

PROYECTOS INSTITUCIONALES Y DE VINCULACIÓN



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FIME

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Rector

M.E.C. Rogelio Guillermo Garza Rivera

Secretario General

M.A. Carmen del Rosario de la Fuente García

Secretario Académico

Dr. Santos Guzmán López

Secretario de Extensión y Cultura

Dr. Celso José Garza Acuña

Director de Editorial Universitaria

Lic. Antonio Ramos Revillas

Director de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Dr. Jaime Arturo Castillo Elizondo

Editor Responsable

Dra. Mayra Deyanira Flores Guerrero

Edición web

Dr. Oscar Rangel Aguilar

Dr. Aldo Raudel Martínez Moreno

M.C. Arturo del Ángel Ramírez

Carlos Orlando Ramírez Rodríguez

Edición de Estilo

Dr. Edgar Danilo Dominguez Vera

Manuel Valeriano Argüello López

Cristina Guadalupe Gómez Ipiña

Josefina Gacía Arriaga

Edición de Formato

Dr. Luis Chavez Guzman

Manuel Valeriano Argüello López

Cristina Guadalupe Gómez Ipiña

Josefina García Arriaga

Relaciones Públicas

Dra. Leticia Amalia Neira Tovar

Dr. Daniel Ramírez Villarreal

Dr. Joel Perez Padron

M.C. Martín Luna Lázaro

PROYECTOS INSTITUCIONALES Y DE VINCULACIÓN, Año VI, No. 11 Enero – Junio 2018, es una publicación Semestral editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Ubicada en Av. Pedro de Alba S/N Cd. Universitaria C.P. 66451, San Nicolás de los Garza, N.L., México. Tel. 83294020. Página Web: www.proyectosinstitucionalesydevinculacion.com
 Editor Responsable: Dra. Mayra Deyanira Flores Guerrero. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2014-120912092000-203. ISSN: 2448-6906, ambos otorgados por El Instituto Nacional de Derechos de Autor, Registro de Marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Responsable de la última actualización: Manuel Valeriano Argüello López, Av. Pedro de Alba S/N. Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México. Fecha de última actualización: 15 de Julio de 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

La Revista tiene un Consejo Editorial conformado por miembros de la Universidad Autónoma de Nuevo León y un Comité Científico Internacional. La Revista cuenta con una base de datos de árbitros pares externos especialistas para el proceso de arbitraje.

El sistema de arbitraje: todos los trabajos son sometidos al proceso de dictaminación por el sistema de revisión por pares externos, con la modalidad de doble ciego.

Prohibida su reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Editor.

Fotografía de la portada: Derechos de la Facultad de Arquitectura.

INDICE

[ANÁLISIS DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO PARA PERSONAL DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA](#) 4
Felipe de Jesús Rivera Vieczas, Siomara Samahí Bermúdez Martínez

[¿CÓMO HACER QUE EL PROVEEDOR ENTREGUE LOS MATERIALES EN TIEMPO Y EN FORMA?](#)..... 14
Luis Carlos Salazar Limón, Dr. Arturo Torres Bugdud, Mtra. María Blanca Elizabeth Palomares Ruiz

[EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA DEL NORTE DE MÉXICO](#) 23
M.A Martín Gerardo Jacinto Escobedo, M.C Elisa Janeth Garza Martínez

[INVERSOR MONOFÁSICO DE PUENTE COMPLETO UTILIZANDO SPWM Y CONTROL DE VALOR EFICAZ POR LABVIEW](#) 39
M.C. Rodolfo Rubén Treviño Martínez, M.C. Catarino Alor Aguilar, Melissa Esquivel Leyva

[INGENIERÍA DE LA MEDICINA: OPTIMIZACIÓN DE PRÓTESIS DE CADERA](#)51
Jhoan Yajaira Garcia Torres

[MESA XY CON ROTACIÓN PARA DIGITALIZACIÓN 3D](#)63
MC. Ángel Rolando Rivas Velázquez, Ing. Juan Fco. David de la Fuente Bustos

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO PARA PERSONAL DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA

Felipe de Jesús Rivera Vieczcas, felipe.riverav@uanl.mx, Siomara Samahí Bermúdez Martínez.

RESUMEN:

Los Líderes en las organizaciones efectivas saben que su personal no puede ser efectivo, a menos que sepan lo que se supone deban hacer, sean capaces de hacerlo y reciban una retroalimentación constante sobre lo que están realizando. Un buen sistema de evaluación de desempeño está basado en la confianza. La pregunta es: ¿Qué es lo que hace que una persona confíe en alguien? La respuesta es: Si no hay involucramiento, no habrá compromiso, tú obtendrás lo que midas. Nos lo dice el refrán: “Dime cómo me medirás y yo te diré como actuaré”. Basado en estas consideraciones, el presente trabajo realizó un análisis de la efectividad del sistema de evaluación de desempeño de la empresa Intermex Manufactura de Chihuahua, S. A. de C. V. con la finalidad de efectuar una revisión al sistema de reconocimientos, crear un inventario de habilidades de cada uno de los Asociados, mejorar la productividad, así como lograr las metas de la empresa,

PALABRAS CLAVE: Evaluación de desempeño, Administración del Desempeño, Sistema PED

ABSTRACT:

Leaders in effective organizations know people cannot be effective unless, they know what they are supposed to do, they are capable to do it and they receive regular feedback on how they are doing. A good system hinges on trust. The question is: What makes you trust someone? The answer is: If there is no involvement, there is no commitment. You get what you measure. Is just like the slang says: “Tell me how you will measure me, I’ll tell you what I will act. Based on these considerations, the present investigation made an analysis about the performance evaluation system of the plant named Intermex Manufactura de Chihuahua, S. A. de C. V. with the purpose of making a review of the recognition process, create a skill inventory of each Associate, improve the productivity as well as achieve the company’s goals.

KEY WORDS: Performance evaluation, performance management, Personnel performance

INTRODUCCIÓN:

Existen algunas áreas de oportunidad dentro de este proceso de evaluación, ya que, como en todos los sistemas, si las personas que lo administran no lo realizan adecuadamente existe el peligro que la efectividad del mismo no sea el esperado y se convierta, más que en una ayuda, en un problema.

Presentación del Problema de Investigación:

El sistema de evaluación de desempeño en la empresa manufacturera es un instrumento clave para determinar si un empleado es merecedor a un contrato de planta. En este tipo de empresas es necesario evaluar a las personas desde sus primeras semanas de trabajo, ya que si el empleado muestra un buen desempeño, hay un alto porcentaje de probabilidad de permanencia en el empleo.

Sin embargo, ésta evaluación preliminar, por llamarla de esa manera, solo se limita a revisar el ausentismo y la puntualidad de los empleados, ya que la evaluación formal se realiza hasta pasados 4 o 6 meses.

La mayoría de los empleados consideran que al momento de ser evaluados son acreedores a un aumento de sueldo y muchas veces la gerencia posterga la evaluación por evitar el descontento de los trabajadores. Cabe mencionar también que no existe un calendario formal para realizarla, el gerente de planta la aplica cuando él lo decide.

¿Es importante la evaluación de desempeño de una empresa para conocer la efectividad en los resultados de cualquier trabajador?, ¿Dá soporte la evaluación de desempeño para tenerlo como base para determinar su plan de compensaciones?, ¿Qué diferencia existe entre un sistema de evaluación de desempeño y una descripción de puestos de una empresa?

Objetivo:

El propósito del presente estudio es realizar una revisión al sistema de evaluación de desempeño actual de una empresa y hacer que éste proporcione un valor agregado a la compañía.

Al mismo tiempo, este análisis de la efectividad de desempeño, logrará disminuir costos al momento en que se pueda evitar, desde el primer mes, la inversión en entrenamiento, compensaciones y promociones en personas que no son las adecuadas para el puesto. En pocas palabras, se logrará tener a la gente correcta, en el lugar correcto, en el tiempo correcto, lo que sin duda mejorará la productividad de la empresa y permitirá ahorros importantes.

Alcance del Estudio:

Se realizó una investigación para analizar el sistema de evaluación del desempeño en la empresa Intermex Manufactura de Chihuahua S.A. de C.V.

El campo de investigación fue en 5 empresas, 2 del área Metropolitana de Monterrey, 2 de Chihuahua, y 1 una de Querétaro en las cuales se presenta la misma problemática.

Se obtuvo información acerca de ausentismo, rotación, resultados de encuestas de ambiente, descripciones de puestos, promociones, compensaciones y sistema de reconocimiento.

Una de las limitaciones que tuvo esta investigación es el factor tiempo ya que se realizó en tres meses.

DESARROLLO:

En este proyecto de investigación se analizó la importancia de hacer una efectiva evaluación de desempeño y el impacto que esta tiene en la productividad de las compañías manufactureras.

Definiciones:

La Evaluación del Desempeño constituye el proceso por el cual se estima el rendimiento global del empleado. Constituye una función esencial, que de una u otra manera, suele efectuarse en toda organización moderna. El procedimiento básico para evaluar el recurso humano se denomina Evaluación de Desempeño, y generalmente se elabora a partir de programas formales de evaluación, basados en una razonable cantidad de información respecto de los empleados y de su desempeño en el cargo.

No es precisamente el tiempo el que determina si una persona es experta o no en una función, si no la calidad de la retroalimentación que recibe de su trabajo.

Si los empleados no reciben información de qué es lo que esperan sus jefes de ellos, jamás podrán corregir sus desaciertos, ni hacer mejoras en sus actividades. Durante mucho tiempo los administradores se preocuparon solo de la eficiencia de la máquina como medio para aumentar la productividad, pero esto no logró resolver el problema del aumento de la eficiencia de la organización.

Parra (2002) nos señala que el sistema evaluación del desempeño de las personas constituye una técnica de dirección imprescindible en el proceso administrativo. Como apunta Zúñiga (2006), la evaluación del desempeño no puede restringirse a un simple juicio superficial y unilateral del jefe respecto del comportamiento funcional del subordinado; es necesario descender más profundamente, localizar las causas y establecer perspectivas de común acuerdo con el evaluado.

Beneficios de la evaluación del desempeño:

Arias (1980) manifiesta los siguientes beneficios de la evaluación del desempeño a los siguientes elementos:

El individuo:

- Percibe los aspectos que la empresa más valoriza en sus empleados.
- Conoce cuales son las expectativas de sus jefes, también sabe cuáles son sus fortalezas y debilidades.
- Conoce cuales son las medidas que el jefe va a utilizar para mejorar su desempeño (programas de entrenamiento, seminarios etc.) y lo que el jefe va a tomar en cuenta: autocorrección, esmero, iniciativa etc.
- Tiene la oportunidad de hacer una autoevaluación y autocrítica.
- Estimula el trabajo en equipo y consigue una identificación con los objetivos de la empresa.
- Estimula a sus compañeros para que den su mejor esfuerzo y mantengan lealtad e identidad con la compañía.
- Hace que atiendan con prontitud la solución a los problemas.
- Estimula la capacitación entre los evaluados y la preparación para las promociones.

La empresa:

- Tiene la oportunidad de medir el desempeño de cada uno de sus empleados a corto, mediano y largo plazo de tal manera que pueda determinar la contribución de cada empleado.
- Puede identificar a empleados con áreas de oportunidad en su desempeño y hacer una selección de aquellos candidatos a promoción o transferencias.
- Puede ofrecer oportunidades de desarrollo a los empleados, no solamente de promociones, sino también de crecimiento personal, estimular la productividad y mejorar las relaciones humanas.
- La empresa muestra con claridad a los empleados que es lo que se espera de ellos y sus obligaciones.
- Programa las actividades de la unidad y se establecen las normas y procedimientos para su ejecución.
- Invita a los empleados a participar en la solución de problemas y toma en cuenta su opinión para la toma de decisiones.

A continuación, se presenta un Modelo de un Sistema de Evaluación de Desempeño, diseñado por la Empresa Industrias Interlake, S. A. de C, V.



Este Modelo consiste en cuatro elementos fundamentales. El primero consiste en establecer las expectativas, metas u objetivos al personal a evaluar, a fin de tener una medida objetiva a lograr. En segundo lugar, se requiere que el sistema incluya una retroalimentación regular o periódica, no mayor a 6 meses, con el propósito de monitorear el logro de las expectativas a lograr. El tercer lugar se necesita implementar un plan de Acciones Constructivas para corregir aquellas acciones que no fueron satisfechas por parte del personal evaluado. Dichas acciones incluyen actividades, tanto correctivas, como preventivas. Finalmente, se cierra el ciclo mediante la documentación formal de las acciones realizadas en todo el Sistema de Evaluación de Desempeño, a fin de dejar un antecedente histórico de como el empleado va evolucionando hacia la mejora continua.

Diseño de la Investigación:

Para efectuar la investigación de campo se utilizaron los siguientes instrumentos de medición:

- Evaluación de sistema de evaluación de desempeño actual de la empresa analizada.
- Aplicación de encuestas al personal operativo de la empresa.
- Aplicación de encuestas a personal administrativo de la misma.
- Entrevistas a personal administrativo de la compañía.

Para llevar a cabo la recolección de la información, primero se diseñó la encuesta de evaluación de desempeño y se aplicaron 268 al personal, administrativo y operativo, de las cuales, 20 fueron entrevistas.

Con la información obtenida de las encuestas y de las fuentes consultadas, se realizó el análisis explicativo donde se conozca la situación actual del sistema de evaluación del desempeño de la empresa Intermex Manufactura S.A.de CV.:

En la Tabla 2 podemos encontrar las actividades a realizadas durante el muestreo:

Actividad	Responsable	FEBRERO			MARZO	
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Contactar a los encargados de recursos humanos de planta para solicitar su colaboración para aplicar encuesta y entrevista	SSBM	█	█	█		
Validación de diseño de encuesta y de la entrevista	SSBM		█			
Cambios al diseño de encuesta y de la entrevista	SSBM		█	█		
Envío de encuesta y entrevista a encargados de recursos humanos de las plantas	SSBM		█	█		
Aplicación de encuesta y entrevistas en las plantas	Encargados de recursos humanos		█	█	█	█
Recopilación de encuestas y entrevistas aplicadas	SSBM				█	
Codificación de encuestas	SSBM				█	█
Captura de información	SSBM					█
Análisis de la información	SSBM					█
Obtener conclusiones de los resultados de la encuesta	SSBM					█

DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

Evaluación de desempeño efectuada por Empresa:

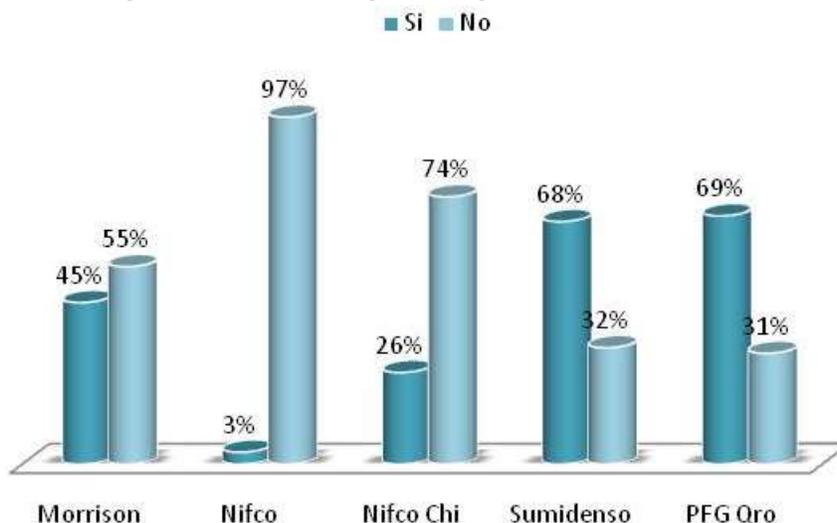
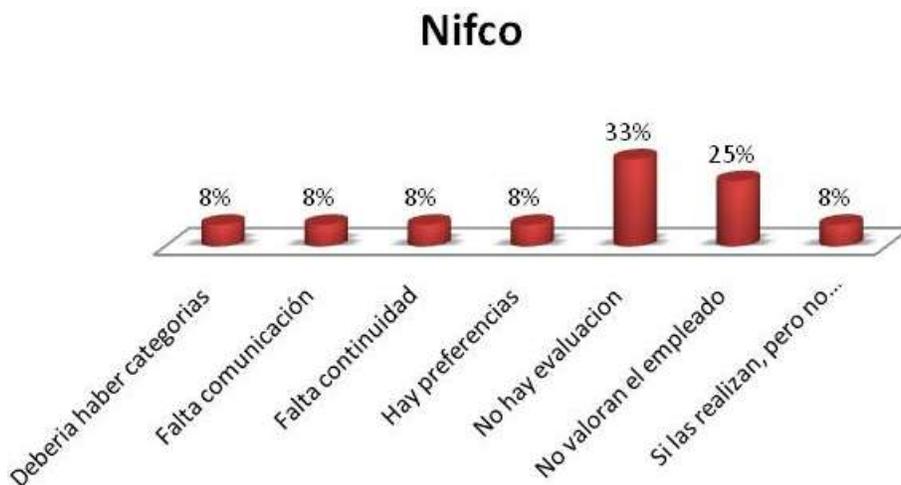


Figura 2 ¿Ha sido alguna vez evaluado por su supervisor desde que trabaja en esta compañía?

La gráfica señala que un alto porcentaje de empleados no ha sido evaluado desde su ingreso a la compañía. Cabe mencionar que las plantas que si han tenido evaluaciones son las que tienen más antigüedad.

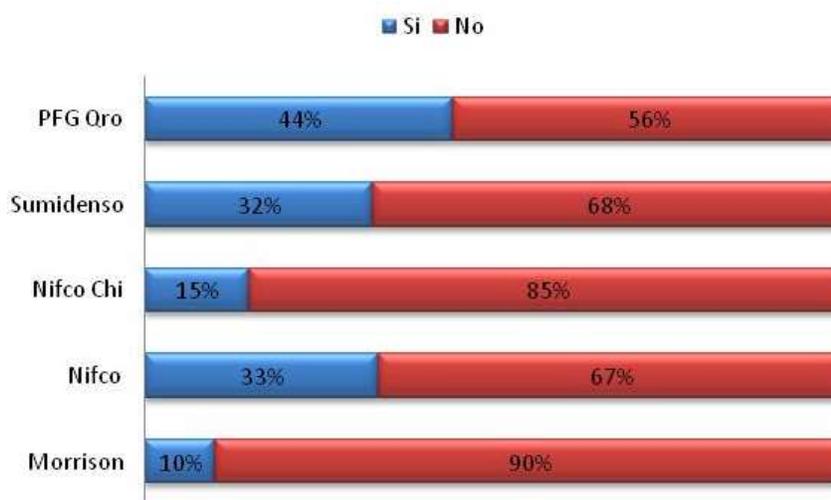
En Monterrey, Morrison tiene apenas dos años de iniciar operaciones mientras que Nifco tiene un año.

Razones de inconformidad con el Sistema de Evaluación de Desempeño:



Los empleados de las plantas de Nifco, tanto de Monterrey como Chihuahua, dicen que no existe una evaluación en forma, y al mencionar esto, señalaron que no existe una categorización de los puestos, otro 25% dijo no sentirse valorado por la empresa, mencionaron también que falta comunicación, continuidad y que hay preferencias.

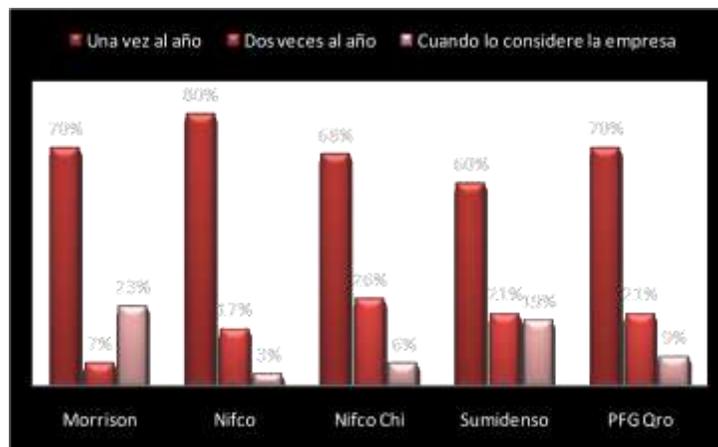
Reconocimiento derivado de un buen desempeño laboral



Los resultados muestran que un alto porcentaje de los empleados de las cinco plantas analizadas no son reconocidos cuando se tiene un buen desempeño.

La pregunta se amplió al comentarles que ser reconocido va desde una simple felicitación verbal hasta hacerse acreedor a un “premio” por su buen desempeño a lo que la mayoría contesto que las plantas no tienen un sistema de reconocimiento bien establecido.

Frecuencia de la Evaluación del Desempeño:

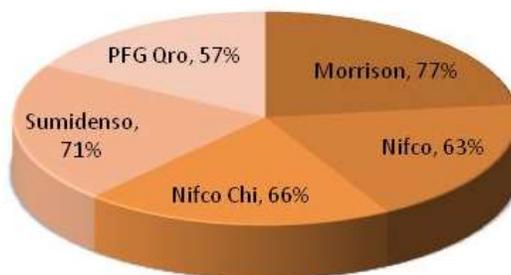


La mayoría de los empleados encuestados coinciden que debería de existir una evaluación formal de desempeño al menos una vez por año.

Posibles causas de renuncia laboral

Si

■ Morrison ■ Nifco ■ Nifco Chi ■ Sumidensa ■ PFG Qro



Por último ,la mayoría de los empleados esta de acuerdo en que una de la causas de que la gente renuncie o falte a trabajar es porque no recibe reconocimiento en su trabajo.

Resultado de las Entrevistas:

6) ¿La empresa tiene un calendario para hacer las evaluaciones?	
No 70%	No sabe 2%
Si 28%	
7) Si es el caso que la empresa no lleva un control adecuado de la aplicación de las evaluaciones ¿Cree usted que esto desanima a los empleados? ¿Por qué?	
Si lo desanima porque el empleado no sabe en que hay que mejorar 37%	Los empleados esperan ser evaluados 22 %
Si lo desanima porque el empleado espera ser reconocido y tener crecimiento 34%	No se sienten integrados a la empresa 7%
8) ¿Cuál cree usted que sea el motivo por la que en ocasiones la empresa retrasa la aplicación de las evaluaciones?	
Exceso de trabajo 60%	Falta de seguimiento del sistema de evaluación 6%
No valoran a los empleados 31%	No les importa 3%
9) ¿En que beneficiaría a la empresa si se realizara una oportuna evaluación del desempeño?	
Aumentaría productividad 42%	Empleado motivado 11%
Baja de rotación y ausentismo 38%	Buen ambiente de trabajo 9%
10) ¿Cree usted que una efectiva evaluación le traería ahorros a la empresa?	
Ahorros en gastos por capacitación 35%	Disminución de rotación 22%
Ahorros en inversión de desarrollo de empleados 23%	Al mantener motivada a la gente se mejoran los resultados 20%

Las entrevistas fueron realizadas a 20 personas de nivel administrativo que hacen funciones de supervisión y gerencia dentro de la compañía. Las preguntas que se ilustran, señalan el impacto, beneficio y ahorros que se lograrían con un efectiva evaluación de desempeño.

CONCLUSIONES:

Como conclusión de los hallazgos encontrados, se establece lo siguiente:

- Un alto porcentaje de empleados no ha sido evaluado formalmente en la empresa, motivo de estudio.
- Las plantas que si realizan evaluaciones carecen de un calendario para realizarlas, lo que ocasiona incertidumbre entre los trabajadores.
- Existen empleados con habilidades y talentos diferentes a las actividades que están realizando que pueden ser “mejor aprovechados” en otras áreas.
- La mayoría de los trabajadores no está conforme con el sistema de evaluación de desempeño actual lo que ocasiona un desanimo general.
- No existe un sistema de reconocimientos establecido y los empleados se sienten poco valorados.
- Un alto porcentaje de trabajadores piensa que una de las causas principales de que la gente renuncie o falte a trabajar es porque no recibe recompensas en su trabajo.
- Los empleados opinaron que debería de realizarse al menos una evaluación por año.
- La mayoría coincidió en que una efectiva evaluación de desempeño y un sistema de reconocimientos bien establecido aumentaría la productividad, mejoraría el clima laboral, disminuiría el ausentismo y la rotación, lo que traería ahorros importantes para la compañía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Arias, F. (1980) Administración de Recursos Humanos. México: Trillas
2. Parra, M. (2002). La evaluación del desempeño y la gestión de los RRHH. Universidad Rafael Beloso Chacín-urbe. Consultado el 4 de febrero de 2010 en <http://www.rrhmagazine.com/inicio.asp?url=/articulo/rrhh13.asp>
3. Zúñiga, A. (2006). Evaluación integral de productividad. Consultado en Febrero 4 en <http://www.dequate.com/>

¿CÓMO HACER QUE EL PROVEEDOR ENTREGUE LOS MATERIALES EN TIEMPO Y EN FORMA?

Luis Carlos Salazar Limón, Dr. Arturo Torres Bugdud arturo.torresb@uanl.mx, Mtra. María Blanca Elizabeth Palomares Ruiz mbpalomares@yahoo.com.mx.

INSTITUCIÓN

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, de la UANL. San Nicolás de los Garza

RESUMEN

En el presente trabajo, se demuestra un problema con un proveedor de metales en una empresa metal mecánica. Los materiales de dicho proveedor no se entregaban a tiempo, debido al traslado de materiales en contenedores insuficientes. Esto ocasionaba además de pérdidas en tiempo, que las piezas trasladadas sufrían daños.

Por estos motivos, se procedió a analizar las causas, y la forma de solucionarlo mediante un plan de trabajo para el proveedor adoptando algunas mejoras en los procesos para lograr un mayor rendimiento, eliminando tiempos extras en el desempeño del personal, así como evitar paros de línea en la producción.

PALABRAS CLAVE: Proveedor, Pendiente por Entregar, Inventario, Orden de Compra

ABSTRACT

In this work, we demonstrate a problem regarding a metal product provider in a metal mechanics company. Materials from this provider were not delivered on time, due to insufficient containers in shipping. This created, in addition to time losses, damaged pieces.

Because of this, it was decided to analyze causes and ways of solving this problem, by using a work plan for the provider and assuring the adoption of improvements in processes to get improvements in performance, eliminating overtimes and line stoppages.

KEYWORDS: Provider, Past Due, Inventory, Purchase Order

INTRODUCCIÓN

La operación diaria en toda empresa requiere de infinidad de productos y servicios que forman parte de los costos y gastos generales. Es en este aspecto donde los proveedores juegan un papel muy importante en toda organización.

Sin fabricantes que provean de las materias primas que se necesita para la producción o que proporcionen mercancía para su comercialización, costaría mucho trabajo a cualquier empresa crecer.

Además de facilitar lo que necesario para hacer negocio, los proveedores son una fuente importante de información para evaluar el potencial de nuevos artículos, darle seguimiento a las acciones de los competidores e identificar áreas de oportunidad.

“Así, pueden convertirse en socios y ayudar a reducir costos, mejorar el diseño de un producto y hasta aliarse para financiar estrategias de mercadotecnia. Por lo tanto, es vital hacer una buena selección de ellos como parte del plan de crecimiento ofrecer los últimos y más avanzados productos y servicios del mercado. Pero no sólo eso, también ellos deben contar con personal bien capacitado, brindar una variedad de condiciones financieras atractivas en las compras, y tener una actitud realista hacia el cliente. Es decir, estar dispuestos y deseosos de trabajar para que ambas partes hagan prosperar sus respectivos negocios.” (Entrepreneur, 2018)

DESARROLLO

El problema que se describe es con el proveedor de metales, el cual se encarga de fabricar chapas metálicas para muchas aplicaciones industriales. El problema radica en que las entregas que hacen son a destiempo, no cumplen con las fechas pactadas y eso provoca paros de línea.

Semanalmente se le envía al proveedor Forecast (Demanda) para que se pueda dar una idea de la cantidad de materia prima que se le solicita en base a la semana correspondiente, para evitar que su respuesta sea que no tiene Stock suficiente y no se surta el material. Sin embargo, el problema consiste en que saturan los contenedores de material y no da abasto por lo que provoca que no se embarque el material.

Para poder detectar el problema se hizo un análisis mediante el uso de una metodología cuantitativa que de acuerdo con Angulo (2011) es en donde “se utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”. Esta metodología también fue complementada con el método de mejora continua Kaizen (改善, "cambio a mejor" o "mejora" en japonés; el uso común de su traducción al castellano es "mejora continua" o "mejoramiento continuo") Es un sistema para la mejora continua del trabajo implica Mejoras Graduales Incrementales.

Al aplicar estas técnicas se pudo concluir que la causa de los incumplimientos estaba relacionada con respecto a los contenedores metálicos y de plástico, se estuvo trabajando en ello para poder tener la cantidad de contenedores necesarios, con esto se pretendió tener listo el material por parte del proveedor que cuando termine su proceso final por cada número de parte o ítem que tenga el contenedor correcto para almacenarlo, al momento de embarcarlo a la unidad y con esto se asegurarían entregas a tiempo, como son piezas metálicas, el tener exceso de inventario ocasiona que se oxidan y no sirven para la producción de la empresa en estas condiciones.

Se procura tener solo 2 días adelantado de inventario de cada ítem, de esa manera se puede expeditar material en dado caso que se consuman más de lo estipulado. A falta de contenedores el proveedor tiene que almacenarlos en tarimas, al momento que llega el contenedor y el proveedor tiene que trasvasar el material de la tarima al contenedor, esto genera una molestia por parte del proveedor ya que es trabajo extra que se está realizando, es por esto que se consideró la compra de más contenedores para evitar futuros problemas.

La empresa proveedora es la que más producto le vende a la empresa, siendo entonces de gran importancia contar con los materiales en tiempo y en forma. Se llevaron a cabo unos registros en los que se comparaban las semanas que se tienen cubiertas, con cantidad de material que se queda corto para la semana que corresponde y se pudo apreciar muy fácilmente que había una gran cantidad de órdenes vencidas las cuales el proveedor ya había prometido una fecha que no se cumplió por falta de contenedores.

PO	Order Date	LI	ITEM	UOM	Line Description	QTY TO	QTY To Rec	UN	Request D	Comments
1495588	5/8/2017	1	1E+05	EZI App	BRACKET, PUMP LINKAGE H	670	143	UN	7/19/2017	Past due
1508009	6/19/2017	1	1E+05	EZI App	PLATE, PUMP LINKAGE HILD	900	840	UN	7/19/2017	Past due
1510046	6/26/2017	1	41688PL	EZI App	RELEASE LEVER	200	20	UN	7/19/2017	Past due
1495574	5/8/2017	1	5E+06	EZI App	THIGH PAN WIDE	100	100	UN	8/2/2017	Past due
1495579	5/8/2017	1	68079	EZI App	SIDERAIL LATCH	300	300	UN	8/2/2017	Past due
1501824	5/29/2017	1	5E+06	EZI App	THIGH PAN WIDE	100	100	UN	8/2/2017	Past due
1506057	6/12/2017	1	1E+05	EZI App	BRACKET, PUMP LINKAGE H	200	200	UN	8/2/2017	Past due
1508008	6/19/2017	1	1E+05	EZI App	BRACKET, PUMP LINKAGE H	600	600	UN	8/2/2017	Past due
1493404	4/17/2017	1	62945	EZI App	PLATE, FOOT REST	60	60	UN	8/9/2017	Past due
1493405	4/17/2017	1	6E+06	EZI Sta	BRACKET, FOOT REST	20	20	UN	8/9/2017	Past due
1491544	4/24/2017	2	62904	EZI App	FOOT SECTION SUPPORT	40	25	UN	8/9/2017	Past due
1491544	4/24/2017	3	62904	EZI App	FOOT SECTION SUPPORT	20	20	UN	8/9/2017	Past due
1491547	4/24/2017	2	62933	EZI App	CARRIAGE CROSS CHANNEL	60	60	UN	8/9/2017	Past due
1491565	4/24/2017	2	62945	EZI App	PLATE, FOOT REST	100	100	UN	8/9/2017	Past due
1491575	4/24/2017	1	5E+06	EZI App	ELECTRIC WIRE COVER HOUSING	50	50	UN	8/9/2017	Past due
1491576	4/24/2017	2	6E+06	EZI Sta	BRACKET, FOOT REST	20	20	UN	8/9/2017	Past due
1491576	4/24/2017	2	6E+06	EZI Sta	BRACKET, FOOT REST	20	20	UN	8/9/2017	Past due
1493330	5/3/2017	2	46418	EZI App	FOOT RACK CATCH RH	60	60	UN	8/9/2017	Past due
1493335	5/3/2017	1	46063	EZI App	BACKREST PAN SURGICAL	10	10	UN	8/9/2017	Past due
1493944	5/3/2017	1	62924	EZI App	HANDLE PLATE	20	20	UN	8/9/2017	Past due
1495539	5/8/2017	1	62904	EZI App	FOOT SECTION SUPPORT	40	40	UN	8/9/2017	Past due
1495546	5/8/2017	1	5E+06	EZI App	MOTOR ENCLOSURE CAP KNEE	40	40	UN	8/9/2017	Past due
1495555	5/8/2017	1	46063	EZI App	BACKREST PAN SURGICAL	10	10	UN	8/9/2017	Past due
1495565	5/8/2017	1	62949	EZI App	MECHLOK PIVOT BRACKET	60	60	UN	8/9/2017	Past due
1495565	5/8/2017	2	62949	EZI App	MECHLOK PIVOT BRACKET	30	30	UN	8/9/2017	Past due
1495570	5/8/2017	1	6E+06	EZI Sta	BRACKET, FOOT REST	20	20	UN	8/9/2017	Past due
1495578	5/8/2017	1	62924	EZI App	HANDLE PLATE	40	40	UN	8/9/2017	Past due
1501827	5/29/2017	1	40641	EZI App	PLATE, LATCH "B	400	305	UN	8/9/2017	Past due
1503703	6/5/2017	1	5E+06	EZI App	MOTOR ENCLOSURE CAP KNEE	50	50	UN	8/9/2017	Past due
1506052	6/12/2017	1	5E+06	EZI App	ELECTRIC WIRE COVER HOUSING	50	50	UN	8/9/2017	Past due
1511549	7/3/2017	1	68079	EZI App	SIDERAIL LATCH	300	300	UN	8/9/2017	Past due
1511556	7/3/2017	1	1E+05	EZI App	BRACKET, PUMP LINKAGE H	400	400	UN	8/9/2017	Past due

Tabla 1. Relación de órdenes de compra. P.O. en este caso representa Orden de Compra (Purchase Order, por sus siglas en inglés)

Como se puede observar, en la tabla 1 las órdenes de compra son emitidas en tiempo y forma, se le da un tiempo adelantado de 1 mes para poder procesarlas, ya que son proveedores locales.

Cuando se llega a confirmar la fecha de una orden de compra, por lo general nunca se cumple con ella, afirmando que no se tiene en que mandar el material y obliga a detener la línea.

Por otra parte, con gran frecuencia se tienen problemas al recibir la materia prima, puesto que se mezclan las órdenes de compra y algunos sobrepasan la cantidad de piezas que vienen facturadas.

Por esta razón es que se quedan en espera y no se procesa el pago, ya que no se marca el registro de entrada al almacén con la PO que se debe ser. Esto genera confusiones; lo que hace es que se tenga que verificar las entradas al almacén por el número de parte y constatar a que PO pertenece según cantidades y fechas emitidas.

Como se puede observar en la Tabla 2, se tiene la lista de las entradas al almacén por número de PO, fecha en que se realizó la entrada y cantidad de material que se entregó.

De esta forma es como se puede detectar a qué orden de compra pertenecen los materiales que manda la empresa, por lo que se ahorraría en trabajo y tiempo de búsqueda si el proveedor tuviera más cuidado y colocara las órdenes de compra correctamente.

Document Number	Transaction Date	Document Number	Branch/ Plant	Quantity
7360032	2/23/2017	1456890	99935	
7360032	2/23/2017	1456890	99935	200
7360028	2/23/2017	1456890	99935	
7360028	2/23/2017	1456890	99935	200
7360027	2/23/2017	1456890	99935	
7360027	2/23/2017	1456890	99935	200
7360026	2/23/2017	1456890	99935	
7360026	2/23/2017	1456890	99935	200
7360022	2/23/2017	1456890	99935	
7360022	2/23/2017	1456890	99935	200
7360021	2/23/2017	1456890	99935	
7360021	2/23/2017	1456890	99935	200
7345525	2/16/2017	1456890	99935	
7345525	2/16/2017	1456890	99935	600
7345523	2/16/2017	1456890	99935	
7345523	2/16/2017	1456890	99935	600
7311183	1/30/2017	1456890	99935	
7311183	1/30/2017	1456890	99935	1000
7311166	1/30/2017	1456890	99935	
7311166	1/30/2017	1456890	99935	200
7295994	1/20/2017	2220148	99935	181

Tabla 2. Relación de materiales y entradas al almacén

Como se expuso anteriormente la mayoría de las órdenes de compra están vencidas, semana tras semana se les envió el estatus de las órdenes de compra, mediante gráficas tal y como se muestra en la gráfica 1.

En color rojo se describe lo vencido y en azul lo proyectado para la semana, al no obtenerse una mejora con relación a estos retrasos e incumplimientos por parte del proveedor, se les comentó que no saturen los contenedores para solo tener el material que se necesita, poder desocupar los contenedores y enviarlos de regreso.



Gráfica 1. Relación de órdenes de compra por semana

HIPOTESIS:

Una de las causas por la que la empresa comenta que no se puede mandar la totalidad del material es porque no se envían los suficientes contenedores a sus plantas para poder embarcarlo.

Con un análisis del material que se manda por semana y obtener la cantidad de contenedores necesarios para poder tener suficientes contenedores en las diferentes locaciones y los que vayan en tránsito, se podrán embarcar las órdenes de compra en su totalidad y no estarán cortos por materia prima; eso hará que no existan los paros de línea y no se tenga la necesidad de tener tiempo extra.

VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES:

Variable dependiente: es la cantidad de materia prima que es posible recibir por parte de la empresa al tener los suficientes contenedores que menciona y así se evitará el desabastecimiento y no se detendrían las líneas de soldadura.

Variable Independiente: son las cantidades de contenedores que es posible comprar para tener suficiente espacio para poder embarcar la materia prima.

SOLUCIÓN A LA HIPÓTESIS:

Se tiene contemplado el proveedor con el que se van a realizar los contenedores, no se podrán comprar todos los necesarios en una sola oportunidad ya que se cuenta con un presupuesto mensual, pero sí los que se pueden incluir los materiales más urgentes o con los que siempre se tiene problemas con el embarque y son necesarios para no parar las líneas de producción.

METODOLOGÍA:

Hacer que el proveedor entregue los materiales en tiempo y forma.

1. Objetivo 1. Falta de contenedores para embarcar el material.
 - 1.1 Meta 1.1 Comprar los contenedores suficientes para que nos puedan embarcar el 100% del material.
 - 1.1.1 Estrategia 1.1.1 Buscar proveedores que fabriquen contenedores metálicos.

Acción 1.1.1.1 Buscar el mejor precio y tiempo de entrega por parte del proveedor que fabrica los contenedores.

Recursos 1.1.1.1.1 Horas de trabajo, comida, gasolina, carro, Laptop, Internet

Acción 1.1.1.2 Hacer un análisis de la capacidad que tiene el proveedor de fabricar el material.

Recursos 1.1.1.1.2 Horas de trabajo, comida, gasolina, carro, Laptop, Internet

Acción 1.1.1.3 sabiendo la capacidad que tiene el proveedor para fabricar piezas, hacer un análisis para ver cuántos contenedores son los que se ocupan.

Recursos 1.1.1.1.3 Horas de trabajo, comida, gasolina, carro, Laptop, Internet

Acción 1.1.1.4 Buscar un diseño de contenedor que sea adecuado para la carga y descarga el material.

Recursos 1.1.1.1.4 Horas de trabajo, comida, gasolina, carro, Laptop, Internet

Acción: 1.1.1.5 Verificar el presupuesto para hacer una sola compra por todos los contenedores necesarios.
 2. Objetivo 2. Analizar las causas y definir cual se va a trabajar.
 - 2.1 Meta 2.1 Lograr tener los contenedores suficientes para todos los NP.
 - 2.1.1 Estrategia 2.1.1 Aplicando las 5S del método Kaizen

Acción 2.1.1.1 Analizar los contenedores que tenemos en la actualidad y hacer un listado en el estado en el que se encuentran los contenedores.

Acción 2.1.1.2 Hacer un listado de cuantos contenedores disponibles tenemos y cuántos están en mal estado.
 3. Objetivo 3. Decidir qué tipo de contenedores son los necesarios para poder embarcar el material.
 - 3.1. Objetivo 3.1 Escoger los contenedores adecuados para los números de partes correspondientes
 - 3.1.1 Estrategia 3.1.1 revisar con el departamento del recibo y almacén la dificultad que se les puede presentar con el diseño de los contenedores.

Acción 3.1.1.1 hacer un análisis de los materiales que nos embarcarían para verificar el diseño del contenedor.

Acción 3.1.1.2 Analizar la posibilidad de algún accidente al colocar los contenedores en las locaciones

Acción 3.1.1.3 Analizar varios diseños de contenedores que pueden ser útiles.

4. Objetivo 4. Verificar que la técnica tenga los resultados esperados.

4.1 Objetivo 4.1 Comparar el Delivery on time del mes de diciembre y enero con los meses anteriores

4.1.1 Estrategia 4.1.1 comparar los resultados mediante gráficas y reportes de los meses donde ya se tienen todos los contenedores contra los meses donde no se tenían los suficientes y verificar que existe alguna mejora.

Acción 4.1.1.1 tomar los reportes de entrega de material que registre recibe y hacer el reporte correspondiente.

RESULTADOS:

Con este proyecto se pretendía que la empresa proveedora lograra cumplir en su totalidad con las entregas a tiempo y en forma, de esta manera no se detienen las líneas de soldadura por falta de material.

Los resultados esperados parecen ser muy positivos, pues con el total de contenedores necesarios el índice de past due tiene que reducir mínimo en un 95%.

Añadiendo a esto, se decidió agregar el método Kaizen, "el cual se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación." (Aterhortua Tapias & Restrepo Correa, 2010)

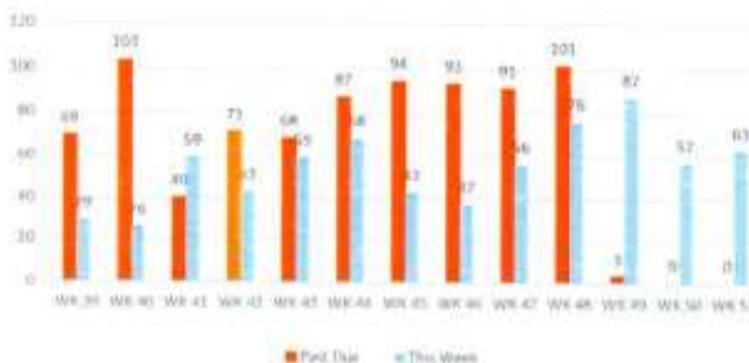
Aplicar las técnicas de calidad como 5S y Kaizen han contribuido a las mejoras Kaizen de acuerdo con el blog de Workmeter es un sistema de gestión que está orientado a la **mejora continua de procesos** en busca de erradicar todas aquellas ineficiencias que conforman un sistema de producción. (El blog de WorkMeter, 2012)

A continuación, se pueden observar los cambios que de la empresa al completar este proyecto en diciembre del 2017.

Después de la compra de los contenedores, se logró tener una disminución muy considerable sobre las ordenes vencidas, esto hará a su vez que baje el total de órdenes que tiene la empresa y esto logrará que pueda tener una mejor planeación de las ordenes a futuro que tiene y así cumplir con ellas. A continuación, se muestra la Tabla 3, donde se puede observar la reducción de los contenidos en los contenedores sobrantes del proveedor

		Past Due	This Week	All
25-Sep	WK 39	69	29	355
2-Oct	WK 40	103	26	253
9-Oct	WK 41	40	59	389
16-Oct	WK 42	71	43	357
23-Oct	WK 43	68	59	338
30-Oct	WK 44	87	68	331
6-Nov	WK 45	94	43	295
13-Nov	WK 46	93	37	274
20-Nov	WK 47	91	56	368
27-Nov	WK 48	101	76	326
4-Dic	WK 49	3	87	254
11-Dic	WK 50	0	57	214
18-Dic	WK 51	0	63	187

Tabla 3, Programación de las semanas y contenedores



Gráfica 2, donde se muestra que el porcentaje de contenido sobrante de los contenedores se disminuye a prácticamente cero.

CONCLUSIONES:

Con estos resultados y su pronóstico , el proveedor ya podrá tener los 2 días de stock que menciona, de esa manera cuando salga una emergencia por algún número de parte podrá responder de manera inmediata sin perder tanto tiempo en trasvasar el material de una tarima al contenedor.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aterhortua Tapias, Y. A., & Restrepo Correa, J. H. (Agosto de 2010). *KAIZEN: UN CASO DE ESTUDIO*. Recuperado el 30 de Abril de 2018, de Redalyc: <http://www.redalyc.org/html/849/84917249011/>
2. El blog de WorkMeter. (27 de Noviembre de 2012). *Mejora continua de procesos: el método Kaizen*. Recuperado el 30 de Abril de 2018, de Consejos para hacer crecer tu negocio: <https://es.workmeter.com/blog/bid/246575/Mejora-continua-de-procesos-el-m-todo-Kaizen>
3. "Cómo elegir a tus proveedores." *Entrepreneur*. (2 de Marzo de 2018). *Cómo elegir a tus proveedores*. Recuperado el 26 de Abril de 2018, de Plan de negocios: <https://www.entrepreneur.com/article/264325>
4. Jaime Paz Castro, O. V. (31 de Marzo de 2012). *Mejora Continua: Metodo Kaizen*. Obtenido de <https://www.dsg-ecuador.com/app/download/7134141/Mejora+continua+metodo+kaizen.pdf>
5. Angulo (2011) "Política fiscal y estrategia como factor de desarrollo de la mediana empresa comercial sinaloense. un estudio de caso" Obtenido de http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cuantitativa.html

EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA DEL NORTE DE MÉXICO

M.A. Martin Gerardo Jacinto Escobedo, M.C. Elisa Janeth Garza Martínez

RESUMEN

La satisfacción de los servicios educativos es importante saber el tipo de servicio que reciben los alumnos, esto ayuda a detectar las áreas de oportunidad que tiene la institución, esta investigación tiene como objetivo: conocer la percepción del cliente con un instrumento del modelo SERVQUAL (Tangibles, Seguridad, Responsabilidad, Confiabilidad, Empatía) para medir la satisfacción de alumnos de una universidad pública del norte de México.

Métodos: Se realizó una adaptación del instrumento del modelo SERVQUAL, se aplicó una encuesta de manera aleatoria a 50 estudiantes, de tipo Likert con 23 reactivos con 5 opciones de respuesta (totalmente de acuerdo, de acuerdo, indiferente, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo), se hizo un análisis para sacar la validez del instrumento, de las 5 dimensiones (Elementos Tangibles, Seguridad, Capacidad de respuesta, Confiabilidad, Empatía) aplicando la Rho de Spearman, Resultados: Se encontró una correlación entre las dimensiones de confiabilidad y Capacidad de respuesta, ($\rho = .755$; $p < 0.005$) y en las dimensiones de empatía y seguridad se encontró relación positiva y significativa ($\rho = .806$ $p < 0.01$).

En las Dimensiones Elementos Tangibles, Seguridad, Confiabilidad, Empatía fueron mejor evaluadas, no así la dimensión de capacidad de respuesta Conclusiones: El instrumento SERVQUAL adaptado posee características de validas y correlación positiva, significativa entre las dimensiones del instrumento. Los resultados de las dimensiones en los ítems de seguimiento, puntualidad y respuesta fueron mal evaluados.

PALABRAS CLAVES: Satisfacción al cliente, Calidad del servicio, modelo SERVQUAL

ABSTRACT

The satisfaction of educational services is important to know the type of service received by students, this helps to identify the areas of opportunity that the institution has, this research has as objective: to know the perception of the client with an instrument of the SERVQUAL model (Tangibles, Security, Responsibility, Reliability, Empathy) to measure the satisfaction of students from a public university in northern Mexico.

Methods: An adaptation of the instrument of the SERVQUAL model was performed, a survey was randomly applied to 50 students, of Likert type with 23 reactive with 5 response options (totally agree, agree, indifferent, disagree and totally in disagreement), an analysis was made to obtain the validity of the instrument, of the 5 dimensions

(Tangible Elements, Safety, Responsiveness, Reliability, Empathy) applying the spearman's Rho, Results: A correlation was found between the reliability dimensions and Response capacity, ($\rho = .755$; $p < 0.005$) and in the empathy and safety dimensions, positive and significant relationship was found ($\rho = .806$ $p < 0.01$).

In the Dimensions, Tangible Elements, Safety, Reliability, Empathy were better evaluated, not the dimension of response capacity. Conclusions: The adapted SERVQUAL instrument has validation characteristics and positive correlation, significant among the dimensions of the instrument. The results of the dimensions in the follow-up, punctuality and response items were poorly evaluated.

KEYWORDS: Customer satisfaction, Quality of service, SERVQUAL model

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual se requiere servicios enfocados en el cliente, es decir si cumplen los requerimientos de satisfacción al cliente. Rosario y Mejía (2016) "Consideran que las instituciones deben canalizar una buena parte de su esfuerzo en establecer estándares de calidad en el servicio y así satisfacer a sus partes interesadas" (p.99). Por esta razón las instituciones deben crear formas que garanticen una buena calidad en el servicio que se les presta a los clientes.

En organizaciones de servicio están interesadas en medir las actitudes, creencias y percepciones de sus clientes, siendo para algunas. Una de sus principales matrices (Milner y Furnham, 2017), Para (De Miguel, Gallucci, & Guerrero, 2016) Ante la competencia entre las organizaciones que brindan servicios se debe invertir sus esfuerzos en distinguirse de los competidores para tener más clientes, cada vez tienen mayores exigencias; con una actitud en la calidad del servicio.

La norma ISO 9001- 2015 "Las organizaciones deben realizar seguimientos de las percepciones del cliente del grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas. Las organizaciones deben determinar los métodos para obtener, realizar seguimientos y revisar información" (p.29).

DESARROLLO

La mayoría de las organizaciones de servicio están interesadas en medir las actitudes, creencias y percepciones de sus clientes, siendo para algunas. Una de sus principales matrices (Milner y Furnham, 2017), Para (De Miguel, Gallucci, & Guerrero, 2016) Ante la competencia entre las organizaciones que brindan servicios se debe invertir sus esfuerzos en distinguirse de los competidores para tener más clientes, cada vez tienen mayores exigencias; con una actitud en la calidad del servicio.

Mejía (2015) determinó que la calidad del servicio tiene la finalidad de contribuir al desarrollo de gestión de calidad una organización. Considera que la calidad del servicio es el resultado de comparaciones que el cliente tiene, respecto al servicio que recibe.

Comprender los conceptos de servicio al cliente, es importante para el desarrollo de este modelo de calidad en el servicio al cliente de Berry, Parasuram y Zeithaml.

El diccionario de la Real Academia define Servicio: como acción y efecto de servir, servicio doméstico, o como servicio doméstico; Duque (2005) define “como el trabajo, la actividad y/o los beneficios que producen satisfacción a un consumidor (p.64). Kloter (1997. Citado Duque 2005) “Es cualquier actividad o beneficio que una parte ofrece a otra; son especialmente intangibles y no dan lugar a la propiedad de ninguna cosa. Su producción puede estar vinculada o no con productos físicos”. En este trabajo se define al servicio como la actividad directa o indirecta que le proporcionan a un estudiante.

Otro concepto es Servicio al cliente. (Bofill, López & Murguido, 2016). Se orienta fundamentalmente la calidad, se han orientado fundamental la calidad, se ha orientado fundamentalmente a establecer normas de buenas prácticas, basadas en una buena preparación a los empleados; la percepción del cliente. Mejía (2015). La percepción de servicio es función de la percepción cliente, en otras palabras, la percibida por el cliente. El conjunto de prestaciones que el cliente espera, además del producto o servicio básico, como consecuencia del precio, la imagen y la reputación del mismo. (Horovitz, 1990, p 7), Peel, (1993) Aquella actividad que relacionan la empresa con el cliente, a fin de que este quede satisfecho con dicha actividad.

Duque (2005) “Servicio al cliente es el establecimiento y la gestión de una relación mutua satisfacción de expectativas entre la organización y el cliente.”

El término de satisfacción al cliente se aplica en el ámbito organizacional, en el ámbito educativo se ha adaptado esa terminología a los estudiantes que son los clientes de las universidades, “ El termino se matiza toda vez que una universidad no es equiparable con una empresa, tampoco se debe confundir como clientes los alumnos; por ello se debe tener cuidado al trasladar conceptos empresariales a la educación, aplicarlos en forma literal suele traer dificultades, ya que la educación no puede medirse con resultados tan imprecisos como en una organización ”(Díaz 2007, Citado Román 2017, p .27); los estudiantes son los que reciben el servicio son ellos los indicados para evaluar, en este trabajo se tomaremos como cliente a los estudiantes de la universidad.

Alonso (2016) menciona que la satisfacción de un estudiante, puede influir en su deseo de asistir o en su caso dejar de ir a la universidad, es importante prestar atención a la calidad de servicio. Este puede ser un factor importante para ver, como puede influir en la deserción escolar.

En la mayoría de las universidades públicas no se cuenta con un departamento servicio al cliente, sino que se va dar una queja con algún directivo de alto rango ajeno a la problemática, y se toma una acción administrativa más que correctiva. Esto genera problemáticas con el personal por falta de información de las necesidades del cliente.

Es importante empezar a medir la satisfacción del cliente, por lo cual presentaremos un modelo de medición de satisfacción al cliente para saber las necesidades del mismo.

Para Aclé, Santisteban, Herrera, & Morales (2016) “Los servicios poseen características especiales las cuales se toman en consideración por los clientes para formarse juicios respecto a la calidad del servicio. (Parasuraman, Zeithaml y Berry Citado en Duque 2005). Las características de los servicios son: La intangibilidad, la no diferenciación entre producción y entrega, la inseparabilidad de la producción y el consumo. (Duque 2005) Menciona que las características diferenciadoras entre los productos tangibles y los servicios cabe destacar el hecho de ser causante de las diferencias en la determinación de la calidad del servicio. Así no se puede evaluar del mismo modo servicios tangibles. Algunas características son: Intangibilidad, Heterogeneidad e inseparabilidad.

Lovelock, (1983). La mayoría de los servicios son intangibles No son objetos, más bien son resultados. Esto significa que muchos servicios no pueden ser verificados por el consumidor antes de su compra para asegurarse de su calidad, ni tampoco se pueden dar las especificaciones uniformes de calidad propias de los bienes. Por tanto, debido a su carácter intangible, una empresa de servicios suele tener dificultades para comprender cómo perciben sus clientes la calidad de los servicios que presta (Zeithaml, 1981 citado Duque 2005).

Duque (2005). “Los servicios –especialmente los de alto contenido de trabajo– son heterogéneos en el sentido de que los resultados de su prestación pueden ser muy variables de productor a productor, de cliente a cliente, de día a día. Por tanto, es difícil asegurar una calidad uniforme, porque lo que la empresa cree prestar puede ser muy diferente de lo que el cliente percibe que recibe de ella” (p.65).

La inseparabilidad del servicio al cliente se da través de una interacción entre el cliente y la persona de contacto que está prestando el servicio por parte de la empresa. Esto puede afectar la calidad y su evaluación. (Duque 2005)

Según Parasuraman, Zeithaml y Berry (1985, Citado Duque), estas características de los servicios implican cuatro consecuencias importantes en el estudio de la calidad del servicio:

- La calidad de los servicios es más difícil de evaluar que la de los bienes.
- La propia naturaleza de los servicios conduce a una mayor variabilidad de su calidad y, consecuentemente, a un riesgo percibido del cliente más alto que en el caso de la mayoría de bienes.
- La valoración (por parte del cliente) de la calidad del servicio tiene lugar mediante una comparación entre expectativas y resultados.
- Las evaluaciones de la calidad hacen referencia tanto a los resultados como a los procesos de prestación de los servicios.

El modelo SERVQUAL (Parasuraman, Zeithaml y Berry Citado Duque 2005) desarrollaron un instrumento que permitiera cuantificar la calidad de servicio; Este instrumento les permitió aproximarse a la medición mediante la evaluación por separado de las expectativas y percepciones de un cliente, apoyándose en los comentarios hechos por los consumidores en la investigación. Estos comentarios apuntaban hacia diez dimensiones establecidas por los autores y con una importancia relativa que, afirman, depende del tipo de servicio y/o cliente.

El modelo SERVQUAL (Parasuraman, Berry & Zeithaml, 1994, citado Arciniegas y Mejías 2016) es un método de investigación que goza de reconocimiento y ampliamente utilizado para evaluar la calidad de los servicios en empresarial como en el ámbito académico el modelo mide cinco dimensiones:

1. Capacidad de respuesta: disposición del personal para prestar ayuda y servicio rápido a los usuarios.
2. Confiabilidad: definida como la prestación del servicio prometido de modo adecuado y estable en el tiempo.
3. Empatía: capacidad para entender la perspectiva del usuario.
4. Seguridad: atención y habilidades expuestos por los empleados para inspirar confianza y credibilidad.
5. Elementos tangibles: representa la apariencia de las instalaciones físicas, equipos, personal y materiales de comunicación.

Torres y Luna (2016) que este modelo centrado en el servicio, menciona que la calidad hay que entenderla como proceso importante, ya que inicia con las percepciones obtenidas y que los directivos se crean expectativas de mercado y a su vez sirven para comunicación con otros usuarios del servicio con base a carencias y practica personal.

Este modelo SERVQUAL nos habla claramente de la importancia de evaluar el servicio que se ofrece dentro de las universidades para ver lo esperado por el cliente y los aspectos que se pueden corregir dentro de los procesos de atención al mismo.

Muchos procesos pueden mejorar difundiendo el proceso un ejemplo podría ser utilizando las redes sociales, para hacer más amigable el proceso y tenga mayor aceptación por la comunidad universitaria.

En la actualidad se necesitan personas altamente competentes para la realización de

actividades dentro de las organizaciones; el problema de las universidades públicas es que dejan de lado el funcionamiento administrativo, ascendiendo al personal más bien por antigüedad o derechos sindicales que por tener una capacidad para desarrollar el puesto.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la percepción de servicio de alumnos que realizan trámites administrativos en la universidad, y la validación del instrumento SERVQUALING.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la percepción de servicio que ofrece una universidad.
Evaluar las dimensiones del instrumento SERVQUALING.

HIPÓTESIS

H1. Las dimensiones tangibles se relacionan satisfactoriamente con dimensiones confiables.

H2. Las dimensiones seguridad se relacionan satisfactoriamente con elementos empatía.

MÉTODO

El estudio se realizó a través de un diseño transaccional descriptivo con un enfoque metodológico cuantitativo. Se utilizó el método de muestro aleatorio a 50 estudiantes de una universidad del norte de México, que solicitaron servicios en el departamento escolar de una facultad. El cuestionario que se aplicó fue el SERVQUALING es una adaptación del modelo SERVQUAL, (Parasurman, Berry & Zerthaml, 1988 Citado Arciniegas y Acosta 2016) es un método para evaluar la calidad de los servicios en el campo empresarial o académico que mide cinco áreas: Capacidad de respuesta, fiabilidad, empatía, seguridad y elementos tangibles.

Mejía 2005 realiza una adaptación el estudio de calidad del servicio en instituciones universitarias de educación superior, las diferencias son las variables contempladas solo toma en cuenta las percepciones de la calidad del servicio. Y lo denomino SERVQUALING (Dimensiones de calidad universitaria)

El instrumento SERVQUALing está compuesto por 22 variables, las respuestas están en estilo Likert que oscila del 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo) y se encuentran agrupadas en cinco dimensiones: elementos tangibles, confiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad y empatía.

Característica la adaptación del modelo SERVQUAL, (Parasurman, Berry & Zerthaml, 1988).

Elementos tangibles

1. *La institución cuenta con equipos de apariencia moderna y atractiva.*
2. *Los colaboradores tienen una apariencia pulcra.*
3. *Las instalaciones físicas son visualmente atractivas.*
4. *Los documentos emitidos son visualmente atractivos.*

Confiabilidad

5. *Los colaboradores realizan bien el servicio desde la primera vez.*
6. *La oficina de registro y control se esfuerza por mantener el expediente sin errores.*
7. *Cuando los colaboradores te prometen hacer algo en cierto tiempo, lo hacen.*
8. *Cuando tienes un problema, se muestra un sincero interés en solucionártelo.*
9. *Los colaboradores de la universidad concluyen el servicio en el tiempo prometido.*

Capacidad de respuesta

10. *Los colaboradores le comunican cuando concluía el servicio prestado.*
11. *Los colaboradores están siempre dispuestos a ayudar.*
12. *Los colaboradores tienen un servicio puntual.*
13. *Los colaboradores siempre están disponibles para atender.*

Seguridad

14. *El comportamiento de los colaboradores inspira confianza.*
15. *Siente confianza en la realización de trámites.*
16. *Los colaboradores son amables.*
17. *Los colaboradores tienen conocimiento suficiente para responder a las preguntas.*

Empatía

18. *Los colaboradores prestan una atención individualizada.*
19. *Los colaboradores tienen horarios de trabajo convenientes para los estudiantes.*
20. *El personal ofrece una atención personalizada.*
21. *Los colaboradores se preocupan por los intereses de los estudiantes.*
22. *Los colaboradores comprenden las necesidades específicas de los estudiantes.*

Tabla 1 Dimensiones de calidad de servicio universitario

Nota: adaptación de las “dimensiones de calidad del servicio universitario”. Por Arciniegas y Mejías, 2016, en la percepción de la calidad de los servicios prestados por la universidad militar nueva Granada con base en la escala SERVIQUALING, con análisis factorial y análisis de regresión múltiple. p 31. En COMUNI@CCION 8(1).

RESULTADOS

La muestra estaba formada por 50 alumnos, 39 (78%) hombres y 11 (22%) mujeres (Ver tabla 1); el semestre de la muestra la conforman, tercer semestre 2 (4%) alumnos, cuarto semestre 20 (40%) de alumnos, quinto semestre 18 (36%) alumnos, sexto semestre 9 (18%) alumnos, Decimo semestre 1 (2%) de alumnos. (Ver tabla 2).

Tabla 1
Características de la muestra de acuerdo al genero

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Masculino	39	78,0	78,0	78,0
Válidos Femenino	11	22,0	22,0	100,0
Total	50	100,0	100,0	

En la tabla 2 se observa la mayor parte de la muestra esta cuatro semestres con un 40% de la muestra, siguiendo el quinto semestre con un 36%, el semestre con 2% fue el décimo semestre.

Tabla 2
Características de semestres que conforman la muestra.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
3	2	4,0	4,0	4,0
4	20	40,0	40,0	44,0
Válidos 5	18	36,0	36,0	80,0
6	9	18,0	18,0	98,0
10	1	2,0	2,0	100,0
Total	50	100,0	100,0	

En la tabla 3 indica la edad de los participantes los cuales se encuentran ente 18 (2%) y 27 (1%) edad. Edad con mayor representación 21 (16%) años, 20(12%),19(16%) años, 23(4%) y 24(6%).

Tabla 3
Edad de la muestra.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
18	1	2,0	2,0	2,0
19	8	16,0	16,0	18,0
20	12	24,0	24,0	42,0
Válidos 21	16	32,0	32,0	74,0
22	7	14,0	14,0	88,0
23	2	4,0	4,0	92,0
24	3	6,0	6,0	98,0
27	1	2,0	2,0	100,0
Total	50	100,0	100,0	

Tabla 4. Observamos que se encontró una correlación en las dimensiones de elementos tangibles (STET) y Confiabilidad (STCON)encontrando una correlación positiva y significativa ($\rho = .377$; $p < 0.01$); también se encontró correlación positiva y significativa de ($\rho = .359$; $p < 0.005$) entre dimensiones de elementos tangibles (STET) y capacidad de respuesta (STCR); Entre las dimensiones de confiabilidad (STCON) y Capacidad de respuesta (STCR) se encontró una correlación positiva y significativa ($\rho = .755$; $p < 0.005$);Las dimensiones de seguridad

(STSEGU) y confiabilidad (STCON) se encontró una correlación positiva y significativa ($\rho=.650$; $p<0.01$); Las dimensiones de elementos de seguridad (STSEGU) y capacidad de respuesta (STCR), muestran correlación positiva y significativa ($\rho=.741<0.01$).

Las Dimensiones de empatía (STEMAPTIA) y confiabilidad (STCON) se obtuvo una relación significativa y positiva ($\rho=.650$; $p<0.01$), Las dimensiones de empatía (STEMAPTIA) y capacidad de respuesta (STCR) se presentó un nivel de correlación y significancia ($\rho=.693$; $p<0.01$); Las dimensiones de empatía (STEMAPTIA) y seguridad (STSEGU) se encontró relación positiva y significativa ($\rho=.806$; $p<0.01$).

Tabla 4: Descripción de las correlaciones del instrumento.

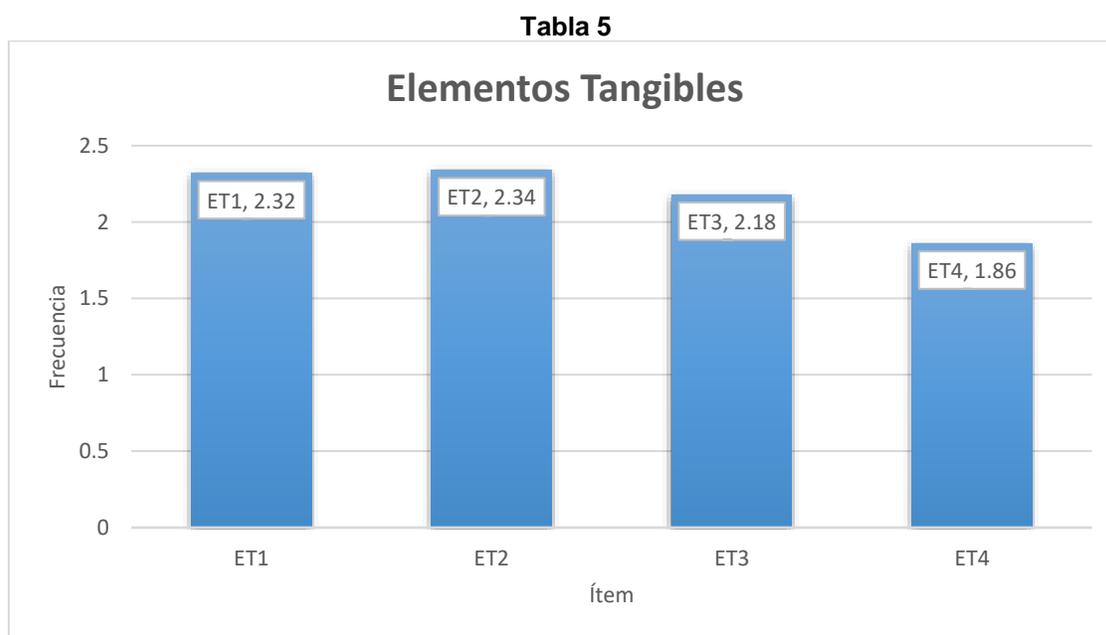
		STET	STCON	STCR	STSEGU	STEMAPTIA	
Rho de Spearman	STET	Coeficiente de correlación	1,000	,377**	,359*	,271	,261
		Sig. (bilateral)	.	,007	,011	,057	,067
		N	50	50	50	50	50
	STCON	Coeficiente de correlación	,377**	1,000	,715**	,650**	,593**
		Sig. (bilateral)	,007	.	,000	,000	,000
		N	50	50	50	50	50
	STCR	Coeficiente de correlación	,359*	,715**	1,000	,741**	,693**
		Sig. (bilateral)	,011	,000	.	,000	,000
		N	50	50	50	50	50
	STSEGU	Coeficiente de correlación	,271	,650**	,741**	1,000	,806**
		Sig. (bilateral)	,057	,000	,000	.	,000
		N	50	50	50	50	50
	STEMAPTIA	Coeficiente de correlación	,261	,593**	,693**	,806**	1,000
		Sig. (bilateral)	,067	,000	,000	,000	.
		N	50	50	50	50	50

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Se comprobó las hipótesis H1 de la relación entre los elementos tangibles (STET) y Confiabilidad (STCON) encontrando una correlación positiva y significativa ($\rho = .377$; $p < 0.01$) esto prueba que hay una correlación muy alta entre estos dos elementos. La hipótesis H2 que fue sometida a prueba arrojó una correlación más alta entre las 5 dimensiones del instrumento SERVQUALING que ρ de spearman de .806 tiene un gran nivel de significancia.

A continuación se presentan las gráficas de los resultados encontrados en cada una de las sub escalas del instrumento SERVQUALING



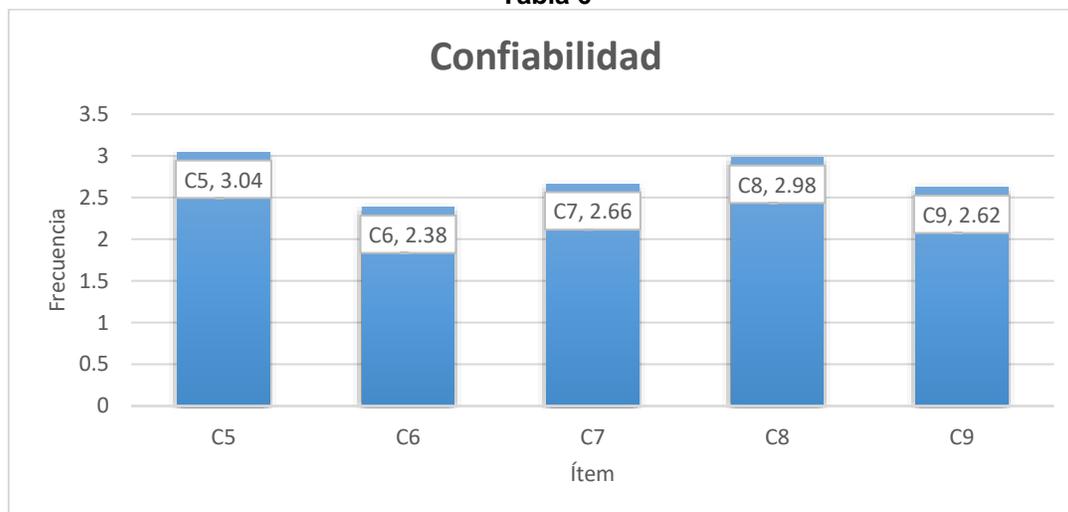
La tabla 5 Elementos tangibles se muestra a la institución con instalaciones físicas adecuadas y áreas de limpieza adecuadas cumpliendo las expectativas de clientes. El ítem con puntuación alta midiendo que se cuenta con infraestructura moderna.

Ítems

Elementos tangibles

1. La institución cuenta con equipos de apariencia moderna y atractiva.
2. Los colaboradores tienen una apariencia pulcra.
3. Las instalaciones físicas son visualmente atractivas.
4. Los documentos emitidos son visualmente atractivos.

Tabla 6



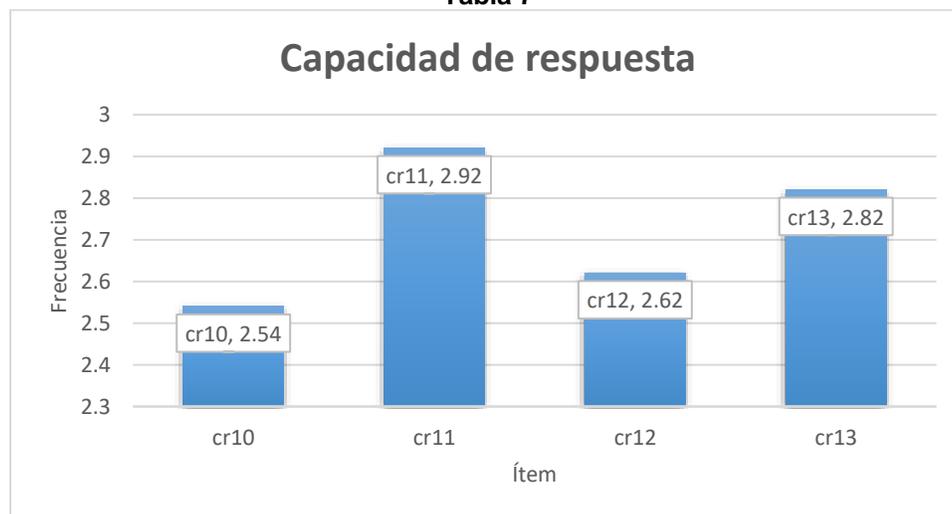
La Tabla 6 Se obtuvo una alta puntuación en el servicio prometido por parte del personal administrativo.

Ítems:

Confiabilidad

- 5. Los colaboradores realizan bien el servicio desde la primera vez.
- 6. La oficina de registro y control se esfuerza por mantener el expediente sin errores.
- 7. Cuando los colaboradores te prometen hacer algo en cierto tiempo, lo hacen.
- 8. Cuando tienes un problema, se muestra un sincero interés en solucionártelo.
- 9. Los colaboradores de la universidad concluyen el servicio en el tiempo prometido.

Tabla 7



La tabla 7 se mide la disposición del personal para prestar ayuda o solucionar los problemas, donde los clientes evalúan de manera alta los ítems donde los colaboradores están dispuestos ayudar pero se contraponen con los demás ítems de seguimientos, de servicios de puntualidad y de disponibilidad para atender.

Ítems

Capacidad de respuesta

10. Los colaboradores le comunican cuando concluía el servicio prestado.

11. Los colaboradores están siempre dispuestos a ayudar.

12. Los colaboradores tienen un servicio puntual.

13. Los colaboradores siempre están disponibles para atender.

Tabla 8

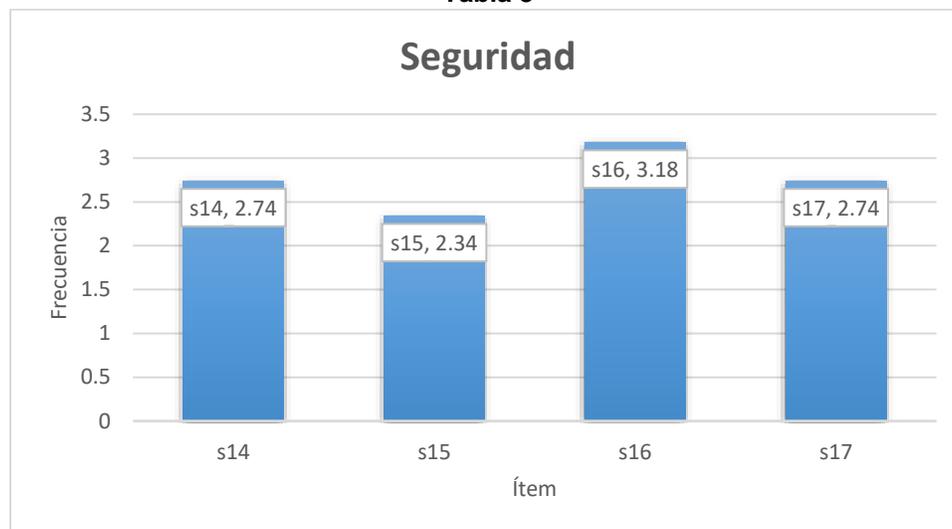


Tabla 8 Seguridad se mide las habilidades que tienen los empleados para brindar el servicio, donde se evalúa de manera satisfactoria al personal en el ítem 16 donde los colaboradores son amables.

Ítems

Seguridad

14. El comportamiento de los colaboradores inspira confianza.

15. Siente confianza en la realización de trámites.

16. Los colaboradores son amables.

17. Los colaboradores tienen conocimiento suficiente para responder a las preguntas.

Tabla 9

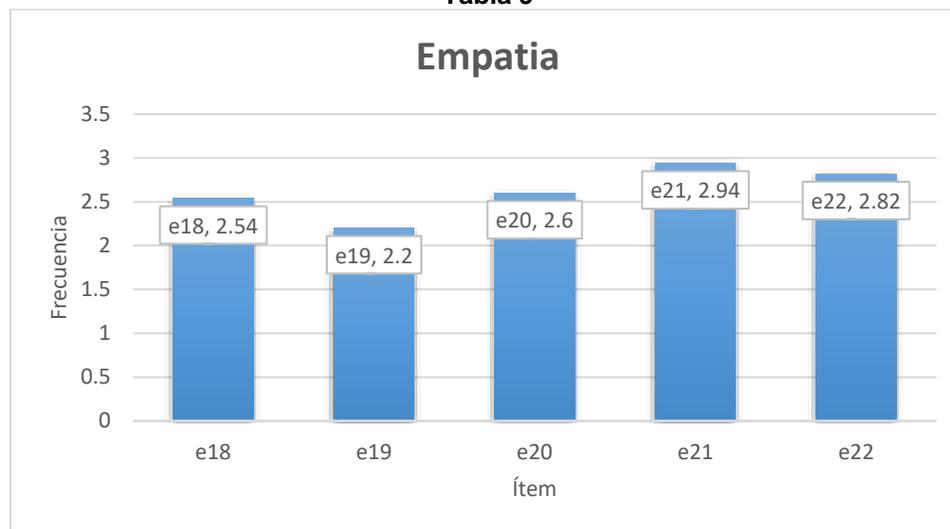


Tabla 9 Empatía es la capacidad para entender la perspectiva del usuario, el ítems 21 fue el más alto donde se los colaboradores se preocupan por las necesidades de los usuarios.

Ítems

Empatía

18. Los colaboradores prestan una atención individualizada.

19. Los colaboradores tienen horarios de trabajo convenientes para los estudiantes.

20. El personal ofrece una atención personalizada.

21. Los colaboradores se preocupan por los intereses de los estudiantes.

22. Los colaboradores comprenden las necesidades específicas de los estudiantes.

CONCLUSIONES

El instrumento adaptado fue el SERVQUALING pose cualidades de correlación entre sus 5 dimensiones positivas y significativa, por ejemplo, en la dimensión de empatía y seguridad se encontró rho de Spearman de .806, con una significancia $p < 0.01$ es muy significativa esa correlación, esto nos indica que el instrumento se puede utilizar para medir la satisfacción del cliente en los servicios que ofrece la universidad y ser evaluados de forma objetiva.

Arciniegas y Acosta 2016 en su investigación la percepción de la calidad de los servicios prestados por la universidad militar nueva Granada con base en la escala SERVIQUALING encontró un índice de constancia arrojando un alfa de Cronbach de 0,9384 utilizando el instrumento SERVQUALING, llegando a la conclusión que el instrumento tiene fiabilidad para medir la percepción de la calidad de servicio.

Mejías et al (2016) en su investigación de evaluación de la calidad de servicio en un

grupo farmacéutico en Venezuela, identifico tres dimensiones claves para medir la percepción de los clientes que son Capacidad de respuesta, empatía y aspectos físicos.

Esto datos relevantes nos permite demostrar psicométricamente la validez y confiabilidad del instrumento para su aplicación para medir la percepción del estudiante universitario respecto a los servicios que ofrece la universidad.

Las 5 dimensiones del modelo SERVQUAL arrojaron áreas de oportunidad dentro de la institución, como en la capacidad de respuesta donde se presentó una baja evaluación referente al seguimiento de trámites y la puntualidad en solucionar el problema; se algunos problemas no se solucionan en el departamento sino depende de otras instancias para concluir y solucionarlos el servicio prestado.

Las dimensiones tangibles fueron unas de las mejor evaluadas en la escala, son elementos que se percibe más fácilmente en las áreas de servicio.

BIBLIOGRAFÍA

6. Acle, R. S., Santiesteban-López, N. A., Herrera, S. Y., & Morales, A. C. (2016). Evaluación de la calidad en el servicio a través del modelo SERVQUAL en los museos de la ciudad de Puebla, México. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo-RIAT*, 12(1), 2-16.
7. Álvarez, J., Chaparro, E. M., & Reyes, D. E. (2015). Estudio de la Satisfacción de los Estudiantes con los Servicios Educativos brindados por Instituciones de Educación Superior del Valle de Toluca. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 13(2), 5-12. Recuperado de https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/668275/REICE_13_2_1.pdf?sequence=1
8. American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la APA*. Editorial El Manual Moderno.
9. Arciniegas, J. A., & Mejías, A. A. (2017). Percepción de la calidad de los servicios prestados por la Universidad Militar Nueva Granada con base en la escala Servqualing, con análisis factorial y análisis de regresión múltiple. *Revista Comuni@cción*, 8(1), 26-36. Recuperado en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449852109003>
10. Bofill, A., López, R., & Murguido Y. (2016). Calidad del servicio en la farmacia Reparto Iglesias de Matanzas según percepción de los usuarios. *MediSur*, 14(3), 280-288.
11. Cáliz, C. G., Martínez, L. B., Vigier, H. P., & Núñez, J. J. (2016). El Rol del Empowerment en el Éxito Empresarial. *Investigación Administrativa*, 117. Recuperado en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456046142002>
12. De la Cruz-Vargas, J., Rodríguez-Chávez, S., Roldan-Arbieto, L., Medina-Vilca,

- A., Huamán-Guerrero, M., & Pérez, M. (2017). Validación de un instrumento para el nivel de satisfacción de mujeres embarazadas durante el parto. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 16(3), 30-37.
13. De La Lengua, R. A., Academia, R., Calpe, E., & Secundaria, E. (1992). *Diccionario de la Lengua Española vol. I*. Real Academia Española, Madrid.
14. De Miguel, N., Gallucci, Soledad, S., & Guerrero, A. L. (2016). Servicios aeroportuarios. Evaluación de la calidad percibida por el segmento de demanda corporativa. Aeropuerto de Bahía Blanca. Argentina. *Revista de investigación turística*, 17(1), 3-22.
15. Duque Oliva, E. J. (2005). Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición. *Innovar. Revista de ciencias administrativas y sociales*, 15(25).
16. Elasri, Ejjaberi, A., Tirado, Iveran, X. M., & Aparicio, Chueca, P. (2015). La satisfacción de los clientes de los centros deportivos municipales de Barcelona. *Apuntes. Educación Física y Deporte*, 119(1), 109-117.
17. Publicación anticipada en línea. doi: <http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es> (2015/1).119.08
18. Mejías, A., Calderón, H., & Contreras, C. (2016). Evaluación de calidad en grupos farmacéuticos en Venezuela. *Revista de ingeniería industrial*, 15(3), 253-266.
19. Mejía, A., Infante, R., & Rosario, Y. (2016). Evaluación de la calidad de los servicios Estudiantiles como soporte a la actualización del sistema de gestión de calidad en una institución de idiomas. *Revista 13 +*, 3(2), 98-11.
20. Milner, R., Furnham, A., (2017), Measuring customer feedback, response and satisfaction. *Psychology*, 8. P 350-365.
21. Orgambídez-Ramos, A., Moura, D., & De Almeida, H., (2017). Estrés de rol y empowerment psicológico como antecedentes de la satisfacción laboral. *Revista de Psicología*, 35(1), 257-278. Publicación anticipada en línea. doi: 10.18800/psico.201701.009
22. Pérez, D., & Ramírez, M. (2016). Diagnóstico de satisfacción de los usuarios del departamento de servicios escolares de la escuela superior de agricultura del valle del fuerte. *Revista Global de Negocios*, 4(7), 13-25.
23. Príncipe, L., & Ortega, R. (2017). Efectos de la calidad de los servicios de salud: un estudio comparativo en hospitales públicos Vs. Hospitales privados en Puerto Rico. *Revista Internacional Administrativa & Finanzas*, 10(5), 1-11.
24. Román, Fuentes, J. C., (2017). Áreas de oportunidad a partir de satisfacción de

egresados: casos ciencias administrativas y contables. Revista Internacional Administrativa & Finanzas,10(1). Recuperado de <https://ssrn.com/abstrac=2916921>

25. Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B., & Pérez, M. D. L. L. C. (1998). Metodología de la investigación. México: Mcgraw-hill.
26. Salina, A., Morales, J.A., & Martínez, P. (2008). Satisfacción del estudiante y calidad universitaria. Revista de enseñanza universitaria, 31. Recuperado de <http://institucional.us.es/revistas/universitaria/31/4SalinasGuti.pdf>

INVERSOR MONOFÁSICO DE PUENTE COMPLETO UTILIZANDO SPWM Y CONTROL DE VALOR EFICAZ POR LABVIEW

M.C. Rodolfo Rubén Treviño Martínez, M.C. Catarino Alor Aguilar, Melissa Esquivel Leyva

INSTITUCIÓN

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto es el control de un inversor monofásico de puente completo por medio del software LabVIEW y el hardware embebido NI myRIO. En la sección del circuito electrónico, los transistores IGBT controlan los estados del inversor con ayuda de optoacopladores y drivers, los cuales sirven para separar el circuito de control y potencia, y modular los niveles de tensión, respectivamente.

PALABRAS CLAVE: LABVIEW, Inversor monofásico, NI myRIO, IGBT y SPWM.

ABSTRACT

The main objective of this project is to control the well-development of a full bridge monophasic inverter by using the “LabVIEW” software and the “NI myRIO”. The electrical circuit is composed by IGBT transistors, which in addition of optocouplers and drivers, that help to separate the power and control parts, and control the different states in which the inverter works.

KEYWORDS: LABVIEW, single-phase inverter, NI myRIO, IGBT and SPWM.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la energía es un factor importante en la vida cotidiana ya que determina la cantidad de pérdidas en el rendimiento de un dispositivo o su duración. Idealmente, se desea que no existan pérdidas en un dispositivo, lamentablemente esto no es posible. Sin embargo, el uso de un inversor monofásico hace posible la obtención de una mejor eficiencia debido a su capacidad de transferir energía eléctrica de calidad al disminuir o eliminar la variación en las señales de tensión y corriente de alimentación de un dispositivo. El presente proyecto consta de la elaboración de un inversor monofásico de puente completo utilizando modulación SPWM y control de valor eficaz a través del software LabVIEW.

MARCO TEÓRICO

Inversor

Un inversor convierte la corriente continua en corriente alterna mediante la conmutación de dispositivos de potencia, en este caso se eligieron IGBTs.

El inversor consta de dos partes que se definen con respecto a la carga. La parte alta y baja está compuesta, cada una, por dos interruptores. El funcionamiento de estos interruptores es complementario, esto quiere decir que solamente dos interruptores de diferente rama pueden funcionar a la vez, ya que de lo contrario ocurriría un cortocircuito.

Funcionan de manera que uno en cada rama está fijamente abierto y el otro se encuentra conmutando a una frecuencia alta. El tipo de ondulator diseñado para la presente investigación es el ondulator de onda cuadrada.

En la Figura 1 se muestra el funcionamiento de este tipo de ondulator. Como se puede apreciar en la primera imagen, la corriente fluye en el mismo sentido en el que está polarizada la carga, por lo tanto, se generará un voltaje positivo, mientras que en la segunda imagen ocurre un voltaje negativo debido a que la corriente polariza de manera inversa a la carga.

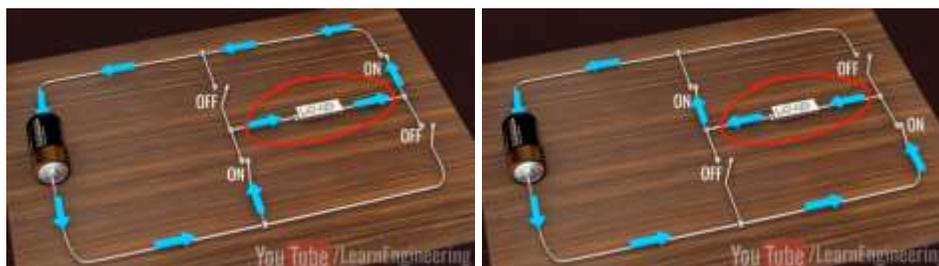


Figura 1. Funcionamiento complementario de los interruptores de un inversor monofásico

Para garantizar el funcionamiento complementario de los interruptores, se realiza una comparación entre cada IGBT de cada rama, donde uno de los interruptores estará negado para garantizar que nunca estarán abiertos dos interruptores al mismo tiempo, esto se ilustra en la Figura 2.



Figura 2. Uso de transistores y compuerta negada para garantizar el funcionamiento complementario de los interruptores.

SPWM

El método de control utilizado para el presente proyecto fue el SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation), el cual consta de la comparación de cuatro señales: dos portadoras y dos modulantes. Estas señales son las encargadas de generar los pulsos de disparo y definir el ciclo de trabajo, así como los tiempos muertos con los cuales trabajará el inversor.

Cada señal modulante es la que define los parámetros de salida que se desea que tenga el SPWM, ésta es una onda senoidal con una frecuencia de 60Hz. Por otro lado, cada portadora es una señal triangular de alta frecuencia (2KHz) con la cual se generan los pulsos de disparo al realizar una comparación con la señal modulante para lograr la conmutación de los IGBT.

Al comparar la señal modulante y la portadora, se generará un tren de pulsos. Cada pulso es producido cuando, la señal senoidal es mayor que la triangular. El ciclo de trabajo depende de la amplitud de las señales, esto quiere decir que, a mayor amplitud, mayor será el ciclo de trabajo.

En la figura 3 se ilustra su funcionamiento. Para la realización del SPWM, se designaron dos señales modulantes, una de menor amplitud para, al momento de la comparación de señales, lograr un tiempo muerto mayor, de tal forma, que garantice el apagado de los IGBTs y evitar un cortocircuito.

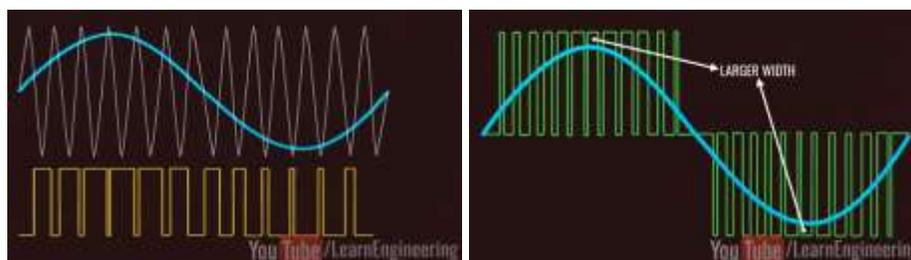


Figura 3. Comparación de señal portadora y triangular para la generación del tren de pulsos.

Sotware Desarrollado

El programa principal estará en una estructura de ciclo, llamada "While", la cual asegura que la interfaz principal estará disponible hasta que el usuario oprima "Stop" (ver Figura 4). Como se muestra en la Figura 5, se crean los parámetros de las señales moduladoras (senoidales) y portadoras (triangulares), las cuales se comparan entre sí para generar el SPWM.



Figura 4. Estructura While.

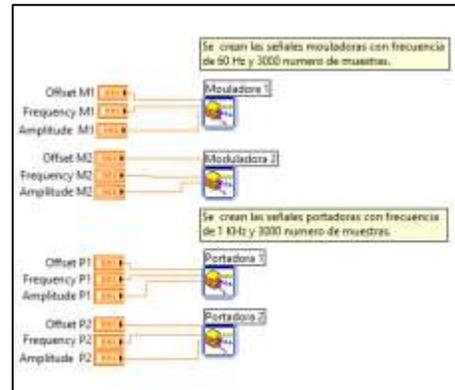


Figura 5. Señales portadoras y moduladoras.

En la Figura 6, se observa que se añade un "Cluster de error" el cual proporciona un orden de ejecución al programa y lo detiene de forma apropiada cuando se genera un error. Después de generar las señales requeridas para el SPWM, estas se convierten en un tipo de dato denominado "waveform", con la finalidad de poder compararlas y generar los pulsos de disparo deseados.

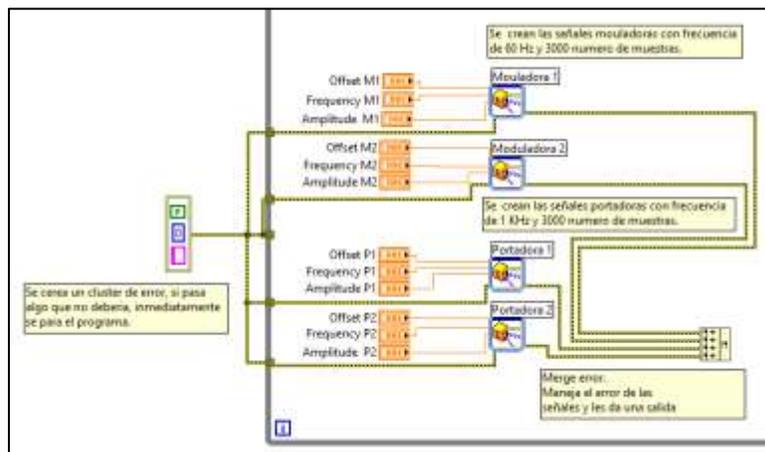


Figura 6. Cluster de Error

Algo muy importante en esta parte, es el tiempo muerto que se le dio a las señales, esto nos asegura que no habrá un corto circuito en los transistores IGBT, esta explicación hace referencia al código que se ilustra en la Figura 7.

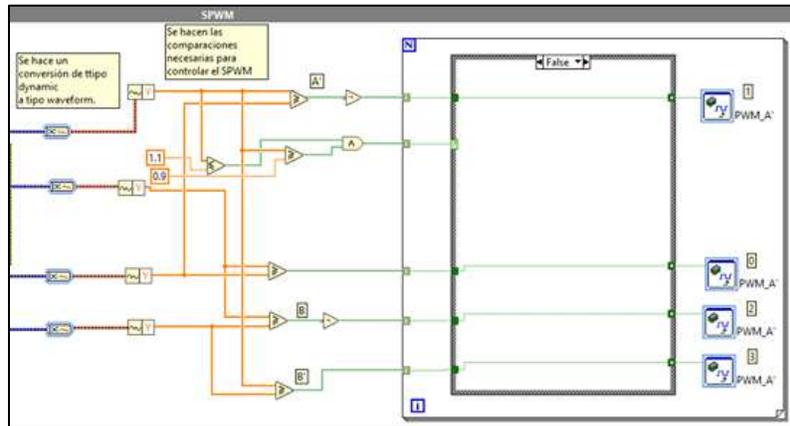


Figura 7. Etapa de comparación

En la Figura 8 se muestra la interfaz de usuario, la cual está compuesta por la señal SPWM, los armónicos y el voltaje RMS (eficaz), además de contar con la opción de modificar los parámetros de las señales portadoras y modulantes.

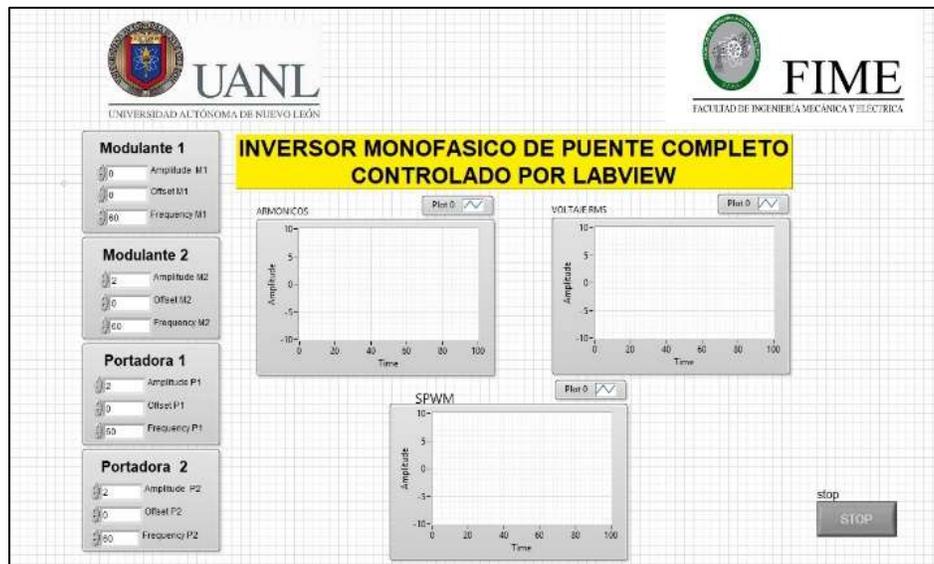


Figura 8. Interfaz de control.

Por último, en la Figura 9, se observa el bloque completo para poder obtener el SPWM ideal en la tarjeta MyRIO.

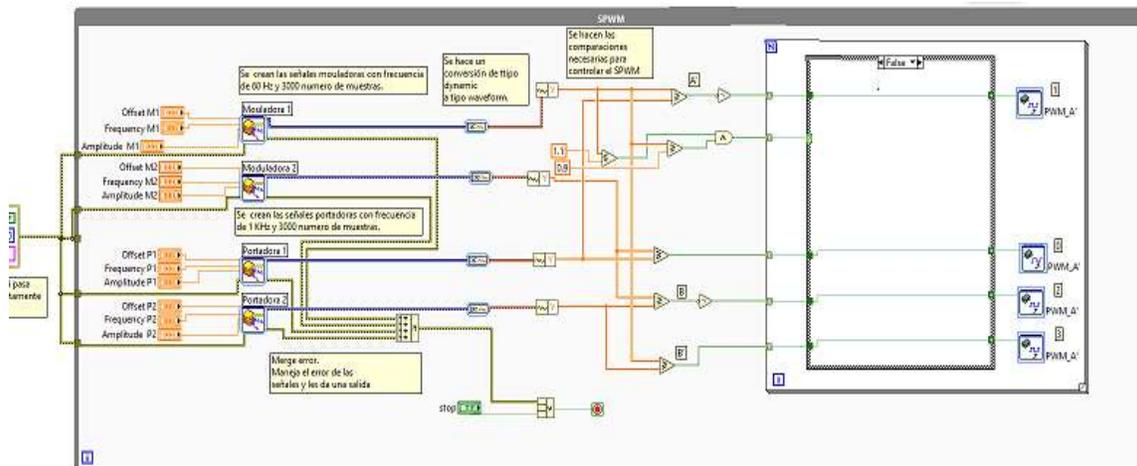


Figura 9. Código completo del SPWM.

METODOLOGÍA

Interruptor Elegido: Insulate Gate Bipolar Transistor (Igbt)

En un IGBT se combinan las ventajas de los BJT y de los MOSFET. Un IGBT tiene alta impedancia de entrada, como los MOSFET, y pocas pérdidas por conducción en estado activo, como los BJT. Además, puede trabajar a elevada frecuencia y con grandes intensidades. Es un dispositivo controlado por voltaje, parecido a un MOSFET de potencia, el cual solo se enciende aplicándole un voltaje de compuerta positivo. Tiene menores pérdidas de conmutación y de conducción, facilidad de excitación de compuerta, corriente pico, buenas características y robustez.

Driver

El circuito driver Bootstrap (ver Figura 10) aprovecha la carga de un capacitor, para usarlo como fuente flotante en la activación y desactivación del transistor principal de conmutación en el lado alto del circuito. Su principal función es la de activar transistores MOSFET e IGBT y su empleo evita el uso de transformadores de pulsos que tiene ciertas desventajas.

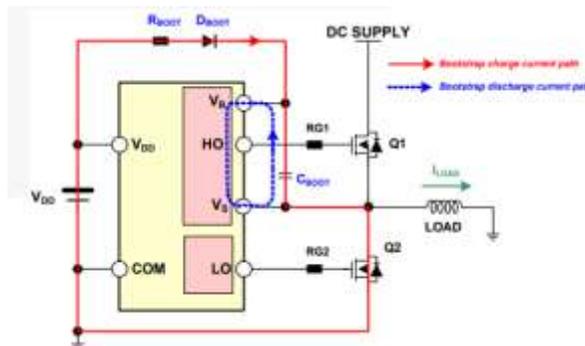


Figura 10. Circuito Bootstrap.

Optoacopladores

En los optoacopladores se combina un diodo emisor de luz infrarroja y un fototransistor de silicio. La señal de entrada se aplica al LED infrarrojo y la señal de salida se toma del fototransistor. A continuación, se expondrán las configuraciones estándar empleadas para hacer un acoplamiento óptico entre el sistema digital y las etapas de potencia. En la Figura 11 se puede observar el montaje estándar básico con lógica positiva y negativa.

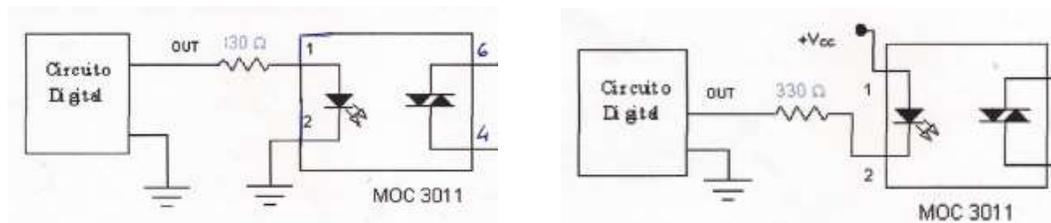


Figura 11. Lógica digital positiva y lógica digital negativa.

Funcionamiento de los transistores igbt, driver, y optoacopladores.

Para conseguir una conmutación de alta velocidad, un circuito de excitación para un IGBT debe ser capaz de absorber y generar corriente rápidamente. El circuito integrado (CI) IR2110 (de International Rectifier), está diseñado para excitar tanto a un interruptor de lado alto como a uno de lado bajo, con lo cual se controlan dos transistores IGBT. Para el circuito es deseable que haya un aislamiento eléctrico entre el IGBT y el circuito de control, a causa de los elevados niveles de tensión del IGBT.

Para esto se utilizan circuitos acoplados ópticamente, tal y como se observa en la Figura 12, en donde los optoacopladores (4N25) están conectados al CI IR2110, con esto se logra separar la parte de control y potencia, además de que obtenemos en su salida las señales de control de los IGBTs.

Fuente Aislada Y Rcd Snubber

Para el proyecto se utilizaron dos fuentes aisladas A1D1215SZ, las cuales son convertidores DC-DC utilizadas en aplicaciones donde se trabaja a una mayor potencia y para propósitos de aislamiento y evitar la creación de mallas de corriente parásitas que impidan el funcionamiento adecuado del sistema.

La fuente se alimenta con 12Volts y proporciona un voltaje de 15V en su salida, este voltaje es utilizado para el disparo de los IGBT.

Las inductancias almacenan energía y una de sus desventajas es que no se puede garantizar que dicha energía se descargue completamente cuando es necesario. En el circuito inversor se requiere que la inductancia descargue su energía por completo en el momento del encendido de los IGBT.

Al momento del apagado (conmutación), se genera una sobretensión en el colector-emisor, haciendo que conduzca y no se lleve a cabo correctamente la conmutación.

La solución a este problema la proporcionan las redes snubber, las cuales permiten trabajar a una frecuencia de conmutación más elevada, se encargan de la amortiguación del circuito, controlan las tasas de cambio en voltaje o corriente y la protección contra sobretensiones. En el presente proyecto, se implementó una red snubber pasiva (ver Figura 13) con un capacitor no electrolítico de 0.47 microfaradios.

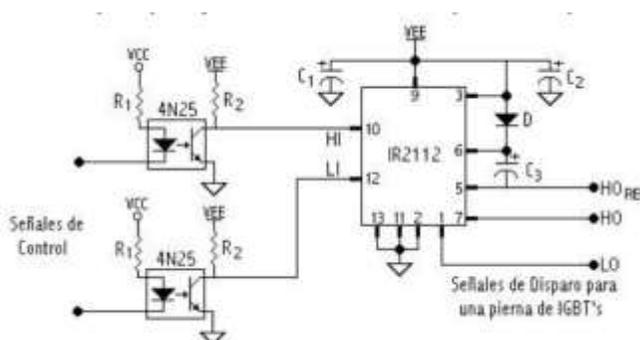


Figura 32. Ejemplo de circuito de protección para los IGBT.

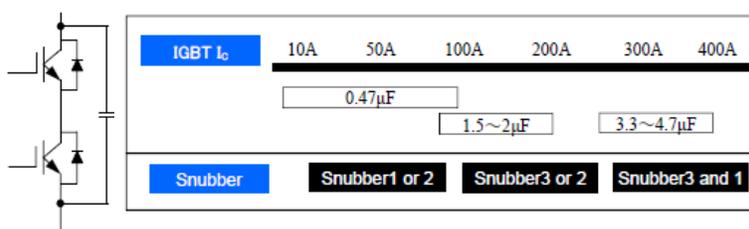


Figura 13. Rcd snubber utilizada.

Diseño De Las Placas

Para el desarrollo de las placas PCB se utilizó el software Altium Designer el cual es un recurso para el diseño electrónico: simulación, diseño de circuitos impresos, implementación de FPGA o desarrollo de código para microprocesadores.

En la Figura 14 se muestra el diagrama esquemático de las placas, en la primera se encuentra la parte de control, optoacopladores, drivers, fuentes aisladas, y de más componentes, mientras que en la segunda se aprecia el diseño para los IGBTs con una red snubber y el empleo de diodos zener para propósitos de protección.

Una vez realizados los diagramas esquemáticos, el siguiente paso consistió en el diseño del PCB para elegir apropiadamente el tamaño de las pistas, su posición, distancias, y plano de masa. En la figura 15 se puede observar el resultado final de la primera placa, por cuestiones de espacio se decidió que el mínimo espesor en cada pista sería de 1.25mm, y como máximo de 1.75mm, lo cual es lo más recomendado. Para los pads de los componentes el diámetro mínimo fue de 2mm y el máximo de 3mm.

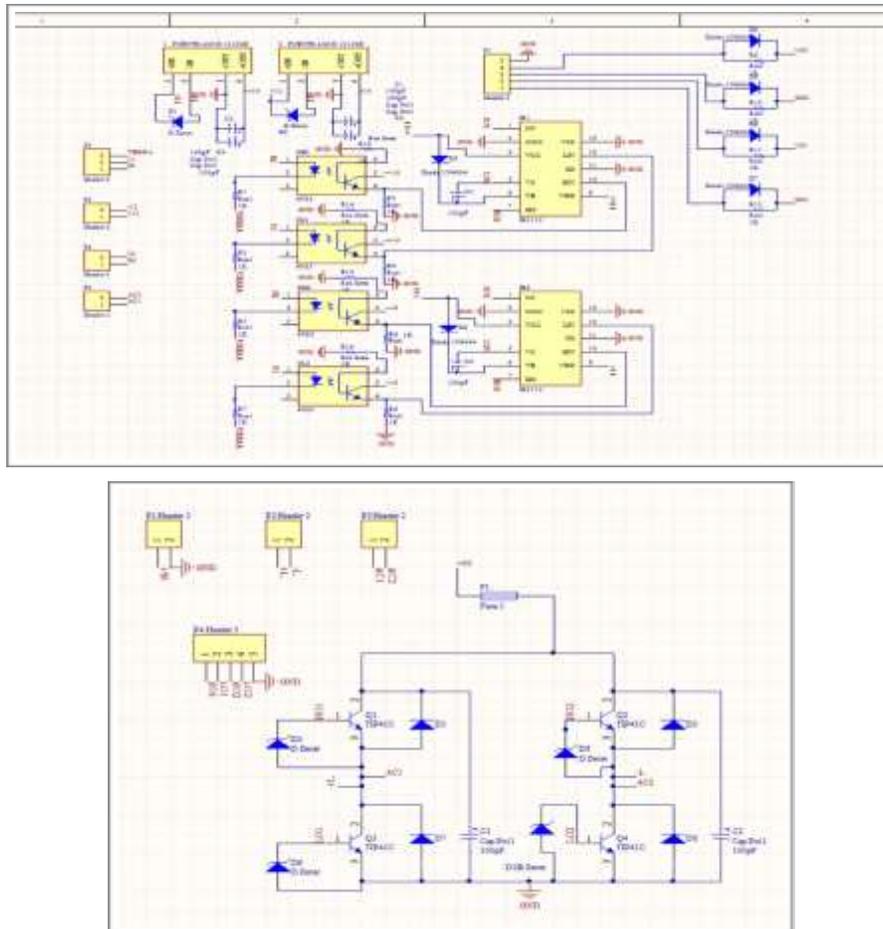


Figura 14. Diagrama esquemático.

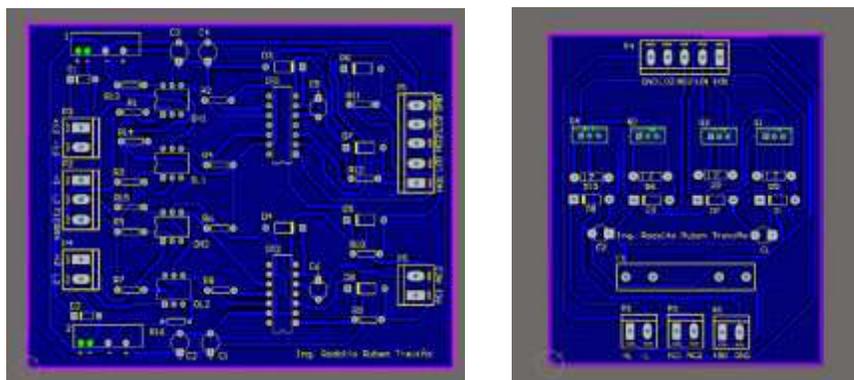


Figura 15. Pistas.

Esta placa cuenta con 3 capas editables, la primera consta con las pistas de la tarjeta y es nombrada “Bottom Layer”, la segunda son los datos de los componentes y es nombrada “Top Silk”, y por último, la tercera capa que trata de la mascarilla antisoldante nombrada “Bottom Solder”, su principal función es proteger la capa de pistas y permitir que los pads queden libres para soldar los componentes.

En la segunda placa se consideró las distancias apropiadas para la adición de disipadores de calor para cada IGBT y también se ajustó al tamaño del fusible de protección (2 amperes tipo americano). El proceso de elaboración de PCB utilizó el método de serigrafía en el cual es necesario disponer de una pantalla con malla especial, los negativos de las placas, tinta, emulsión, y de más.

Al terminar todo ese proceso las placas fueron ensambladas con los componentes ya mencionados, y solo se ocupó un caudín tipo lápiz, estaño tipo alambre, y pasta tipo flux. La Figura 16 muestra las placas finales conjuntamente con el montaje de los componentes.

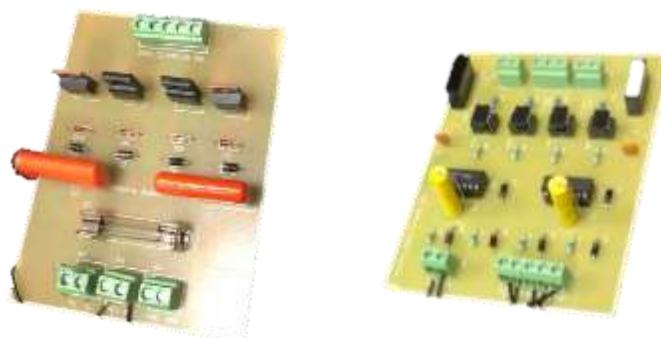


Figura 16. Resultado de placas

RESULTADOS

La Figura 17 muestra las formas de onda de voltaje (medido en la carga) del modulador SPWM para una carga resistiva e inductiva respectivamente. Por su parte en la Figura 18 se ilustran las conexiones realizadas durante su evaluación (la cual se llevará a cabo en un trabajo futuro).

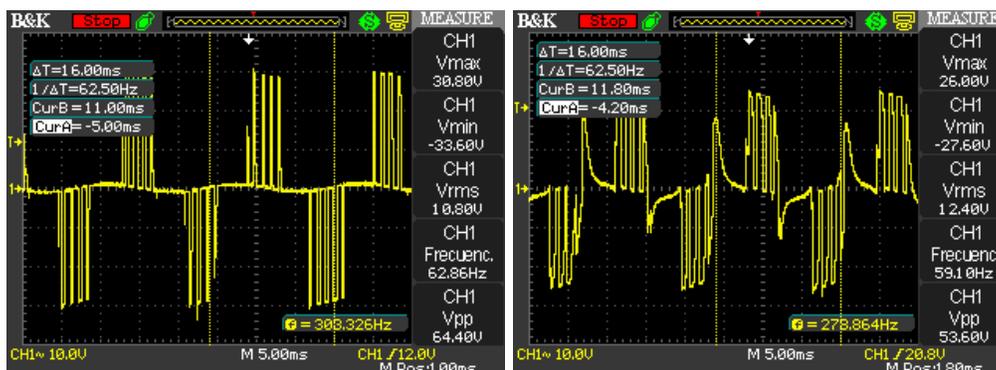


Figura 17. Inversor con carga resistiva e inversor con carga resistiva e inductiva en serie.

CONCLUSIONES

En conclusión, un inversor monofásico con control de SPWM ayuda a minimizar las pérdidas de energía en el rendimiento de los dispositivos gracias a su conmutación a una rápida frecuencia. Es de gran importancia el diseño correcto del inversor para garantizar su óptimo funcionamiento.

Gracias a la elaboración de esta investigación se logró una mejor comprensión de la importancia de los inversores en las aplicaciones en la industria, así como las consideraciones adecuadas para su funcionamiento. Además de servir como una base didáctica para futuros trabajos.

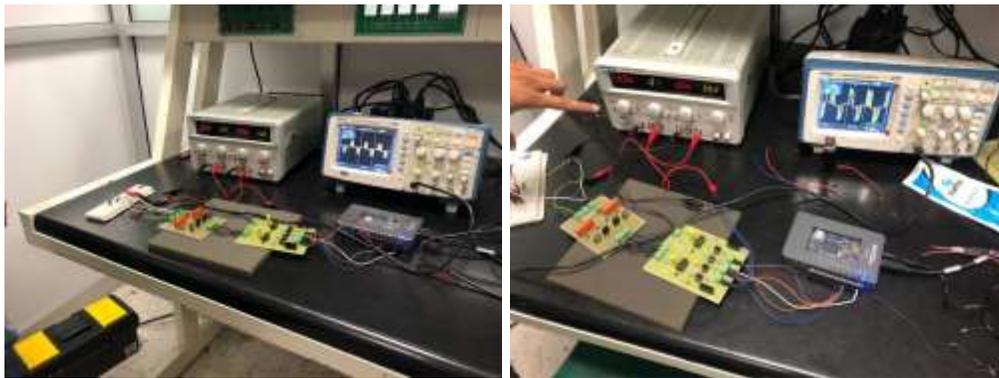


Figura 18. Circuito en funcionamiento con carga resistiva y con carga resistiva e inductiva en serie

BIBLIOGRAFÍA

1. Ballester, E., & Piqué, R. (2012). *Electrónica de potencia* (2nd ed., pp. 331-370). México, D.F.: Alfaomega.
2. Fairchild. (2014). *Design and Application Guide of Bootstrap Circuit for High Voltage Gate Drive IC*.
3. Hashizume, S. (2005). *IGBT Application Note* [Ebook]. Nihon Inter Electronics Corporation.
4. International Rectifier. *Application Note AN-978 HV Floating MOS Gate Drive ICs*.
5. Rashid, M. (2004). *Electrónica de potencia: circuitos, dispositivos y aplicaciones*. México: Pearson educación
6. Learn Engineering. (2017). Inverters, How do they work? Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=qVeERT4nyz8>
7. Rashid, M. (2004). *Electrónica de potencia: circuitos, dispositivos y aplicaciones*. México: Pearson educación.
8. AN-6076 Design and Application Guide of Bootstrap Circuit for High-Voltage Gate-Drive IC. (2017). Retrieved from <http://www.onsemi.com/pub/Collateral/AND9674-D.PDF>
9. Optoacopladores. Retrieved from <https://apuntesdeelectronica.files.wordpress.com/2011/10/21-optoacopladores.pdf>
10. Hashizume, S. (2005). *IGBT Application Note* [Ebook]. Nihon Inter Electronics Corporation.

INGENIERÍA DE LA MEDICINA: OPTIMIZACIÓN DE PRÓTESIS DE CADERA

M.C. Ángel Rolando Rivas Velázquez, Jhoan Yajaira Garcia Torres
iygarciat@gmail.com

INSTITUCIÓN

Universidad Autónoma de Nuevo León.
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Monterrey, Nuevo León.

RESUMEN

La prótesis de cadera es una de las prótesis a las que el ser humano más comúnmente recurre. Es un procedimiento llevado a cabo desde hace más de 20 años. Dicho procedimiento se utiliza para tratar algunos padecimientos severos en la cadera, como ejemplo puede ser la lesión del labrum acetabular.

En este escrito se hablará acerca de la prótesis de la cadera, y optimización de una prótesis de cadera enfocándonos en el vástago y cabezal. Se habla de sus componentes y diversos materiales de los que están fabricadas y como la ingeniería interactúa en conjunto con la medicina para lograr una mejor calidad de vida hacia las personas interesadas en recuperar movilidad completa de cadera. Se habla también del proceso de diseño mecánico, selección de material, proceso de análisis biomecánico para la simulación de material interactuando con las fuerzas del cuerpo del paciente y los reglamentos que hay que seguir como guía para efectuar una buena selección de la pieza para el paciente y su cirugía.

PALABRAS CLAVE: Prótesis, vástago, medicina, ingeniería, diseño 3D, biomecánica.

ABSTRACT

The hip prosthesis is one of the prostheses to which the most common human being resorts. It is a procedure carried out for more than 20 years. This procedure is used to treat some severe conditions in the hip, such as acetabular labrum injury.

In this paper, we talk about the prosthesis of the search, and the optimization of a hip prosthesis focused on the subject and the head. It talks about the components and materials of which they are manufactured and how engineering interacts in conjunction with medicine to achieve a better quality of life for people interested in the return of full mobility of the hip. There is also talk of the mechanical design process, material selection, biomechanical analysis process for the simulation of material that interacts with the forces of the patient's body and those that guide it to make a good selection of the piece for the patient and its surgery

KEYWORDS: Prosthesis, shank, medicine, engineering, 3D design, biomechanics.

INTRODUCCIÓN

La cadera es una de las articulaciones más grandes del cuerpo. Es una articulación esférica (de cabeza y cavidad). La cavidad articular está formada por el acetábulo, que es parte del hueso grande de la pelvis. La parte esferoidal es la cabeza del fémur, el extremo superior del hueso del muslo.

Las superficies óseas de la cabeza y la cavidad están cubiertas con cartílago articular, un tejido suave que reviste y amortigua los extremos de los huesos y les permite moverse fácilmente. Un tejido fino llamado membrana sinovial rodea la articulación de la cadera. En una cadera saludable, esta membrana genera una pequeña cantidad de líquido que lubrica al cartílago y elimina casi toda la fricción durante el movimiento de la cadera.

La causa más común del dolor crónico y la discapacidad de cadera es la artritis. La osteoartritis, la artritis reumatoide y la artritis post-traumática son las formas más comunes de esta enfermedad.

Osteoartritis

Este es un tipo de artritis "de uso y desgaste" relacionada a la edad. Por lo general ocurre en personas de 50 años o mayores, y a menudo en personas con una historia familiar de artritis. La osteoartritis también puede ser causada o acelerada por irregularidades sutiles en la forma cómo se desarrolló la cadera en la niñez.

Artritis reumatoide

Esta es una enfermedad auto inmunitaria en la que la membrana sinovial se inflama y se engruesa. Esta inflamación crónica puede dañar al cartílago, produciendo dolor y rigidez.

Artritis post-traumática

Esto puede seguir a una lesión seria o a una fractura de cadera. El cartílago puede dañarse y llevar a dolor y rigidez de la cadera con el paso del tiempo.

Enfermedad de cadera de la niñez

Algunos recién nacidos y niños tienen problemas de cadera. Aunque los problemas se tratan con éxito durante la niñez, de todos modos, pueden causar artritis en una etapa posterior en la vida. Esto ocurre porque la cadera no puede crecer normalmente, y las superficies articulares están afectadas.

Para intervenir la fractura se debe realizar un estudio radiológico con una radiografía AP y axial de la cadera, más una radiografía de la diáfisis femoral proximal. Las fracturas de cadera se clasifican en intertrocantéreas, de cuello femoral, de cabeza femoral y subtrocantereanas; éstas últimas suelen ocurrir en personas jóvenes con mecanismos de alta energía.

Fracturas de cuello femoral

Se deben a caídas en pacientes mayores o una fractura en hueso osteoporótico seguido de la caída, o fractura en hueso patológico por ejemplo los tumores.

- o Fractura de cabeza femoral

También llamadas fracturas de Pipkin, las fracturas de cabeza femoral resultan de impactos de alta energía, pueden asociarse a luxofractura, luxación de la cadera.

- o Fracturas subtrocantéreas

Son habitualmente fracturas asociadas a gente bastante más joven en relación a las fracturas antes mencionadas. Son producidas por traumatismos de alta energía.

Prótesis

Una prótesis es un artefacto que se implanta para realizar una determinada función que el cuerpo ha perdido o la realiza de forma muy defectuosa. La prótesis de cadera se coloca en el lugar que ocupa la articulación de la cadera.

La articulación de la cadera es el encaje que forma la cabeza del hueso del fémur, de forma semiesférica, con el cotilo de la pelvis, que es una cavidad del hueso de la cadera en forma también de semiesfera.

Se utilizan aleaciones metálicas, titanio, materiales cerámicos y polímeros. Hoy por hoy sólo estos materiales presentan las condiciones más adecuadas de resistencia, durabilidad y comportamiento ante los esfuerzos que sufrirán una vez implantados en el cuerpo humano.

En un reemplazo total de cadera (que también se llama artroplastia total de cadera), el hueso y el cartílago dañados se remueven y reemplazan con componentes protésicos.

La cabeza del fémur dañada se remueve y se reemplaza con un vástago de metal que se coloca en el centro ahuecado del fémur. El vástago femoral puede ser cementado o "calzado a presión" dentro del hueso.

Una cabeza de metal o cerámica se coloca en la parte superior del vástago. Esta cabeza reemplaza la cabeza dañada del fémur que fue removida.

La superficie de cartílago dañado de la cavidad (acetábulo) se remueve y reemplaza con una cavidad de metal. A veces se usan tornillos o cemento para mantener la cavidad en su lugar. Un espaciador de plástico, cerámica o metal se inserta entre la cabeza y cavidad nuevas para permitir una superficie con deslizamiento suave.

- Las prótesis totales

Sustituyen tanto la cabeza femoral como el cotilo. La parte que se ancla en el fémur se llama vástago y se le añade una semiesfera o cabeza, que es la parte articular.

El cotilo protésico tiene una parte que se ancla a la pelvis y una pieza de polietileno que es la que contacta con la cabeza protésica. El anclaje al hueso puede ser a presión, atornillado, roscado o cementado.

□ Las prótesis parciales

Sustituyen sólo la cabeza femoral, dejando la pelvis intacta. La cabeza protésica puede formar un bloque único con el vástago (prótesis tipo Thompson) o ser extraíble de forma aislada, lo que permitiría en un futuro convertirla en prótesis total: cuando se coloca un cotilo protésico, la cabeza del vástago debe ser más pequeña que en las prótesis parciales. Nunca se sustituye sólo el cotilo de la pelvis.

□ Prótesis de recambio

Las prótesis de recambio o de rescate se utilizan cuando la primera prótesis ha desgastado el hueso y está suelta. Suelen tener mayor número de piezas para adecuarse a las zonas de pérdida de hueso.

DESARROLLO

ANTECEDENTES

Para la optimización de la prótesis se realizará una ingeniería inversa, es decir, se nos proporcionó una prótesis para poder ver su estructura, componentes y obtener la medida de éstos para después realizar el diseño CAD y 3D (Figura 1. Fotografía de vástago y cabezales de la prótesis de cadera).



Figura 1

Una vez obtenidas las medidas, se prosigue a hacer el diseño CAD y 3D con ayuda del software SolidWorks. (Figura 2. Croquis de diseño 2D de vástago de prótesis en SolidWorks)

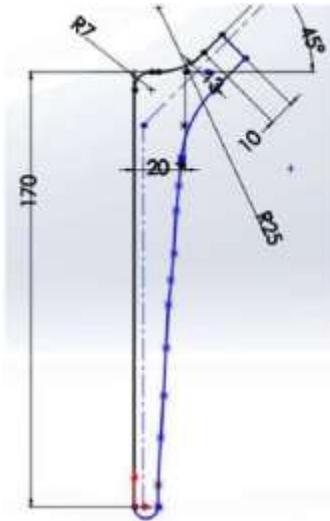


Figura 2

Como primera instancia se hace la parte del vástago sin tomar en cuenta aún las rendijas que contenía el modelo de la prótesis original. (Figura 3)

Figura 3. Primer diseño 3D de vástago hecho en SolidWorks. Para los cabezales nos enfocaremos primero en el cabezal de intersección entre el vástago y el cabezal exterior que es el que conecta con la cadera.

MODELADO.

Se analizará la distribución de esfuerzos en el vástago

Propiedades mecánicas de los materiales.

Se consideran propiedades mecánicas de la prótesis así como el material con el cual se trabajará

Una vez definido el material se procede a aplicarse al diseño 3D y después se fijan los puntos de esfuerzos donde estarán sometidas las fuerzas en el vástago. (Figura 4. Identificación de esfuerzos aplicados en el vástago)

Life o vida a fatiga.

Este parámetro brinda la vida disponible de la pieza para un análisis de fatiga dado. En este caso se trata de una carga no constante, de amplitud variable dentro del ciclo de carga, es decir cargas periódicas no armónicas. Por lo que la vida representará el número de ciclos de carga hasta que la pieza falle, que a su vez son los pasos que da la persona en su caminar normal.

Damage o Daño.

Se puede definir como el valor que se obtiene de dividir la vida de diseño, entre la vida

disponible. Cuando se obtiene un valor de daño mayor que 1 se está indicando que la pieza fallará por fatiga antes de alcanzarse la vida de diseño. Se calcula utilizando la ecuación:

Siendo:

$$D = \frac{n_i}{N_i} = \frac{\text{design life}}{N_i}$$

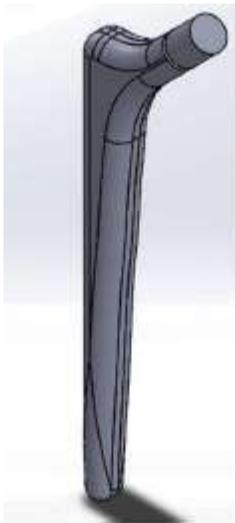


Figura 3

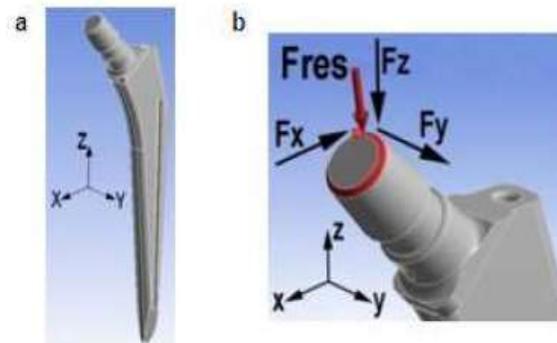


Figura 4

n_i = Número de ciclos en que actúa el esfuerzo σ

N_i = Número de ciclos hasta la rotura si se hubiese mantenido el esfuerzo σ constante en el tiempo.

σ Si $\sigma > \sigma_c$ Se producirá daño por fatiga

Es el coeficiente de seguridad que tiene la pieza bajo un sistema de cargas dado, respecto al fallo por fatiga para una vida de diseño dada. (Figura 5 Enmallado de análisis de elemento finito en el vástago)

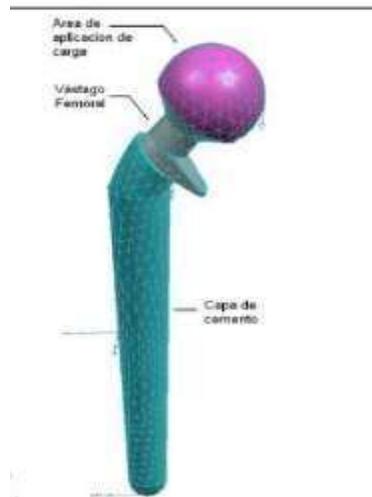


Figura 5

Curvas de fatiga. Definición de las curvas de fatiga del material.

Se requerirán las curvas de fatiga del material con las razones de ciclo correspondientes a las razones de ciclos de las cargas aplicadas que requeriría de numerosas curvas de fatiga del material, correspondientes a cada una de las razones de ciclo actuantes, muchas de las cuales no están disponibles en la literatura. Hay que tener en cuenta que la obtención de una de estas curvas requiere de largos y costosos experimentos, no siempre proporcionadas por las firmas fabricantes de estos materiales.

Diseño propuesto

Una vez obtenido el modelo a través de Solidworks se realiza un renderizado aplicando los materiales de polietileno respecto al vástago y se observa el resultado.

El vástago ahora presenta una ranura a lo largo de su eje vertical, lo que permitirá al momento de la recuperación del paciente una mejor osteointegración.

Figura 6. Renderizado de modelo propuesto



Figura 6

ANÁLISIS BIOMECÁNICO

Para el análisis biomecánico se utilizó la herramienta de SolidWorks con la extensión de SolidWorks Simulation, la cual permitió verificar los puntos críticos del vástago

Abrimos SolidWorks y nos desplazamos al apartado de Simulación, donde se visualiza la siguiente barra. (Figura 7. Barra de herramientas de SolidWorks Simulation)

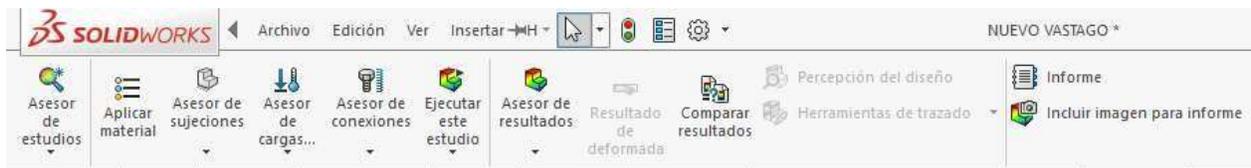


Figura 7

Se da click en “Asesor de estudios > Nuevo Estudio”, dónde nos pedirá ingresar datos críticos para la realización del estudio.

De los principales datos a pedir aparece “Fuerza”, abrimos la pestaña y nos pide seleccionar los puntos donde se aplicará la fuerza en el prototipo; para este caso se tomó en cuenta las fuerzas del cuerpo que actuarán sobre del vástago, la gravedad y la fuerza normal, por lo que nuestros indicadores de fuerza se generan de la siguiente forma: Figura 8 (Fuerzas actuando sobre puntos del vástago de cadera)

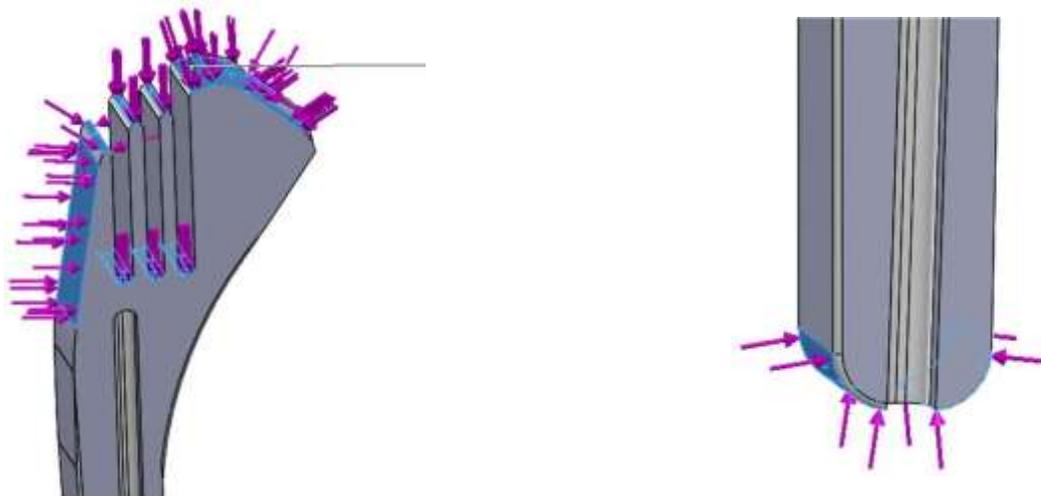


Figura 8

Una vez aplicadas las fuerzas se procede a agregar material en la pestaña de materiales y se procede a hacer un mallado.

El mallado sirve para discretizar nuestro prototipo en secciones y generar un resultado de simulación con mayor exactitud. Mientras mayor sea el mallado mayor específico será el resultado como se muestra en la imagen. Figura 9: Mallado sencillo (lado izquierdo), mallado más fino (lado derecho)

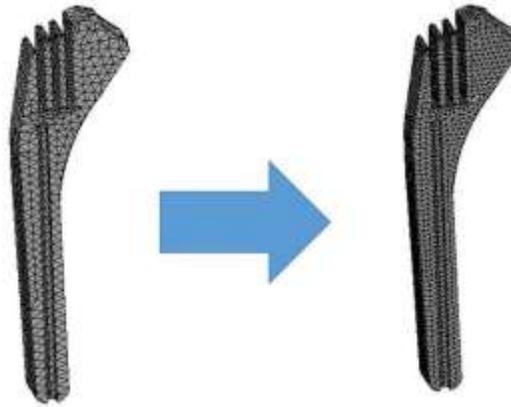


Figura 9

Realizado el mallado se da en “Realizar estudio” y nos arroja los resultados de la siguiente manera. Figura 10. Resultados de simulación de estudio biomecánico en SolidWorks.



Figura 10

Para poder interpretar el estudio hay que tomar en cuenta la gama de colores de la barra del lado derecho, nos muestra diferentes valores de fuerza en von Mises y según la gama los resultados se clasifican en colores agresivos (del amarillo al rojo) y colores pasivos (del azul al verde), lo cual significa que entre más claro sea el color menor impacto de fuerza tendrá efecto sobre él.

FABRICACIÓN DE PRÓTESIS

La fabricación de prótesis de cadera implica el diseño de un molde para que después sea vaciado el material del que estará formada la prótesis de cadera. Por tanto, se empieza por el diseño del molde.



Figura 11

Sobre este molde se tendrá que poner a trabajar una máquina de cnc tipo torno, para que realice la forma de la prótesis, donde se vaciará el material. (Figura 11)

NORMAS PARA LA FABRICACIÓN DE PRÓTESIS

Para poder llevar a cabo la realización física de la prótesis se debe realizar la elaboración cumpliendo con una normativa. Las normas más comunes que se aplican para su elaboración son:

NORMAS ISO	DESCRIPCIÓN
ISO/TC 168 ÓRTESES Y PRÓTESIS	(TC COMITÉ TECNICO WG GRUPO DE TRABAJO)
ISO 8549-1:1987 PRÓTESIS Y ÓRTESES:	Términos de vocabularios generales para las prótesis externas de las extremidades y las órtesis externas.
ISO 3549-3:1989 PRÓTESIS Y ÓRTESES	Términos de vocabulario relativos a órtesis externas.

ISO 8551:2003 PRÓTESIS Y ÓRTESES	Deficiencias funcionales. Descripción de la persona que se va a tratar con una órtesis objetivos clínicos del tratamiento y requisitos funcionales de la órtesis.
ISO 13404:2005 PRÓTESIS Y ÓRTESES:	Clasificación y descripción de las órtesis externas y de los componentes ortopédicos.
ISO 13402:1995. INSTRUMENTOS QUIRÚRGICOS Y DENTALES DE MANO	Determinación de la resistencia en autoclave, la corrosión y la exposición térmica.
ISO 21535:2002. IMPLANTES QUIRÚRGICOS INACTIVOS	Implantes de reemplazo articular

NTC 4424-1, NTC 4424-2, NTC 4424-3: En estas normas se dan especificación a cerca de los procedimientos que se deben llevar a cabo para las pruebas de fuerza cíclica y estática de prótesis de miembro inferior específicamente para prótesis transtibiales y transfemorales.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Una vez realizado el modelo en 3D y estimado las fuerzas en dónde actuarán en el vástago, se realiza un análisis biomecánico, en este caso dado por SolidWorks en el cuál nos realiza la simulación y arroja los resultados.

En la figura 12 se observa cómo se realizó el análisis, donde consta de un enmallado previo del vástago y después se ejercen las fuerzas. Nuestros resultados muestran una gama de colores. Siguiendo las gamas de colores comunes los colores agresivos corresponden a los rojos-naranjas y los colores pasivos azul-celeste.

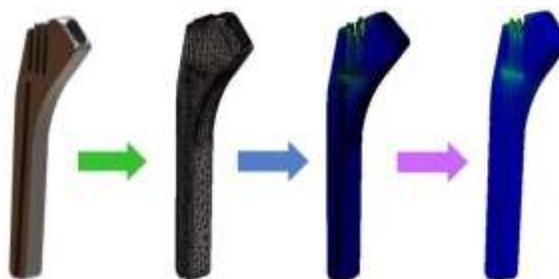


Figura 12

Como nuestro resultado de análisis arrojó colores pasivos, significa que nuestro modelo es factible de realizar.

CONCLUSIONES

El vástago de prótesis es completamente funcional para el paciente debido a que soporta las fuerzas aplicadas sobre éste y es capaz de realizar una osteointegración favorable gracias a su diseño.

Así también, se demuestra que el uso de prototipos con simulación dentro de los programas CAD, como lo es SolidWorks nos permiten generar estudios biomecánicos con resultados de mayor exactitud y visualizar una simulación previo a su elaboración de manera física

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/histologia/tejidoconjuntivoseo4.pdf>

<https://ddd.uab.cat/pub/clivetpeqani/11307064v12n1/11307064v12n1p9.pdf>

Organización Internacional de Normalización: ISO 21535:2009 - Non-active surgical implants. Joint replacement implants. Specific requirements for hip-joint replacement implants.

SOFTWARE

SolidWorks 2017

MESA XY CON ROTACIÓN PARA DIGITALIZACIÓN 3D

MC. Ángel Rolando Rivas Velázquez¹, Ing. Juan Fco. David de la Fuente Bustos²

INSTITUCIÓN

1. Profesor tutor, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, FIME-UANL arrv@hotmail.com.
2. Estudiante IMTC, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, FIME-UANL jfdavid_96@hotmail.com.

RESUMEN

En este artículo se describen las etapas de diseño, desarrollo e implementación de una mesa XY con rotación para ser utilizada en un escáner 3D. Uno de los principales parámetros del proceso de digitalización es el control de la posición del objeto dispuesto a escanear. Este control se logra, en gran medida, gracias a la correcta operación de la mesa.

La etapa de diseño parte desde la definición del área de trabajo hasta la selección de los componentes y elementos adecuados para lograr el movimiento, la medición y retroalimentación de la posición de la mesa. Lo anterior con base en las limitantes geométricas de los objetos, las especificaciones técnicas de los elementos eléctricos y los requerimientos del software de digitalización. En el desarrollo se muestra el método de digitalización y la selección de la estructura junto con las partes requeridas, así como también la configuración inicial de los elementos.

Finalmente, la implementación se logra en conjunto con el software requerido, obteniendo las mediciones geométricas del objeto 3D y transformándolas en información digital, todo esto mediante el preciso control de la rotación de la mesa XY.

PALABRAS CLAVES: Escáner 3D, mesa con rotación, digitalización, estructura, componentes eléctricos.

ABSTRACT

This article describes the design, development and implementation processes of a rotating – XY table to be used in a 3D scanner. One of the main parameters in a scanning process is the position control of the target object. This control is achieved, mainly because of the correct operation of the table.

The design stage begins with the definition of the operation zone, the list of components and the selection of the appropriate movement-generation and measurement items. The above based on the geometric constraints, technical specifications of the electric components and the scanning software requirements. The development stage shows the digitalization method and selection process of the structure along with the required parts,

as well as the initial set-up of the elements.

Finally, the implementation is achieved along with the required software program, obtaining the geometric dimensions of the 3D object and transforming them in digital data. This, through the accurate rotation control of the XY table.

KEYWORDS: 3D scanner, rotating table, scanning, structure, electric components.

INTRODUCCIÓN

Uno de los métodos más utilizados en la actualidad para la obtención de modelos geométricos de diferentes objetos es el proceso de Ingeniería Inversa. La Ingeniería Inversa de acuerdo con [1] se define como la *metodología que se utiliza para obtener modelos o duplicados a partir de un objeto de referencia*. Para [2] es *aquel proceso analítico-sintético que busca determinar las características y/o funciones de un sistema, una máquina o un producto o una parte de un componente o un subsistema*.

En las tareas industriales, la Ingeniería Inversa se aplica de manera directa o indirecta en procesos, máquinas y el duplicado de componentes, figura 1. La experiencia indica que en casi un 80% de las actividades de las industrias, está relacionado algún procedimiento de esta metodología.

El desarrollo de un prototipo digitalizador 3D como una tecnología educativa es de gran ayuda y ventaja para los estudiantes de Ingeniería, ya que es común que este tema no se aborde dentro de los planes de estudio con la importancia que tiene. Este trabajo busca mostrar las etapas requeridas para la implementación de dicho prototipo de una manera accesible y adecuada.

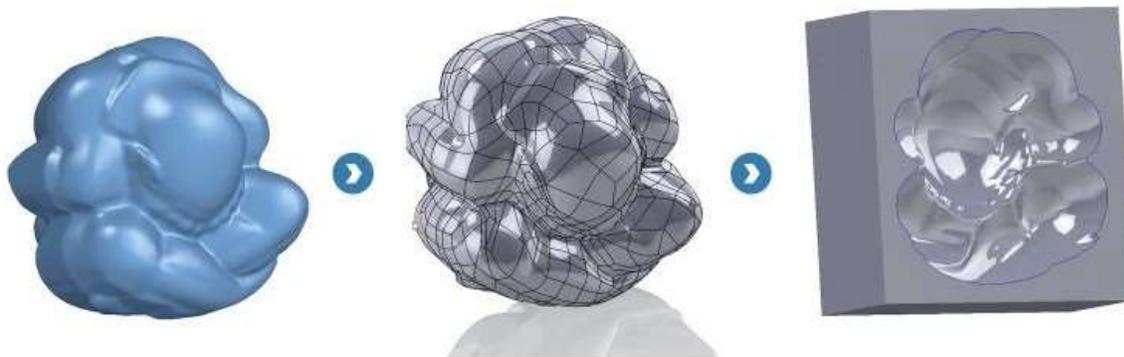


Figura 1. Duplicado de componentes por Ingeniería Inversa.

DESARROLLO

Diseño y selección de componentes

La tecnología de digitalización 3D recopila información de un objeto referencia. Esta información es llamada “nube de puntos”, misma que se convierte en datos digitales que después son procesados por la computadora para reconstruir un modelo 3D. Una manera de adquirir la nube de puntos es siguiendo el método de triangulación, figura 2.

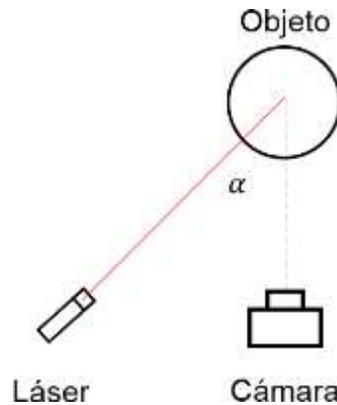


Figura 2. Método de triangulación.

Con este método, se determinan las coordenadas de la nube de puntos junto con los parámetros que incluyen una luz de láser, una cámara y el ángulo formado por la luz de láser y la cámara.

Conociendo la distancia entre la cámara y el láser proyector, así como también, el ángulo del láser proyector; el ángulo de inclinación de la cámara puede ser determinado mediante la incidencia del rayo de luz de láser en la imagen de la cámara. Estos tres valores se utilizan para determinar la medida del triángulo formado.

La mesa rotatoria es implementada para ayudar a encontrar el radio de la posición del láser. Éste representa el centro del eje z mismo que da información de la nube de puntos. Las coordenadas x y y se obtienen mediante las fórmulas:

$$= L \cdot \cos(\theta) \quad (1)$$

$$= L \cdot \sin(\theta) \quad (2)$$

Donde L representa la distancia desde el centro del motor de rotación hasta el borde del punto de salida de luz del láser. De esta manera el control XY de la mesa se cumple al definir la distancia L y los ángulos entre la cámara y ambos láseres.

Al poner en práctica lo anterior, se determina que el sistema es incapaz de obtener completamente la superficie del objeto. Es por eso que se incluyen dos láseres con el fin de obtener información digital de forma óptima, dado que al utilizar solamente uno de ellos no es posible adquirir suficientes datos en áreas del objeto donde hay espacios en blanco [3]. El diseño de la estructura para digitalización 3D, basada en dos láseres, se muestra en la figura 3.

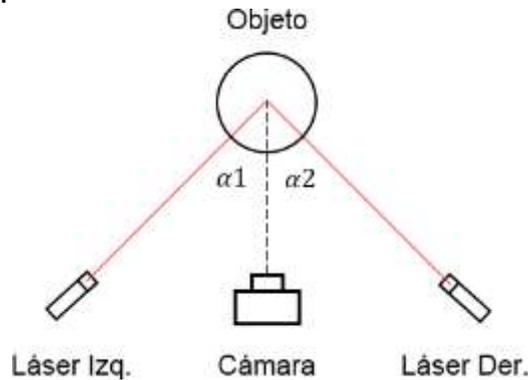


Figura 3. Bosquejo estructura para digitalización 3D.

Una nube de puntos obtenida por digitalización utilizando estos dos láseres necesita ser girada a 90° con una dirección correspondiente para llegar a cada uno, por lo que la rotación puede ser combinada directamente sin necesidad de encontrar los puntos que se interceptan entre sí. El valor de α corresponde a la diferencia de ángulo entre el láser izq. y el láser der.

$$x' = x \cos \alpha - y \sin \alpha \quad (3)$$

$$y' = x \sin \alpha + y \cos \alpha \quad (4)$$

En el diseño de sistemas, uno de los pasos incluidos es crear un modelo del sistema; tales modelos implican dibujar diagramas de bloques para representar sistemas [4]. El Hardware del sistema se ve representado en la figura 4., en donde se muestra el diagrama de bloques completo del digitalizador 3D.

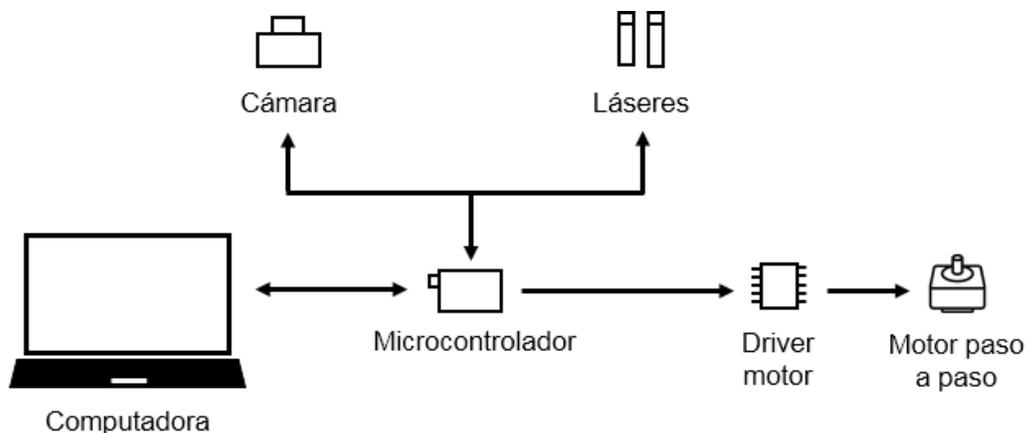


Figura 4. Diagrama de bloques del Hardware del sistema.

Implementación

El método utilizado para digitalización, el diseño del bosquejo, los componentes seleccionados, el hardware del sistema y los parámetros requeridos los cumple la estructura diseñada por [5] de la cual se obtienen los elementos que se muestran en la figura 5. Se utiliza una tarjeta Raspberry Pi 3, una cámara HD Logitech c270, dos láseres SYD1230 de 650nm, un driver para motor A4988, un motor paso a paso NEMA 17, barras roscadas y diversas piezas impresas con material de impresión 3D, PLA.



Figura 5. Componentes de estructura para digitalización 3D.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se obtiene una mesa XY con rotación para digitalización 3D, como lo muestra la figura 6, luego de seleccionar de manera adecuada el método de digitalización, los componentes y la estructura del sistema que cumplen con los requerimientos del software de programación.

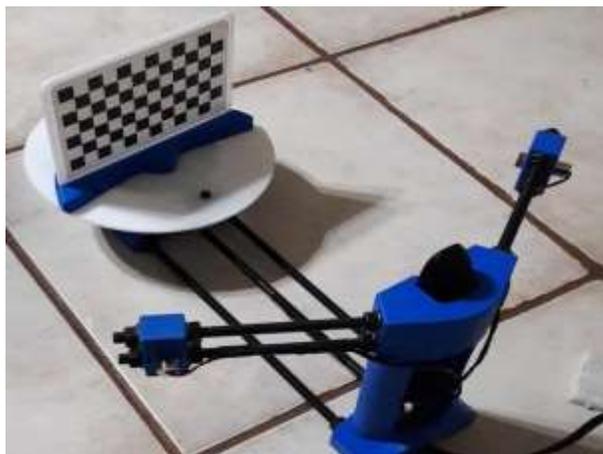


Figura 6. Estructura de mesa XY con rotación para digitalización 3D.

Cuando la posición del láser no se encuentra exactamente en la mitad de la tabla rotatoria y cuando se determina de manera equivocada el centro del eje z, provoca que el rayo de luz de láser que es capturado por la cámara sea desplazado. Para prevenir errores en la digitalización de los puntos, es necesario hacer una calibración para estar seguros de que el rayo de luz de láser pasa exactamente por el centro de la mesa, tal como lo muestra la figura 7.



Figura 7. Mesa calibrada iniciando proceso de digitalización.

CONCLUSIONES

Las etapas de diseño y selección, desarrollo e implementación de la mesa XY con rotación que se abordaron a lo largo de esta investigación, permitieron a la programación de software obtener una digitalización 3D de diferentes objetos referencia. El resultado fue bueno ya que se distinguen con claridad las superficies de los objetos escaneados, así como bordes, texturas y otras operaciones.

Se cumplió con el objetivo inicial, de desarrollar un prototipo como una tecnología educativa, ya que es de gran ayuda para los estudiantes de Ingeniería. Es muy importante que el proceso de calibración siempre se tome en cuenta, ya que así estaremos seguros de obtener las coordenadas x , y y z de la nube de puntos.

La exactitud del proceso de digitalización podría mejorarse al incluir una diferente selección y/o diseño de componentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. J. Delfín, E. Jiménez. *Ingeniería Inversa: Metodología y aplicaciones*, Centro de Tecnología Avanzada de ITESCA, Red Alfa, Sonora, México, 2013.
2. E. Jiménez, L. Reyes, A. García. *Algunas consideraciones sobre la Ingeniería Inversa, Informe Interno de Investigación*, Centro de Tecnología Avanzada de ITESCA, Red Alfa, Sonora, México, 2006.
3. T. Musaharpa, I. Wijayanto, S. Hadiyoso. *Prototype Implementation of Dual Laser 3D Scanner System Using Cloud to Cloud Merging Method*. Telkom University, Bandung, Indonesia, 2017.
4. Dr. Bolton, W., Ángeles, L.; & Giannetto, M. G. (2013). *Mecatrónica: Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica. Un enfoque multidisciplinario (5a. ed.)*. México: Alfaomega Grupo Editor.
5. Ciclop 3d Scanner By Bq3d Thingiverse.com. <https://www.thingiverse.com/thing:740357>.