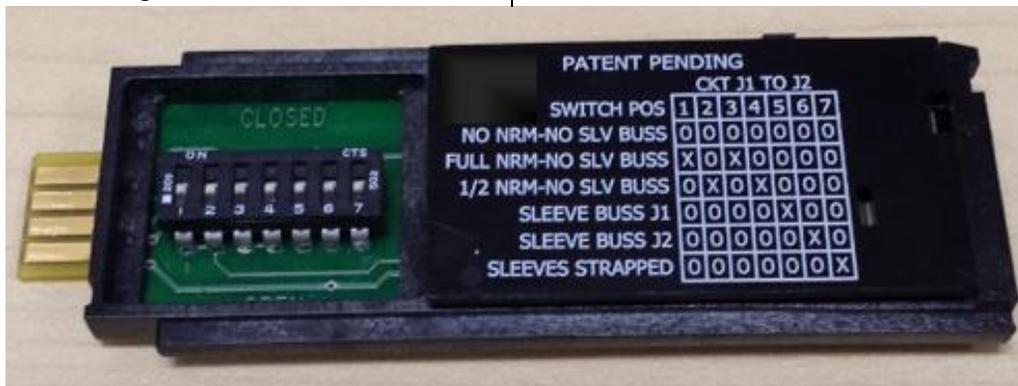


Figura 1, Componente Jack Bam.

El equipo se encuentra al final de la línea de ensamble del producto, en esta estación, se encuentra el equipo de prueba mostrado en la figura 2, que fue diseñado en el 2005, originalmente para ser montado y usado en el equipo llamado “Engage” que a su vez estaba conectado con el analizador de alto

voltaje llamado Horizon y por sus dimensiones fue colocado en otra área de producción, con esto se realizaba las prueba requeridas por la especificación de ingeniería, en el año 2009 el equipo “Engage” fue discontinuado y desmantelado.

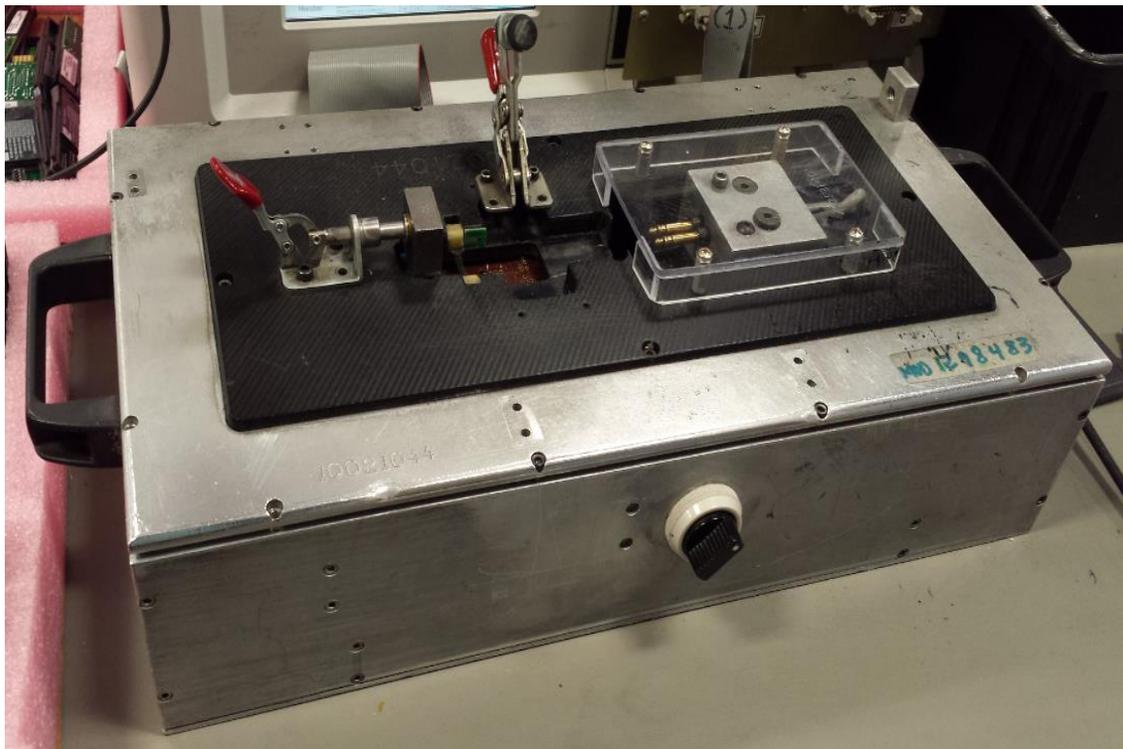


Figura 2, Equipo de prueba modificado.

Para poder seguir probando el componente JACK BAM, el equipo de prueba sufrió modificaciones para ser adaptado y poder ser usado con el equipo analizador de alto

voltaje programable llamado Meridian mostrado en la figura 3, el cual está en la misma línea de ensamble y es donde se usa actualmente.

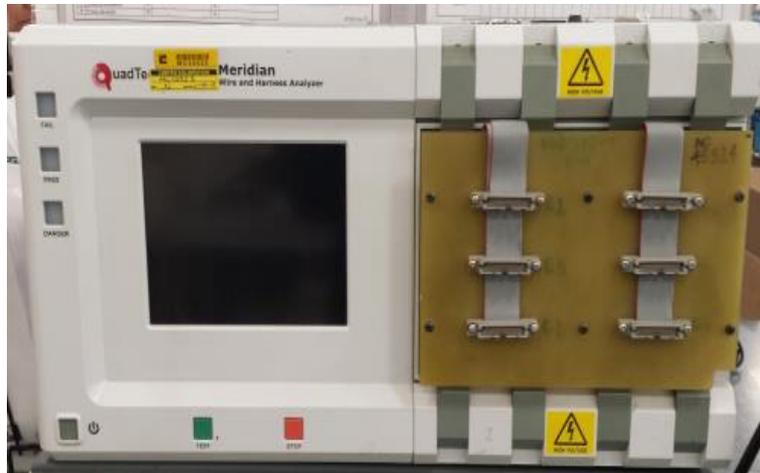


Figura 3, Equipo Meridian.

Situación actual.

En una observación inicial se encontró que las modificaciones realizadas no fueron las apropiadas ya que faltan componentes necesarios para poder realizar las tres pruebas requeridas por la especificación de ingeniería, de las cuales una no se está realizando y otra no se realiza de manera apropiada, solo se le están realizando pruebas de control interno, por lo tanto, no se tiene evidencia que el componente cumpla con lo requerido por la especificación.

Riesgos o consecuencias

Si se continúa con esta situación se podría tener problemas ya que al no detectar una pieza con falla esta le llegará al cliente y obtendrá un mal funcionamiento con el equipo instalado pudiendo esto ocasionar un problema más grande, además de que campo, la elaboración del prototipo, la evaluación del mismo y el desarrollo del informe.

no se cuenta con evidencia que demuestre que el componente cumple, ya que no se tiene archivos con los resultados de las pruebas que se le realizan.

Ventajas de dar solución

Al darle solución a este problema se logrará asegurar que el componente cumple con lo requerido en la especificación de ingeniería y se estará asegurando que se envía un producto de calidad, además de que se tendrá evidencia de que el producto está dentro de las especificaciones ya que se tendrá un archivo con los resultados obtenidos.

Delimitaciones del proyecto

El presente trabajo estuvo delimitado a realizar una evaluación del nuevo concepto del equipo de prueba a nivel prototipo, en el cual se desarrollará la investigación de

Materiales

Parte de los materiales a utilizar durante este proyecto se mencionan a continuación de los cuales todavía no se tienen las cantidades, modelos y costos:

Delrin (Polyoximetileno). Material seleccionado por sus propiedades mecánicas y en partes pequeñas se tiene más exactitud, en partes grandes o largas se necesita agregar material para mantener la planicidad

Aluminio 6061, seleccionado por sus propiedades mecánicas, el cual suele ser usado para estructuras y obtener un producto robusto.

Bakelita. Seleccionado por sus propiedades mecánicas y eléctricas, ya que sirve como aislante y su función será la de mantener fijos los pines de contacto.

Métodos

La metodología a utilizar esta organizada de la siguiente manera y se muestra en la figura 4:

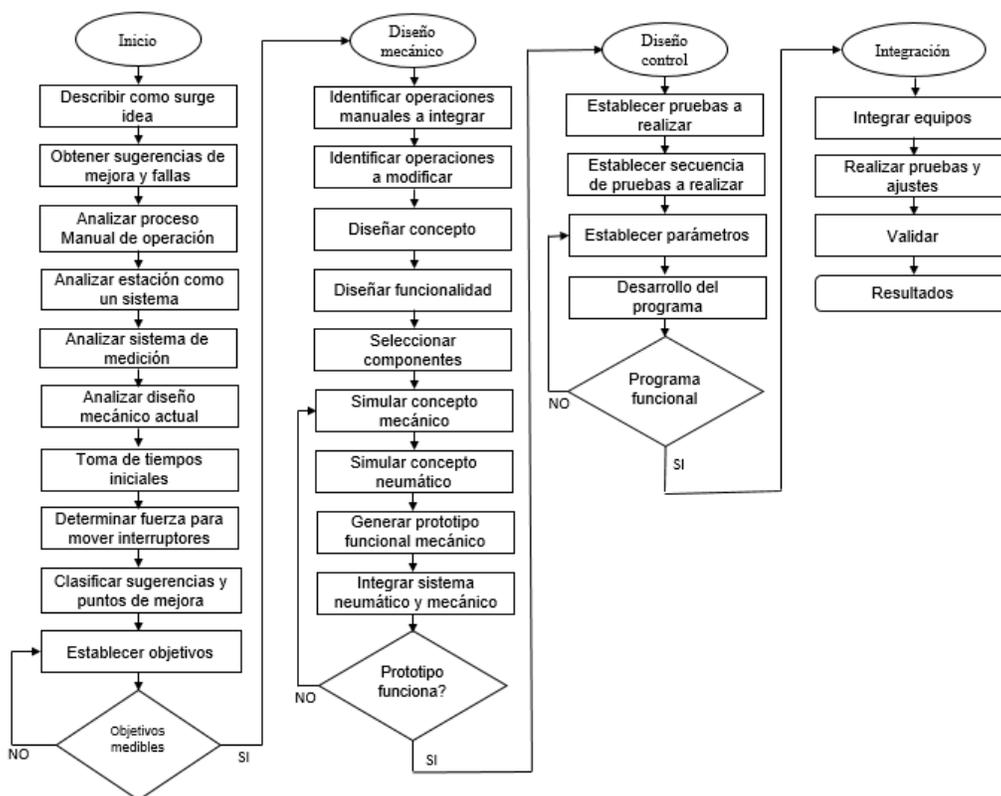


Figura 4, diagrama de flujo de la metodología.

Determinar la Información de entrada. En este caso es el diseño del equipo de prueba

ya que el equipo utilizado no es capaz de realizar las pruebas que piden realizar la especificación de ingeniería del producto.

Definir el problema. Suele citarse a Einstein, diciendo que, si tuviera una hora para salvar el mundo, se iba a gastar cincuenta y cinco minutos definiendo el problema, y sólo cinco minutos para encontrar la solución. Esta cita ilustra un punto importante: antes de ir directamente a resolver un problema, se debe hacer un alto, e invertir tiempo y esfuerzo en mejorar nuestra comprensión del mismo [1]. Por lo tanto, se realizaron varios análisis iniciales para poder establecer el problema

Analizar el sistema o equipo. Esto para determinar los cambios que se requieren hacer para mejorar el equipo, basándose en análisis para encontrar puntos de mejora y en recomendaciones obtenidas por los usuarios del equipo. Se analizó el proceso que realiza el operador para poder probar el componente, el tiempo del proceso, el equipo y las pruebas que se le realizan al componente.

Desarrollar el concepto. El desarrollo de conceptos es un proceso motivado por una

serie de necesidades del cliente y de especificaciones del producto objetivo que se transforman en un conjunto de diseños conceptuales y de soluciones tecnológicas potenciales. Estas soluciones representan una descripción aproximada de la forma, los principios de funcionamiento y las características del producto. A menudo, estos conceptos van acompañados de modelos de diseño industrial y de prototipos experimentales que ayudan a tomar las decisiones finales.

Una vez que se estableció el objetivo del proyecto y se enlistaron los puntos de mejora obtenidos por los análisis iniciales, se realizó un borrador del concepto, donde después se establecieron las funciones que se quieren lograr para solucionar los problemas encontrados. El siguiente paso fue realizar la simulación del modelo, ver figura 5, una vez establecido el modelo se seleccionaron los materiales a utilizar para los componentes del nuevo diseño, con esta información se analizó el nuevo diseño para reducir los componentes o modificarlos para reducir el costo de manufactura de cada uno de ellos.

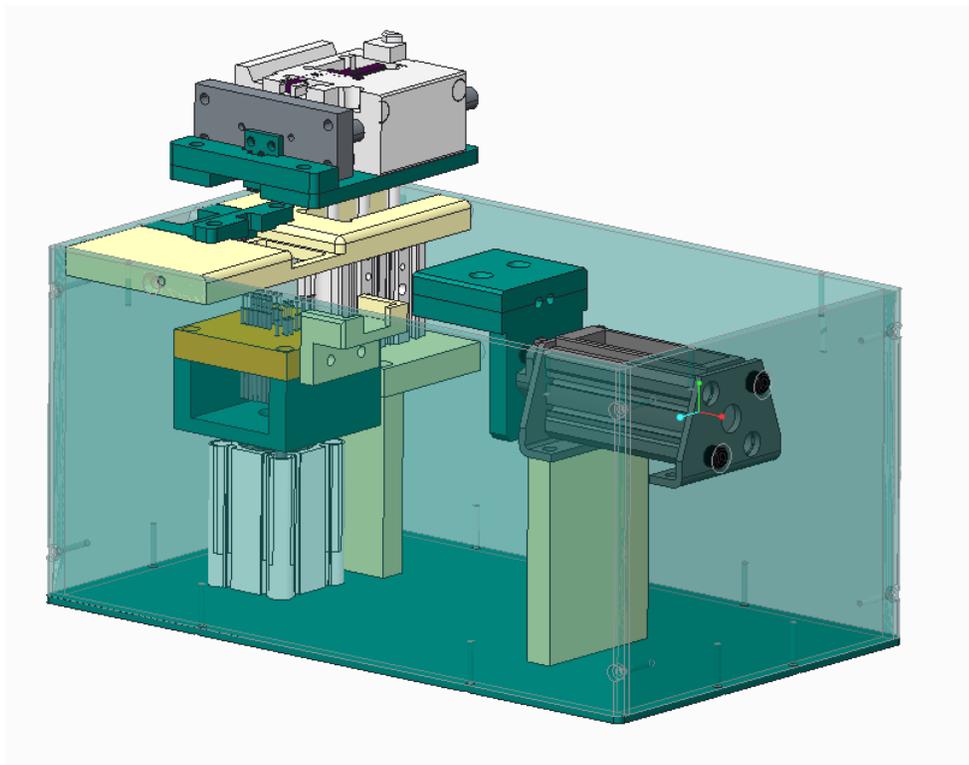


Figura 5, Modelo del concepto

Una vez establecido el diseño y los materiales, se identificaron los componentes que estarán sometidos a un esfuerzo, estos fueron analizados para

poder determinar si pueden ser usados o se tiene que realizar un cambio de diseño o de material a usar, uno de estos componentes esta mostrado en la figura 6.

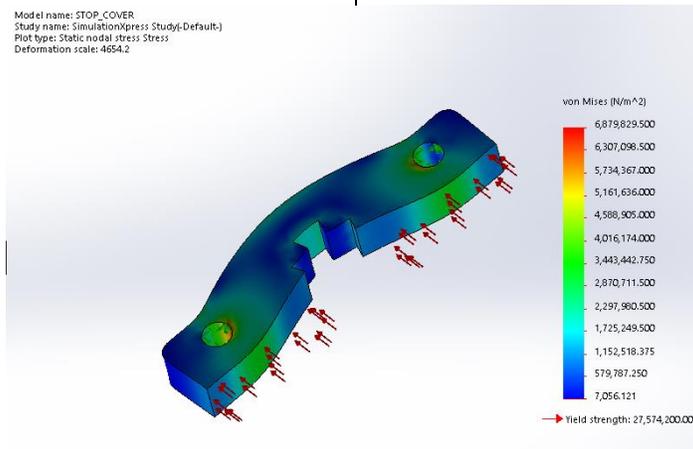


Figura 6, Componente identificado sometido a un esfuerzo

Generar prototipo. El prototipo es la primera versión o modelo del producto, en

que se han incorporado algunas características del producto final. Se crean

con rapidez y a bajo costo para explorar la factibilidad del concepto preliminar. Se puede fabricar a mano, de materias simples, pero también se puede contar con la pericia de un ingeniero, diseñador o desarrollador profesional de prototipos. De todos modos, el objetivo del prototipo es ayudar al emprendedor a visualizar y refinar su producto porque, aunque el producto funciona bien en teoría, no es hasta que se empieza a trabajar en el prototipo cuando se empiezan a ver los fallos y los puntos de mejora. No tendrá que ser perfecto, sino que demostrará en general cómo el producto va a variar o mejorar lo que ya existe.

Integración. En este caso se mandaron a maquinar los componentes del prototipo, además de comprar lo requerido por el sistema neumático que se integró al momento del ensamble. Ya con el prototipo ensamblado se realizaron ajustes para obtener mejores resultados con las operaciones que realiza el equipo. Se integraron con el equipo Meridian al cual se le realizó un programa nuevo donde se agregaron las pruebas que se le realizarán al componente y que son requeridas por la especificación de ingeniería tal y como se muestra en la figura 7

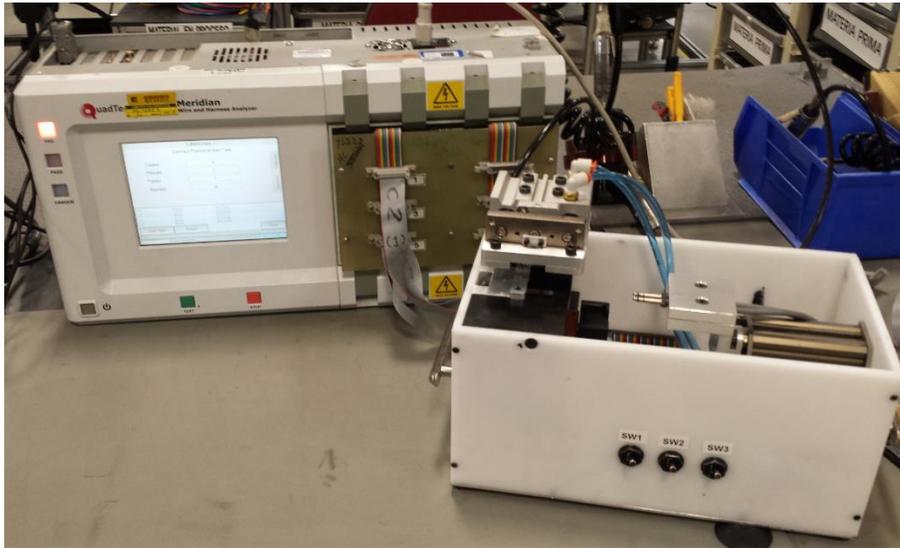


Figura 7, Equipos integrados

Analizar el equipo y sus resultados. Para esto se utilizó una herramienta estadística MSA por atributos y se realizó un comparativo del equipo usado y el

prototipo diseñado tal y como se muestra en el resumen de los resultados obtenidos en la figura 8.

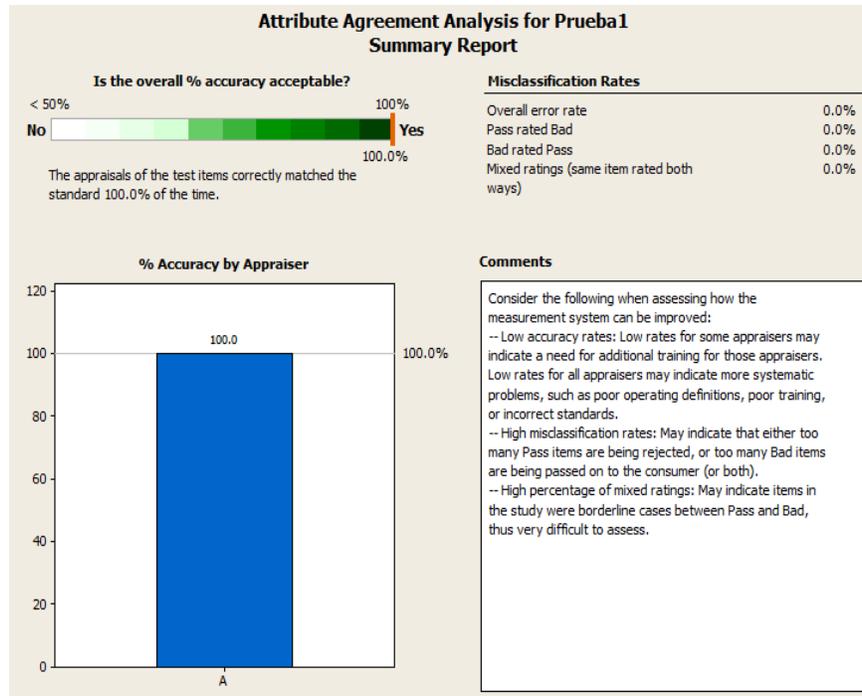


Figura 8, Resumen de los resultados obtenidos

Herramientas

Despliegue de la función de la calidad QFD (Quality Function Deployment)

Usado para desdoblar las necesidades de los clientes en las primeras características técnicas del producto. El método QFD surgió en Japón en la década de 1960, es un método de diseño de productos y servicios que recoge la voz del cliente y la traduce, en pasos sucesivos, a características de diseño y operación que satisfacen las demandas y expectativas del mercado. Nacido como herramienta de diseño de nuevos productos, el QFD se convirtió en un elemento integrador de las distintas áreas de la firma, como marketing, ingeniería y operaciones, y de distintas actividades, como la gestión de la calidad.

Destacan los siguientes problemas que dificultan las aplicaciones del QFD: Barreras culturales al trabajo en equipo, falta de herramientas "amigables" para reducir el tiempo de entrenamiento necesario y crecimiento en el tamaño de los proyectos de diseño. Para ayudar a resolver los problemas vinculados con el tamaño de las aplicaciones, proponen metodologías para simplificar el análisis de la información de la matriz de la calidad.

Diseño asistido por computadora CAD (Computer Aided Design)

Uso de la tecnología de las computadoras para diseño, los sistemas CAD reemplaza el dibujo manual por un proceso automatizado. Para el modelado del

producto existen en el mercado varios sistemas de CAD por sus siglas en inglés, estos están dirigidos a los centros técnicos y de diseño de las empresas, estos sistemas están diseñados y pensados para automatizar funciones que antes se realizaban manualmente ya que para plasmar los diseños antes se utilizaba un lápiz, un papel y un tablero de dibujo y ahora con un sistema CAD se puede crear, manipular y representar productos en 2 y 3 dimensiones [2].

Diseñar para manufactura y ensamble DFMA (Design for Manufacturing and Assembly).

Métodos que auxilian al proyectista para repensar el diseño, buscando simplificar y facilitar la fabricación, el montaje, la manutención y otros. De acuerdo con Graham Wilson (2005) cuando se habla de desarrollo de producto se tiene que distinguir y dividir entre el diseño del producto y el diseño del proceso para poder aclarar y establecer la definición del problema, cuando se habla del diseño del producto se tiene uno que preguntar ¿qué es? y para el diseño del proceso se tiene que preguntar ¿cómo es usado? Al obtener los resultados de estas preguntas e integrarlas se obtiene un concepto más claro de lo que se busca y como se quiere que funcione el producto a desarrollar [3].

Sistema de diseño de software SDS (System Design Software)

Usado para diseñar sistemas de control y medición, por medio de una plataforma de

programación gráfica. Sistema de diseño de software SDS Los sistemas de pruebas y control a menudo tienen múltiples componentes que pueden ejecutarse en diferente hardware [4]. La interfaz humano-máquina puede ser un TPC o una PC de escritorio. El código de pruebas puede ser ejecutado en un controlador industrial o un sistema embebido. Puede ejecutar lógica crítica en una PC robusta en tiempo real o en una tarjeta de interfase. También puede requerir inteligencia embebida en un instrumento, un sistema de visión artificial o un sensor inalámbrico.

Análisis del sistema de medición (MSA Kappa).

Se estima la validez como el hecho de que una prueba sea de tal manera concebida, elaborada y aplicada y que mida lo que se propone medir. Algunos autores como Black y Champion, Johnston y Pennypacker, Kerlinger, citados por Barba y Solís, señalan que la validez es un sinónimo de confiabilidad [5]. El primero, se refiere al significado de la medida como cierta y precisa. El segundo, se refiere al hecho de lo que se mide actualmente es lo que se quiere medir. Se estima la confiabilidad de un instrumento de medición cuando permite determinar que el mismo, mide lo que se quiere medir, y aplicado varias veces, indique el mismo resultado. Todo instrumento de recolección de datos debe resumir dos requisitos esenciales: validez y confiabilidad.

Resultados

Al tener el prototipo integrado se generaron muestras identificadas como buenas y malas y con esto se realizó el análisis del sistema de medición Kappa donde nos dio un valor de Kappa de 1, esto

significa que el sistema es bueno en identificar las piezas buenas como buenas y las piezas malas como malas tal y como se muestran en los resultados de la figura 9.

Within Appraisers

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
A	24	24	100.00	(88.27, 100.00)

Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
A	Alto voltaje	1	0.204124	4.89898	0.0000
	Continuidad	1	0.204124	4.89898	0.0000
	Pass	1	0.204124	4.89898	0.0000
	Resistencia	1	0.204124	4.89898	0.0000
	Overall	1	0.125000	8.00000	0.0000

Each Appraiser vs Standard

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
A	24	24	100.00	(88.27, 100.00)

Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
A	Alto voltaje	1	0.144338	6.9282	0.0000
	Continuidad	1	0.144338	6.9282	0.0000
	Pass	1	0.144338	6.9282	0.0000
	Resistencia	1	0.144338	6.9282	0.0000
	Overall	1	0.088388	11.3137	0.0000

Figura 9, Resultados del analisis Kappa del prototipo

Se realizó este mismo estudio pero utilizando el equipo actual y nos dio un valor de Kappa de -.200, que es un valor

muy bajo,por lo tanto el equipo utilizado en la empresa no es confiable, como se muestra en la figura 10.

Attribute Agreement Analysis for Prueba

Within Appraisers

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
A	24	24	100.00	(88.27, 100.00)

Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

Identical assessments. Cannot compute kappa.

Each Appraiser vs Standard

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
A	24	12	50.00	(29.12, 70.88)

Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
A	Alto voltaje	-0.090909	0.144338	-0.62984	0.7356
	Continuidad	-0.090909	0.144338	-0.62984	0.7356
	Pass	-0.333333	0.144338	-2.30940	0.9895
	Resistencia	-0.090909	0.144338	-0.62984	0.7356
	Overall	-0.200000	0.095743	-2.08893	0.9816

Figura 10, Resultados del analisis Kappa del prototipo

Conclusiones

Al realizar la comparación del prototipo con el equipo actualizado se tiene evidencia para concluir que el equipo con el que se cuenta en la empresa no debería de ser utilizado ya que no es capaz de identificar los componentes buenos de los componentes con falla, El prototipo sin

embargo puede realizar las pruebas requeridas por la especificación de ingeniería y es capaz de identificar las piezas buenas de las piezas con falla, además se solucionaron a su vez las oportunidades de mejora y sugerencias obtenidas durante los análisis iniciales.

Reducir las operaciones manuales que realiza el operador de 22 a 12.

Equipo portátil ya que tiene un peso de 6 kilos aproximadamente.

Se mejoró la postura del operador al mover los interruptores manualmente, esto se logró al moverlos todos al mismo tiempo con un pistón.

Mejorar sistema de sujeción del componente, con este diseño se mantiene fijo y esto es necesario para que la cama de pines realice el contacto correcto.

Eliminar pruebas no necesarias, se eliminó la prueba de continuidad con un solo interruptor en posición abierta.

Referencias

[1] Armendáriz, Dotley, Scaravila, wikihow, como definir un problema, <http://es.wikihow.com/definir-un-problema>, marzo 2015.

[2] PTC, desarrollo de conceptos, 2007, EUA, http://support.ptc.com/WCMS/files/43559/es/2069_Concept_Dev_EVRM_TS_ES.pdf, Marzo 2015.

[3] W. N. Prakash, V. G. Sridhar and K. Annamalai, New Product Development by DFMA and Rapid Prototyping, Pages 274-279, March 2014.

[4] AUTODESK. <http://www.autodesk.com/solutions/cad-software>.

[5] J. Análisis y Diseño de Sistemas de Información, McGraw-Hill, 1992.