

INGENIERÍA CONCURRENTE PARA EL DISEÑO DE UNA MAQUINA DE PULIDO PARA PEQUEÑAS PIEZAS METÁLICAS EN CITAPIA S.A. de C.V.

Serrano-González, S.^a, Santillán-Valdelamar, M.G.^a, Dimas-Díaz, F.^a y Aguilar Ortiz, T. Y.^a

^aInstituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, División de Ingeniería Industrial, Mixquiahuala de Juárez Hgo., México, C.P. 42700, sserrano@itsoeh.edu.mx

Recibido 03 de Noviembre de 2017; aceptado 09 de Diciembre de 2017

Palabras clave:

*Ingeniería Concurrente,
Ideación, Refinamiento.*

RESUMEN. Existe una variedad de metodologías y técnicas de investigación que conducen al diseño cuantitativo y cualitativo, pero es el momento de retomar la ingeniería concurrente para su utilización y sea una alternativa ingenieril de tomar acciones y salir de lo tradicional, probar, obtener resultados de la ingeniería concurrente para el diseño de una máquina de pulido para pequeñas piezas metálicas en CITAPIA S.A. de C.V. Esta metodología concurrente es amplia y cumple con los requisitos de diseño guía paso a paso como debe darse el diseño preliminar que surge como una mera conceptualización hasta tener una idea, lo que pretende esta etapa se conoce como ideación en bosquejo a mano alzada, el planteamiento del problema, objetivos y limitantes la recopilación de información necesaria para llevar a cabo el diseño. En la segunda etapa es refinamiento se analiza la construcción de la maquina costo beneficio si será significativo y duradero, tendrá la oportunidad de entrar al mercado, probar el diseño y realizar cambios si es necesario. En la tercera etapa implantación y pruebas de funcionamiento la ingeniería concurrente en diseño es vasta de recursos ya que permite una visualización y análisis de los materiales que serán utilizados como abrasivos para pulir las piezas y que tipo de materiales se podrán trabajar en la máquina de pulido. Siendo una metodología que satisface a clientes y se adapta a las necesidades del mercado y un alta participación de experiencias y conocimientos de compañeros de trabajo.

Key words:

*Concurrent Engineering,
Ideation, Refinement.*

ABSTRACT. There is a variety of methodologies and research techniques that lead to quantitative and qualitative design, but it is time to return to the concurrent engineering for its use and be an engineering alternative to take actions and get out of the traditional, try, get results from Concurrent engineering for the design of a polishing machine for small metal parts at CITAPIA SA of C.V. This concurrent methodology is broad and complies with the requirements of design guides us step by step as the preliminary design should be given that emerges as a mere conceptualization to have an idea, what this stage aims to know as an idea in sketch by hand, the approach of the problem, objectives and limitations the information gathering would need to carry out the design. In the second stage, the construction of the cost-benefit machine is analyzed if it will be significant and durable, it will have the opportunity to enter the market, test the design and make changes if necessary. In the third stage, implementation and functional tests, the concurrent engineering design is vast, since it allows a visualization and analysis of the materials that will be used as abrasives to polish the pieces and what kind of materials can be worked on the polishing machine. Being a methodology that satisfies clients and adapts to the needs of the market and a high participation of experiences and knowledge of coworkers.

INTRODUCCIÓN

La ley de Hooke dice "La fuerza que ejerce el resorte sobre el cuerpo es proporcional y tiene el sentido opuesto a la deformación del resorte, tendiendo a que el resorte recupere su longitud original"¹. En la misma dirección, es necesario considerar las leyes de Newton, también conocidas como leyes de Movimiento de Newton estas son: En ausencia de fuerzas externas un objeto en reposo permanecerá en reposo y un objeto en movimiento continuara en movimiento a velocidad constante (esto es, con rapidez constante en una línea recta). La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre el e inversamente proporcional a su masa.

Si dos objetos interactúan, la fuerza F12, ejercida por el objeto 1 sobre el objeto 2, es igual en magnitud y opuesta en dirección a la fuerza F21, ejercida por el objeto 2 sobre el objeto 1¹.

De acuerdo a (Patente n° USPTOn°0390820, 09 de Octubre de 1888) "realizo mejoras en el sistema de transmisión eléctrico; métodos de regulación de poder del motor; usado con sistemas de motores múltiples, que principalmente (son sistemas con motores y transformadores) tienen circuitos alimentados independientemente los cuales actúan para establecer polos magnéticos progresivos o movibles

(el campo magnético rotativo); controles de la velocidad del motor².”

Para el funcionamiento de la máquina de pulido se consideró la vibración que es el movimiento repetitivo alrededor de una posición de equilibrio. Con la ayuda de la técnica de diseño de ingeniería concurrente nos guiamos al diseño, elaboración y funcionamiento de la nueva máquina. La técnica consta de tres actividades las cuales son: ideación, refinamiento e implantación.

Un movimiento de vibración armónico forzado, generado por la excitación de un desbalance en el rotor de un motor de corriente alterna en un sistema de amortiguación forzada, es capaz de generar un acabado superficial de pulido en pequeñas piezas de manufactura. Utilizar la metodología concurrente para el diseño de una máquina de pulido como una herramienta que ayude a simplificar las actividades de ideación, refinamiento e implantación.

METODOLOGÍA.

El método de investigación que se empleó en este proyecto fue la modelación que opera en forma práctica o teórica con el objeto, no en forma directa sino usando un sistema intermedio, natural o artificial³.

Se utilizó para el diseño de la maquina la técnica de Diseño de Ingeniería Concurrente, la cual se describe a continuación: Se determinó que es un diseño técnico por lo que se está desarrollando un producto, tanto funcional como estético, el cual sirve para brindar un pulido a pequeñas piezas elaboradas en CITAPIA S.A. de C.V.

Diseño en ingeniería concurrente

En la figura 1 Los tres círculos se intersectan representando de esta manera la naturaleza concurrente, además también representan las tres actividades que forman la parte más importante del proceso de ingeniería concurrente, estas son la Ideación, Refinamiento y la Implantación, que se dividen a su vez en pasos más pequeños⁴.

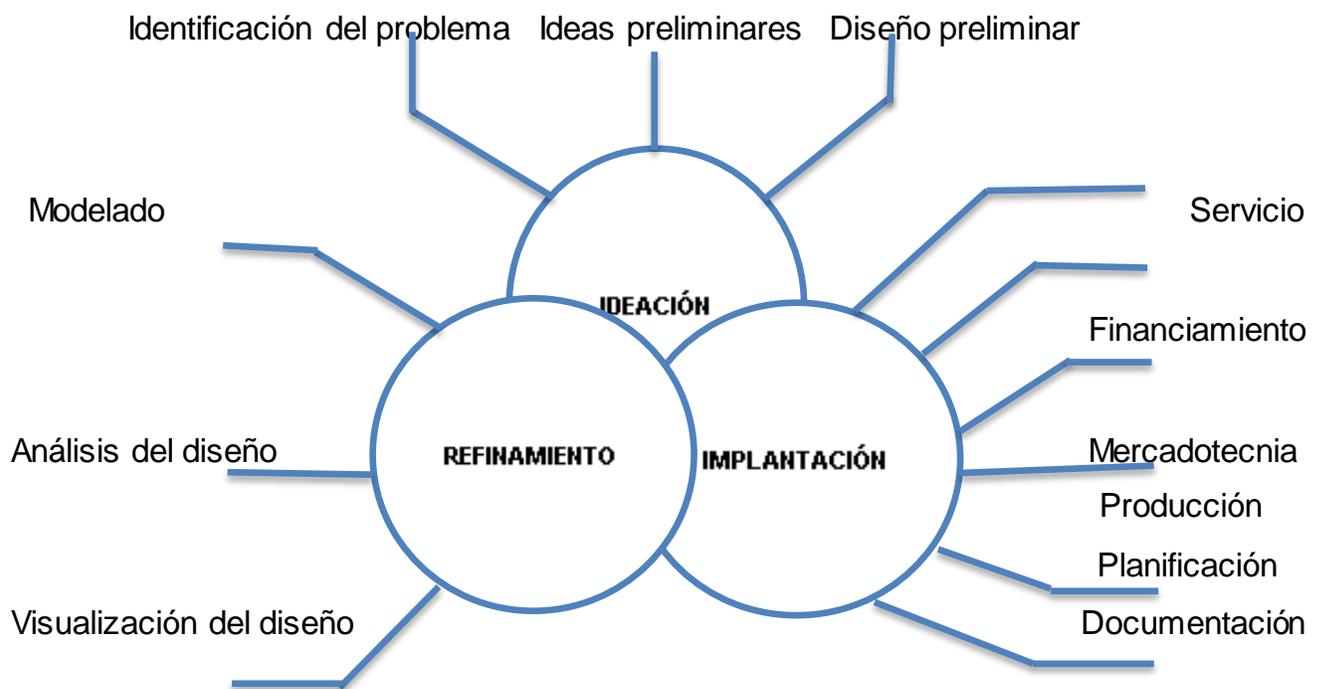


Figura 1. Diseño de Ingeniería Concurrente

Las tres actividades para el diseño de ingeniería concurrente se mencionan a continuación:

Ideación

Es el enfoque estructurado del pensamiento para la resolución de un problema⁴. En el proyecto se identificó que casi no hay empresas en México que realicen máquinas de vibración, y la mayoría son centros de mercado internacional por lo que muchas empresas buscan máquinas importadas de países de primer mundo. Las máquinas existentes son de gran tamaño y dimensión ya que van encaminadas a grandes empresas industriales donde puedan brindar un acabado a piezas por grandes cantidades o toneladas. Por lo que es difícil obtener una por su elevado costo. De ahí surge el objetivo de aplicar ingeniería concurrente para diseñar una máquina de pulido a pequeñas piezas de manufactura mediante movimiento mecánico en la empresa CITAPIA S.A. de C.V., las limitaciones que tendríamos es la falta de recurso para la construcción de la máquina, no realizar las actividades a tiempo y la más difícil es convencer a los futuros clientes que es la mejor opción de las máquinas existentes. Se utilizó un dibujo de ideación mejor conocido como un boceto con ideas del nuevo diseño para la máquina de pulido.

Refinamiento

Es un proceso repetitivo empleado para probar el diseño preliminar, realizar cambios si es necesario y determinar si el diseño satisface las metas del proyecto⁴.

Se utilizó el programa Solidworks, para realizar el modelo de la máquina con medidas exactas. Además se centra en los materiales para la elaboración de la tolva y la base de la nueva máquina y a sus componentes como el motor, resortes y polea concéntrica. Una vez construida la nueva máquina de pulido, se utilizó un *análisis funcional*, el cual determina si el diseño hace lo que se pretende que haga; en otras palabras, si el diseño lleva a cabo las tareas y cumple con los requerimientos especificados. Para el proyecto nos basamos en una evidencia física donde fuimos determinando si funcionaba como se pretendió desde un principio. Una vez funcionando la nueva máquina se mandó a pintar.

Implantación

En esta actividad la máquina deberá ser construida en su totalidad y se concluyó con una prueba general de funcionamiento⁴.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de Ingeniería Concurrente estuvo centrada en el Diseño de la Máquina de Pulido para la empresa CITAPIA S.A. de C.V. enfocándose principalmente en el diseño y en la parte teórica como lo indica la metodología para la construcción de la máquina de pulido. Cabe destacar que el desarrollo del proyecto se consideró los siguientes aspectos que permitieron obtener los resultados esperados:

1. Diseñar la máquina de pulido utilizando Ingeniería Concurrente

Se utilizó un *diseño técnico*, en la actividad de ideación solo se realizó un boceto de la nueva máquina Véase Figuras (2)-(3).

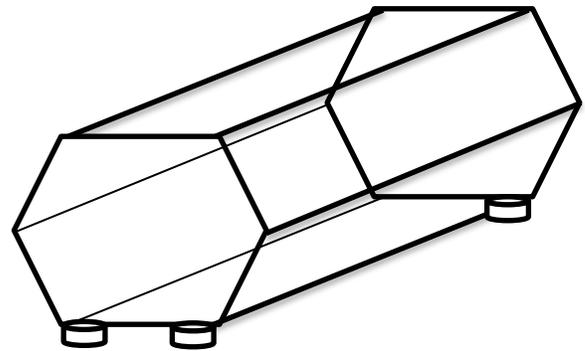


Figura 2. Diseño de la tolva en forma hexagonal.

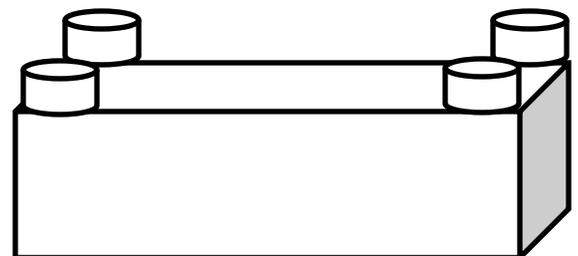


Figura 3. Diseño de la base.

2. Refinamiento

Se consideraron medidas ya exactas para la construcción de la máquina de pulido véase figuras (4)-(6). El diseño de la tolva y la base quedaron de la siguiente manera:

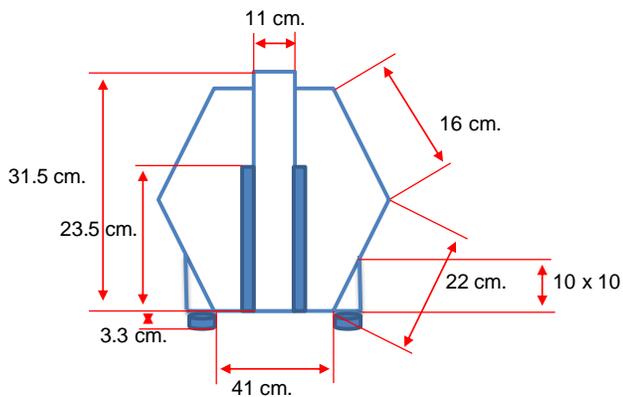


Figura 4. Vista frontal de la tolva

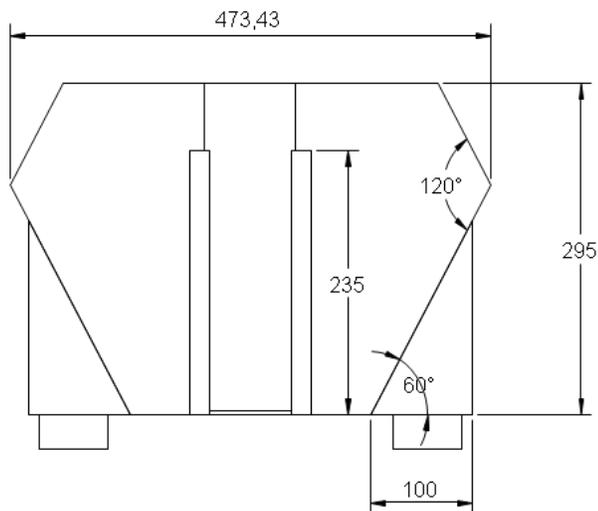


Figura 5. Vista frontal de la tolva

Se considera que la tolva es sometida a vibración forzada y el movimiento se transmite a todas las piezas y al material abrasivo ver tabla 1.

Se calcula la capacidad de carga total de los 4 resortes a prueba de 25 kg. Cada uno menos el peso de tolva con el motor y la polea, ver Ec 1.

$$\text{Ec. 1} \quad 4(25)-(37.430)=62.57 \text{ kg.}$$

En la actividad de Refinamiento se determina el material que se va a usar para la construcción de la máquina y los componentes para el funcionamiento, como se muestra a continuación:

Placa de acero, A36 es una aleación de acero al carbono y es el tipo más común de acero utilizado en la construcción, la manufactura y muchas otras industrias. De los aceros al carbono, el acero ASTM A36 es una de las variedades más comunes en parte debido a su bajo costo. Ofrece una excelente resistencia y fuerza para un acero bajo en carbono y aleación⁵.

Propiedades del acero A36, tiene una densidad de 7860 kg/m³ (0.28 lb/in³). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 plg (203,2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPa (36 ksi), y un límite de rotura mínimo de 400 MPa (58 ksi). Las planchas con espesores mayores de 8 plg (203,2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPa (32 ksi), y el mismo límite de rotura.

Aplicación debida a que el A36 tiene una composición química simple, es muy fácil de soldar, lo que lo convierte en un material estructural atractivo en los oficios de construcción⁶.

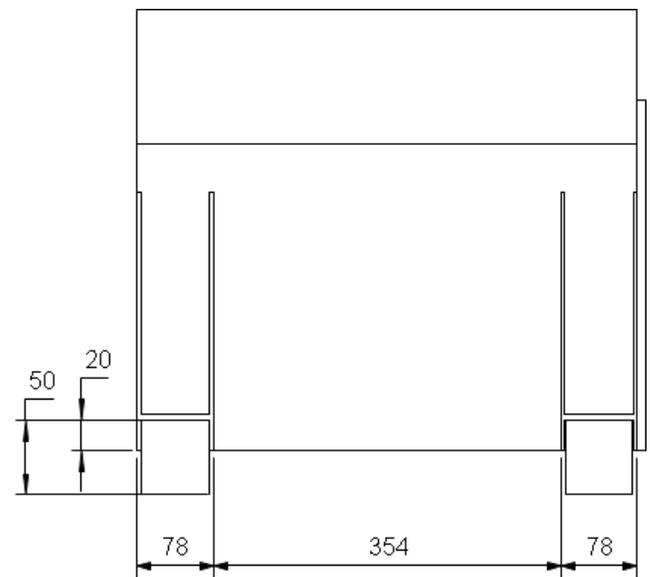


Figura 6. Vista lateral de la tolva.

Tabla 1. Peso de los componentes de la máquina.

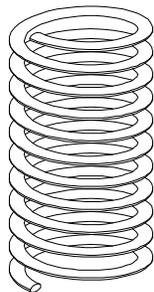
Carga concentrada	Peso (Kg)
Peso de la tolva con el motor y polea	37.430 kg
Peso de los resortes	2.250 kg
Peso de la base	13.630 kg
Peso total	53.310 kg.

Resortes Helicoidales de compresión. Los resortes o muelles helicoidales son elementos mecánicos con el fin de amortiguar impactos véase Figura 7. Las diferentes formas de resortes presentan un amplio rango de carga y proporcionan rangos de empuje y realizan grandes deflexiones⁷.

Diseño del resorte: son alambres que se emplean en mecánica capaces de deformarse y absorber esfuerzos de tipo dinámico. Están fabricados de acero con propiedades muy elevadas de elasticidad.

Material: acero al alto carbono, se utilizó material de alambre estirado duro 0,60-0,70C.

Dimensiones: medidas de 19 centímetros de largo con 7mm de diámetro del alambre y a prueba de 25 kilos cada uno, con un terminado de esmerilado y escuadre y 10 espiras con un enrollado derecho (sentido contrario de las manecillas del reloj).

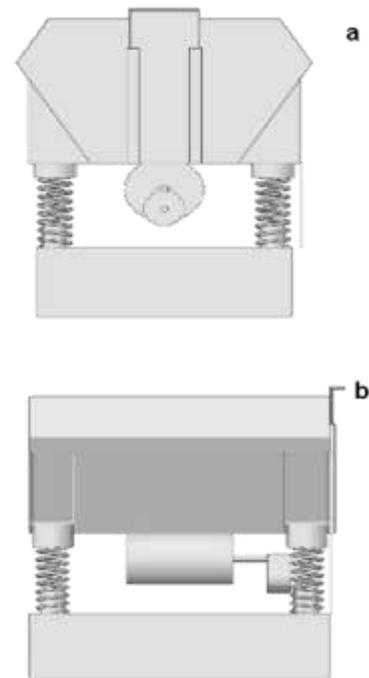

Figura 7. Resorte helicoidal.

Calculo de la constante de un resorte de compresión. Se considera importante obtener la constante del resorte obteniéndose de la siguiente manera, los datos son calculados en pulgadas:

- Diámetro de alambre: $d=0.278$ in. (0.70612cm)
- Diámetro externo: $DE=2.520$ in. (6.4008cm)
- Diámetro de medio: $D=1.969$ in. (5.00126cm)
- Numero de espirales activas: $N=8$
- Módulo de cizallamiento del material: $G=11.5 \times 10^6$ (valor de material del resorte)
- Longitud libre: $LL=7.809$ plg. (19.83486cm)

- $K=Gd^4/8D^3N$
- $K=(11.5 \times 10^6)(0.278)^4/8(1.969)^3(8)$
- $K=68687.39154/488.55911$
- $K=140.59$ Lbs/Plg. (161.9772kg/cm)

En la Figura 8 se observa el motor monofásico C.A., abierto a prueba de goteo, con arranque por capacitor, con protección térmica de la marca SIEMENS, con una velocidad de rotación 1735 min-1, con una potencia 0.75 CP 0.560 kw, a una temperatura ambiente de 40° C, con una capacidad de arranque de 400-480 F 110 V⁸.


Figura 8. a) Vista frontal y b) Vista lateral.

Carga excéntrica véase figura 9, cuando a un miembro se le aplica una carga central, la carga debe coincidir con el eje centroidal. En algunos casos la carga se aplica paralela al eje centroidal del miembro pero a cierta distancia de él, este tipo de carga se describe como excéntrica⁹. Por lo que se decidió utilizar una polea circular de fierro, con una circunferencia de 6.7 centímetros, y la circunferencia pequeña es de 1.2 centímetros y con un peso de un kilo.

3. Prueba general de funcionamiento de la máquina de pulido.

En la actividad de Implantación se pretende que la maquina ya está construida en su totalidad y se concluyó con una prueba general que si pulió pequeñas piezas de manufacturadas en CITAPIA S.A. de C.V.

Calculo de costos. Se presenta un presupuesto general para el costo del material y otro para la construcción del prototipo para la elaboración de la máquina de pulido, como se muestra en la Tabla 2 y 3.

Tabla 2. Costo de material

Nombre del elemento	Material	Precio estimado
Placa para tolva y la base	Acero al carbono A36 (.914 x 1.83 metros)	\$ 900.00
Motor monofásico marca SIEMENS		\$ 1560.00
Polea	Fierro	\$450.00
Resortes helicoidales	Acero al alto carbono alambre estirado duro	\$480.00
Total		\$3,390.00

Tabla 3. Costo de construcción de prototipo

Actividad	Descripción	Precio estimado
Ploteo del diseño	Impresión del diseño	\$500.00
Corte y dobléz de la tolva	Incluye mano de obra y material	\$350.00
Realización de la tolva y la base	Incluye mano de obra y material	\$2000.00
Mejoras realizadas al prototipo	Incluye mano de obra y material	\$760.00
Pintura	Incluye mano de obra y material	\$800.00
Total		\$4,410.00

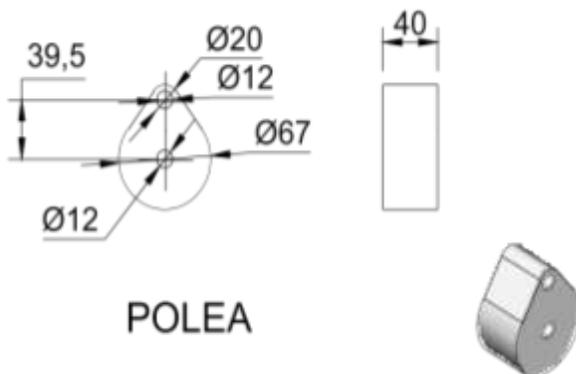


Figura 9. Carga excéntrica.

CONCLUSIONES

Partiendo de las necesidades de brindar un pulido a pequeñas piezas y el compromiso con CITAPIA S.A. de C.V., se ha concluido cada actividad al diseño en Ingeniería Concurrente exitosamente y los requerimientos para la construcción de la máquina de pulido, ya que fue una técnica eficaz para determinar los componentes de la construcción de la nueva máquina. Los argumentos válidos a la anterior afirmación se pueden ver engrandecidos a partir de la finalización de la aplicación de la técnica concluyendo lo siguiente:

- Se consideran ampliamente cumplidos el objetivo y el propósito del proyecto, debido a que se tiene el diseño y requerimientos para su construcción.
- En la actividad de Ideación se determinó la problemática, los objetivos, alcances, limitaciones para diseñar y construir una nueva máquina de pulido.
- En la actividad de Refinamiento se utilizó el programa Solidworks para la construcción de la máquina (modelación).
- Con un análisis funcional se aportó mejoras al prototipo para mejorar de su funcionamiento adecuado.
- Una vez funcionando la maquina se mandara a pintar utilizando los colores gris con rojo.
- En la actividad de Implantación, se obtuvo el diseño físicamente por lo que se determinó con una prueba general de funcionamiento se prevé concluya exitosa.
- Se recabo información fundamental para el diseño y elaboración de la máquina, tomando en cuenta el concepto de vibración forzada.
- El compromiso será lo fundamental para la construcción de la máquina, donde se obtuvo la colaboración de personas con experiencia para desarrollar cada trabajo y aportando oportunidades de mejora.

REFERENCIAS

1. Raymond A. Serway, R. J. (2002). Leyes de Newton. En R. J. Raymond A. Serway, Física para ciencias e ingeniería (págs. 114,116,120). Mexico: McGRAW-HILL.
2. Tesla, N. (1888). Patente nº USPTOnº0390820.
3. Ortíz Ocaña, A. L. (2009). *Diccionario de Pedagogía, didáctica y metodología*. EDICIONES CEPEDID.
4. Bertoline, G. R. (1999). diseño. En G. R. Bertoline, Dibujo en ingeniería y comunicacion grafica. Mexico: McGRAW-HILL.

5. Schey, J. A. (2002). aceros al carbono. En J. A. Schey, Procesos de manufactura. McGRAW-HILL.
6. Groover, M. P. (2007). Soldadura con arco. En M. P. Groover, Fundamentos de manufactura moderna (pág. 706). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
7. Fitzgerald, R. W. (1996). resortes helicoidales. En R. W. Fitzgerald, Mecanica de materiales (pág. 57). Mexico: Alfaomega.
8. Harper, G. E. (2009). Control de Motores Electricos. Limusa.
9. Fitzgerald, R. W. (1996). cargas excentricas. En R. W. Fitzgerald, Mecanica de materiales (pág. 135). Mexico: Alfaomega.
7. Asociación ANFA. Obtenido de <http://www.asociacion-anfa.es/post/nociones-sobre-abrasivos.pdf>
8. Bertoline, G. R. (1999). diseño. En G. R. Bertoline, Dibujo en ingenieria y comunicacion grafica. Mexico: McGRAW-HILL.
9. Fitzgerald, R. W. (1996). cargas excentricas. En R. W. Fitzgerald, Mecanica de materiales (pág. 135). Mexico: Alfaomega.