

**Revisión tecnológica de las patentes existentes de dispositivos para el
monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC**



Karen Stephanie Sánchez Espinel, Angie Natalia Perilla Pardo

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería Industrial

Villavicencio, Colombia

Noviembre, 2022

Revisión tecnológica de las patentes existentes de dispositivos para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC

Karen Stephanie Sánchez Espinel, Angie Natalia Perilla Pardo

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Industrial

Director (a):

Juan Pablo Zuluaga Huertas. Esp.

Línea de Investigación:

Productividad, competitividad e innovación

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería Industrial

Villavicencio, Colombia

Noviembre, 2022

Karen Stephanie Sánchez Espinel, Facultad de Ingeniería Industrial,
Universidad Antonio Nariño, Villavicencio.

Angie Natalia Perilla Pardo, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad
Antonio Nariño, Villavicencio.

Nota de Aceptación

Nombre y Apellido Jurado 1

Nombre y Apellido Jurado 2

Nombre y Apellido director Trabajo de Grado

Dedicatoria

Principalmente dedico este trabajo a Dios, por guiarme y darme las fuerzas para la culminación de una meta más en mi vida.

A mi mamá, por ser esa persona que me acompaña día y noche, me brinda su apoyo incondicional, me motiva y me llena de aliento para ser mejor cada día.

A mi papá, quien se esfuerza por darme lo mejor y apoyarme en todo lo que puede.

Y finalmente a aquella persona que ha demostrado que si se pueden lograr las cosas a pesar de las dificultades y obstáculos que trae la vida y esa persona soy yo.

Karen Stephanie Sánchez Espinel

Quiero dedicar este trabajo en especial a mis padres porque gracias a ellos soy la persona que he llegado hacer hoy, por darme la oportunidad de tener mis estudios universitarios, por el apoyo constante de su esfuerzo, dedicación y gran amor. También dedicarle este logro a un hombre espectacular que ha llegado a mi vida John Alexander Santos por el apoyo emocional, paciencia y aliento para continuar este trabajo

Además, quiero dedicarle todo este logro a mi angelito que tengo en el cielo mi prima Lorena Bejarano Pardo la cual no pudo ver la culminación de mis estudios.

Angie Natalia Perilla Pardo

Agradecimientos

Agradecemos a todas aquellas personas que sirvieron de guía para la elaboración y desarrollo del presente trabajo, principalmente al Ingeniero Diego García Orjuela por su confianza suministrada en nosotras para la ejecución y finalización del proyecto, el apoyo brindado, su paciencia frente a nuestras dudas, sus aportes y conocimientos suministrados y de igual forma resaltamos su capacidad de guianza no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en la formación para nosotras como investigadoras.

A nuestras familias, por su paciencia ante la falta de tiempo y dedicación que ellos merecen, por su acompañamiento constante en toda nuestra etapa educativa, por aquellas palabras de aliento y consejos que sirvieron de impulso y motivación a lo largo de esta meta tan importante que ya vamos a culminar.

A la universidad por permitirnos convertir en unas profesionales, teniendo como prioridad la ética y responsabilidad al ejercer nuestra profesión en el ámbito laboral, también agradecer a cada uno de nuestros maestros e ingenieros que hicieron parte de este proceso de formación integral.

Por último, pero no por eso menos importante, nuestros más sinceros agradecimientos a la ingeniera Nancy Esperanza Saray Muñoz, por su tiempo, apoyo y entrega durante estos años de formación académica y al ingeniero Juan Pablo Zuluaga Huertas por su disposición, dedicación y orientación en nuestro trabajo de grado.

Resumen

La industria metalmecánica ha tenido gran evolución en la forma de fabricación de las piezas, hasta tal punto de pasar de un modelado de piezas manual a pasar por un modelado de piezas por medio de maquinaria, las cuales en los últimos años han experimentado cambios significativos para estos procesos de mecanizado, como lo es la integración del control numérico computarizado (CNC).

La fresadora es una de estas máquinas que emplea control numérico computarizado (CNC), en la que el proceso de mecanizado no es impecable, ya que existen circunstancias ajenas al control del proceso, que son traducidas en una merma en la calidad de las piezas. uno de estos factores está dado en las vibraciones creadas por el efecto regenerativo, ya que es un proceso periódico de cortes consecutivos, provocando oscilaciones entre el componente y la herramienta de corte.

Para la solución de esta problemática se requiere una evaluación tecnológica para ayudar a los investigadores que buscan desarrollar un método o dispositivo para la mitigación o reducción del efecto de vibración en las fresadoras CNC y poder llevar a cabo con base al estado de la técnica resuelto en este proyecto la invención de su investigación.

Palabras Clave: Estado de la técnica, invención, mecanizado, desgaste, vibración.

Abstract

The metal-mechanical industry has had great evolution in the way of manufacturing parts, to the point of going from a manual modeling of parts to go through a modeling of parts by means of machinery, which in recent years have undergone significant changes for these machining processes, such as the integration of computer numerical control (CNC).

The milling machine is one of these machines that uses computer numerical control (CNC), in which the machining process is not flawless, since there are circumstances beyond the control of the process, which are translated into a decrease in the quality of the parts. One of these factors is given in the vibrations created by the regenerative effect, since it is a periodic process of consecutive cuts, causing oscillations between the component and the cutting tool.

In order to solve this problem, a technological evaluation is required to help researchers seeking to develop a method or device for the mitigation or reduction of the vibration effect in CNC milling machines and to be able to carry out the invention of their research based on the state of the art resolved in this project.

Keywords: State of the art, invention, machining, wear, vibration.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	14
Planteamiento del Problema.....	16
Descripción del Problema.....	16
Formulación del problema	16
Justificación.....	19
Objetivos	21
General.....	21
Específicos	21
Marco de Referencia	22
Antecedentes	22
Marco Teórico.....	32
Marco Conceptual.....	41
Marco legal	42
Diseño Metodológico	48
Tipo y Enfoques de Investigación.....	48
Variables de Medición	49
Recolección y Análisis de Datos.....	51
Fases y Actividades Metodológicas.....	52
Desarrollo del Proyecto.....	55

Fase 1. Identificar las metodologías, técnicas, dispositivos o sistemas que se han utilizado para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC	55
Fase 2. Consolidación y clasificación de patentes	68
Fase 3. Análisis crítico de la información de patentes.....	85
Conclusiones	95
Recomendaciones.....	97
Referencias.....	99
Anexos.....	108

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Marco legal	42
Tabla 2. Variables de estudio.....	49
Tabla 3. Revisión información bibliográfica efecto chatter.....	55
Tabla 4. Búsqueda primaria de patentes	62
Tabla 5. Clasificación de las patentes	73

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 <i>Niveles jerarquicos de la CIP</i>	36
Ilustración 2. <i>Cantidad de patentes por año de publicación</i>	71
Ilustración 3 <i>Estado actual de las patentes</i>	72

Lista de anexos

Anexo 1. <i>Matriz estado del arte sobre los dispositivos o metodologías empleadas para el control o mitigación del efecto chatter</i>	108
Anexo 2. <i>Matriz de identificación de las patentes a nivel mundial de los equipos y sistemas usados para el control del efecto chatter en fresadoras CNC</i>	111

Introducción

El chatter es un fenómeno generado por el propio proceso de mecanizado, es una de las mayores problemáticas, puesto que genera disminuciones en la producción de las industrias que utilizan los procesos de fresado en sus actividades. El fenómeno chatter es causado por los mínimos movimientos de corte dentro del sistema máquina-herramienta-pieza de trabajo, el efecto chatter se distingue por la ondulación de la superficie de la pieza las cuales se ven amplificadas en cortes sucesivos cuando la herramienta tiene un recorrido repetitivo en una superficie irregular independientemente que está ya haya tenido un proceso previo.

La fresadora es una de estas máquinas que utiliza el control numérico computarizado (CNC), en la cual el proceso de mecanizado no es todo perfecto, ya que se presentan situaciones fuera del control del proceso, que inducen a la reducción de la calidad de piezas, uno de estos factores se da en las vibraciones causadas por el efecto regenerativo, dado que es un proceso periódico de cortes subsecuentes, generando oscilaciones entre la pieza y la herramienta de corte.

La presente investigación tiene como fin la realización de un estado de la técnica, con el propósito de contribuir o ayudar por medio de un informe tecnológico, la comprobación de la invención del investigador que permita determinar el cumplimiento de los requisitos de novedad, es por esto que surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo identifico que dispositivos tecnológicos se encuentran actualmente patentados para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC?. El punto de partida de esta pregunta iniciara realizándose una búsqueda primaria, la cual orientara

para realizar la adecuada revisión tecnológica y poder brindar a los investigadores un informe sobre las cualidades de las invenciones a la fecha.

Planteamiento del Problema

Descripción del Problema

En las industrias de metal-mecánica durante el proceso de mecanizado en la fresadora CNC, se producen mal formaciones en los cortes por consecuencia del efecto Chatter. Se dice que existen dos razones para que ocurra este fenómeno; En primer lugar, se tiene el desfase en las ondulaciones que son dejadas por el filo que paso con anterioridad sobre la pieza y la vibración del actual, en segundo lugar, también interviene la energía aportada por cada filo e impida la atenuación o amortiguamiento de la vibración a la frecuencia natural, y como consecuente esto ocurre por vibraciones en ciertas frecuencias modales. (Ramirez , 2017)

Para desarrollar un dispositivo que permita detectar o identificar el tipo de falla que se presenta en un proceso de fresado CNC, es claro que se debe realizar una investigación robusta previamente sobre el efecto chatter en los procesos de fresado CNC y los diferentes tipos de dispositivos de monitoreo ya existentes en la industria, con la finalidad de tener pleno conocimiento previo antes de empezar a diseñar un modelo para la detección de fallas en un proceso de fresado.

Formulación del problema

La industria metalmecánica ha tenido gran evolución en la forma de fabricación de las piezas, ya que se han desarrollado tecnologías de mecanizado que evolucionaron desde un modelado de piezas manual por medio de fraguas, yunques y martillos a un modelado de piezas por medio de máquinas de operación manual y controladas a través

de medios computarizados, conocidas como máquinas de mecanizado (CNC). (Quintana & Ciurana, 2011)

La fresadora es una de estas máquinas que utiliza el control numérico computarizado (CNC) para el proceso de mecanizar piezas, esta funciona por medio del movimiento de una herramienta giratoria llamada fresa la cual consta de varios filos de corte que tienen como fin la eliminación de viruta, este es un proceso que tiene gran relevancia en el ámbito industrial dada la capacidad que tiene la máquina y su versatilidad con la variedad de formas que se puede obtener por medio de ella. (Ramirez , 2017)

Para el correcto funcionamiento de la operación de fresado se deben realizar mantenimientos constantes que garanticen que la maquina tenga un correcto funcionamiento y aquella persona que opere la maquina deben tener conocimiento de esta, de los materiales que se usan para la actividad de mecanizado de piezas y el lenguaje de programación de esta. (Ramirez , 2017)

En el fresado se presentan situaciones fuera del control del proceso, que inducen a la reducción de la calidad de piezas, uno de estos factores se da en aquellas vibraciones causadas por el efecto regenerativo, dado que es un proceso periódico de cortes subsecuentes, generando oscilaciones entre la pieza y la herramienta de corte. Si estas vibraciones no son controladas, la frecuencia de este fenómeno crecerá indefinidamente debido a los seguidos impactos, estas vibraciones causantes de la inestabilidad del proceso son conocidas como vibración auto-excitada. (Ramirez , 2017)

La aparición de estas vibraciones auto-excitadas o también denominado efecto chatter en el proceso de fresado, se consideran un factor indeseable en la industria puesto que traen consecuencias negativas, como las marcas que deja sobre la superficie afectando la calidad de esta y la exactitud dimensional de las piezas mecanizadas, además estos aspectos negativos también influyen en la durabilidad de la máquina y en específico la vida del husillo. (Kallewaard, González, & Vivancos, 2006)

Cuando se efectúa el proceso de mecanizado en fresadoras CNC, el husillo que es la herramienta de corte vibra, hace que se afecte el espesor de la viruta, el cual variara según la vibración que se presente. Cuando el espesor de la viruta aumenta y no hay suficiente amortiguamiento, la fuerza de corte y la vibración crece, dando origen al efecto chatter. (Fuentes, 2017)

Es por esto por lo que surge el siguiente interrogante:

¿Cómo identifico que dispositivos tecnológicos se encuentran actualmente patentados para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC?

Justificación

Este trabajo se justificó mediante la necesidad de recolección de información y antecedentes con referente al estado de la técnica de dispositivos o sistemas para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC, en la cual se caracterizaron las metodologías, técnicas, dispositivos o sistemas que se han utilizado para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC.

Dicho lo anterior, se efectuó en concordancia con las tendencias cambiantes de la industria y su exigencia en cuanto al modelado de la fabricación y el mejoramiento en los acabados de las piezas mecanizadas y en consecuencia poder solventar esas necesidades de la sociedad moderna que se transforman cada día y exigiendo más perfeccionamiento a sus procesos industriales ante las deformaciones que puede dejar un proceso de fresado en el corte de diferentes estructuras, además de unas dimensiones en mayor precisión. (Zheng H, 2021), es por esto que no cabe la menor duda en que se requiere de un dispositivo para la medición del efecto chatter y poder detectar en tiempo real las desviaciones que está teniendo el proceso de fresado en una pieza, para poder corregirlo en el menor tiempo posible. En efecto, poder obtener un modelo estrictamente ideal al diseñado en un software especializado y en el cual se prevé las dimensiones, medidas y demás condiciones o especificaciones que conlleva la pieza a fabricar.

Con el fin de la ejecución del proyecto, primeramente, se recopiló la información que permitió entender las técnicas más utilizadas y los resultados obtenidos a través de estas mismas en diferentes modelos y estudios realizados que son aplicados en la industria, donde se permito comprender de manera más clara la problemática que se

quiere resolver mediante el diseño de una matriz que permitió recopilar la información para identificar y analizar los métodos, técnicas, dispositivos o sistemas que se han utilizado para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC.

Por consiguiente, se efectuó la recopilación y análisis de información técnica encontrada en las diferentes bases de datos, de tal manera que se consiguió identificar las patentes nacionales e internacionales que existen sobre este tipo de dispositivos que permiten la detección y control del efecto chatter.

De esta manera, se obtuvo un resumen de lo ya implementado en la industria con el fin de poder brindar el direccionamiento y apoyo al trabajo que ya se viene desarrollando en las instalaciones de la universidad Antonio Nariño en la facultad de ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica (FIMEB) con respecto a la invención que desean patentar.

Es así como queda demostrada la necesidad que tuvo este proyecto para ser realizado, las nuevas invenciones en base a la problemática del efecto chatter permiten la corrección de una forma exitosa de los fallos en los procesos de fresado CNC, reduciendo en la industria metalmecánica problemáticas como los reprocesos y desperdicios de materia prima.

Evidentemente la industria metalmecánica dará un paso importante en el perfeccionamiento de sus acabados de fabricación y con ellos dejando a un lado aquellos errores de producción que causaban el efecto chatter. (Sotavento, 2018)

Objetivos

General

Realizar una revisión tecnológica de las patentes existentes de dispositivos para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC

Específicos

- Identificar las metodologías, técnicas, dispositivos o sistemas que se han utilizado para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC.
- Diseñar una matriz que permita consolidar y validar los dispositivos o sistemas existentes para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC.
- Proporcionar un análisis resumido y crítico sobre las invenciones encontradas para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC.

Marco de Referencia

Antecedentes

(Minh-Quang, Meng-Kun , & Mahmoud , 2021), En el artículo *Effective multi-sensor data fusion for chatter detection in milling process*; Realiza un método que busca ser económico y sencillo en comparación con otros métodos tradicionales para la detención de vibraciones en el proceso de fresado, esto mediante una fusión entre datos generados por multisensores y aplicación del método de eliminación de características recursivas para la detención del efecto chatter, donde los datos serán dados por la descomposición de paquetes de ondículas para analizar las señales de sonido y de vibración a detalle. Esta metodología se considera sobresaliente ya que puede ser eficaz para detención del efecto chatter en procesos industriales ya que tiene una mayor precisión que los esquemas tradicionales.

(Sun, Jia, Xu, Chen, & Niu, 2021), *Path, feedrate and trajectory planning for free-from surface machining: A state-of-the-art review*; En el informe se realizó un estado de la técnica sobre avances de la investigación en el mecanizado de superficies de forma libre. Para esta revisión se consideraron tres puntos principales que están dados por la generación de la trayectoria de la herramienta, la programación de la velocidad de avance en el espacio cartesiano y la planificación de la trayectoria en el espacio de las articulaciones tanto para el mecanizado CNC como para el mecanizado por robot, para luego determinar dificultades y problemas claves. La revisión de este artículo permite conocer información actualizada sobre un tema a desarrollar, lo que permite la obtención de datos actuales.

(Estrada, San Martín, & Jacques, 2021), El documento *State of the art on immersive virtual reality and its use in developing meaningful empathy*; Realiza un estado del arte entre los periodos 2015 y 2020 sobre el uso de la realidad virtual para promover el desarrollo de la capacidad empática con implementaciones en contextos educativos. Como resultados del estado del arte realizado concluyeron que en estos últimos años no hay suficientes estudios para la determinación de su uso en la educación, dado esto se ha hecho evidente la necesidad de realizar más investigación científica sobre el tema.

(Zheng H, 2021) En el presente artículo *Investigación sobre la metodología de predicción de estabilidad de fresado 3D en condiciones de corte variable*, este artículo se basa en tener un modelo el cual considera la amortiguación y el comportamiento dinámico asimétrico del punto central de las herramientas, esto controlando el tiempo de fresado para saber cuándo se está saliendo de los límites permitidos, también se considera variables como la velocidad de rotación, la profundidad de los cortes axiales y los anchos de corte radiales. La revisión de este artículo permite conocer desde otro punto de vista las pruebas de fresado en diferentes condiciones de cortes, los tiempos para saber si está saliendo de los límites permitidos y la rotación.

(Sánchez, 2020), En su investigación *Modelo dinámico de procesos de fresado CNC en varios materiales para implementación de un sistema de monitoreo de vibraciones chatter*; Se centro en la explicación y el análisis de los resultados por medio del software Matlab, de la simulación de un sistema de monitoreo específicamente para una maquina fresadora CNC con el propósito de identificar algún tipo de vibración

chatter, teniendo en cuenta los diferentes parámetros que causan rugosidad superficial, ruido y el desgaste de la herramienta en el proceso de mecanizado con diferentes materiales.

(Altintas, 2020) *Estabilidad de vibración del fresado asistido por vibración sincronizada* en este documento analiza la estabilidad de las operaciones de fresado por vibraciones elíptica ultrasónica pueden aumentarla profundidad que establece de los cortes si se mantiene la pérdida de los cortes. En el documento nos habla de analizar la estabilidad de las operaciones de vibraciones elíptica que mantiene la pérdida de los cortes.

(Caixu, Haining, Xianli, Steven, & Lihui , 2019), El presente artículo llamado *A review of chatter vibration research in milling*; En el artículo se resume un análisis detallado sobre diferentes técnicas que permiten la predicción, detención, supresión y control del efecto chatter contemplando su aplicación y desafíos de cada una de ellas en procesos de arranque de viruta. Esta investigación se considera relevante ya que da un aporte informativo de la recopilación de algunos métodos para la gestión del efecto chatter.

(Chenxi wang, 2019) En el artículo *Variación de la velocidad del husillo de múltiples armónicos para la supresión de la vibración del fresado y la optimización de los parámetros*; en este artículo propone centrarse en la velocidad del husillo, donde en lugar de solo tratar de corregir el problema en la forma de la onda, se centra en el efecto de la fase para la supresión de vibraciones, donde al controlar la velocidad del husillo de forma correcta se pueden suprimir de forma efectiva. Este artículo se considera

interesante nos brinda información actualizada para suprimir la vibración regenerativa habla un poco del husillo además se centra en el efecto de la fase para la supresión de vibraciones.

(Ferreira, Santos , & Espidola Diaz, 2019), Para el documento *Ground Station For Miniaturized Satellites: A State Of Art Survey*; Se planteó realizar el estado del arte para el análisis de las estaciones terrenas para pequeños satélites y determinar si existe o como se emplea el uso de inteligencia artificial para la implementación en la automatización de estaciones terrenas. Según el estado del arte realizado se determinó que el uso de técnicas de inteligencia artificial en el desarrollo del sistema terrestre no es significativo, aunque los proyectos realizados con este método han tenido éxitos. El análisis de este documento proporciona una visualización y análisis de este, de tal forma que permite entender los puntos importantes que se han de tener para la redacción y organización de la información a presentar.

(Laitón Ángel & López Lozano, 2018), Para el documento *Estado del arte sobre problemáticas financieras en pymes: estudio para América Latina*; Se realizó una investigación bibliográfica con el objetivo de identificar las principales problemáticas financieras, que medianas y grandes empresas en los países latinoamericanos afrontan, según el informe se pudo evidenciar que una gran mayoría de esta pequeñas y medianas empresas (Pymes) tiene una similitud en la forma de administra de sus recursos. A partir del análisis se dedujeron tres núcleos problemáticos que fueron: estructura de capital, acceso a la financiación y gestión de la planeación estratégica, también se evidenció que no existen muchos estudios que abarquen las problemáticas financieras que presentan la

Pymes en América Latina, aunque la información encontrada permitió dar a conocer esos factores que limitan el crecimiento o desarrollo de ese grupo de empresas en Latinoamérica. El documento permite conocer de una forma cualitativa la información bibliográfica que permite poder comprender desde un diferente punto de vista los resultados del análisis en un tema en específico.

(Sotavento, 2018) *Supresión de la vibración de chatter de un centro de maquina CN*, se centra en el análisis de un centro de maquina el cual se puede determinar la frecuencia de vibración de las piezas y así poder encontrar el componente débil o malo de la máquina, también se realizó un análisis de sensibilidad para poder optimizar la capacidad del corte. En este artículo analiza la sensibilidad para optimizar el corte de fresado, se puede determinar la frecuencia de la vibración de las piezas ya que es de mucha importante a la hora de analizar el proceso.

(Fuentes, 2017), En su investigación denominada *Supresión de inestabilidades dinámicas (chatter) en maquinados de alta velocidad mediante la modulación de la velocidad de la herramienta de corte*; Plantea la hipótesis sobre el logro de la estabilidad dinámica de un proceso de maquinado mediante la modulación de la velocidad de la herramienta de corte, esto aplicando el desarrollo de una tarjeta de interfaz conectada a un modificador de velocidad y tomando en cuenta algunos parámetros, el cual les permitió por medio de señales restauradoras que generaba este, modificar la velocidad del corte del husillo en la fresadora, logrando identificar que esta técnica es efectiva para la reducción o mitigación de las vibraciones mecánicas. Esta investigación se considera

relevante ya que consigue la aplicación efectiva de su hipótesis y adicional deja muy claro la problemática del efecto chatter.

(Ramirez , 2017), El presente artículo *Modelado y análisis de vibraciones en el proceso de fresado*; Desarrolla un análisis de estabilidad que permite y garantiza que el proceso de fresado no sea intervenido por la presencia de vibraciones o el efecto chatter, en esta investigación se tomaron en cuenta dos modelos paramétricos de uno y dos grados de libertad, de los cuales para realizar el análisis se consideró el modelo a dos grados de libertad aplicando modelos matemáticos ya que su nivel de complejidad era menor para la aplicación de los modelos matemáticos, pero dado que estas metodologías requieren simplificaciones en modelos de un grado de libertad no es posible aplicarlas en la práctica.

(Valencia, Rivera, & Sánchez, 2017), En su investigación denominada *Potencial en el uso de la consulta de patentes para determinar el estado de la técnica. Análisis en microrredes con energías renovables*; Se expone la importancia de las consultas de patentes en el ámbito de desarrollo científico y tecnológico, adicional se muestran las características, ventajas y clasificación internacional de patentes que permite conocer y extraer información relevante de dichas patentes. Esta investigación se considera relevante ya que fomenta la consulta de patentes que permiten el desarrollo económico del país.

(Jianjin wang, 2016) *Análisis de chatter del proceso de mecanizado robótico* Este artículo se expone el método de subrayado y análisis teórico para detectar o prevenir las vibraciones de acoplamiento en el robot, esto se logra analizando el método de la fuerza

del robot y haciendo su respectivo análisis sistemático. En este artículo habla del análisis profundo de la producción de fundición como limpieza, conoceremos las características de vibración, la vibración en cualquier proceso de mecanizado.

(Guevara, 2016), El presente artículo denominado *El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos*; Presenta una indagación de los puntos de vista de diferentes autores donde se expone el estado del arte como algo más que una técnica, además de ser una investigación documental sobre un tema en específico, el cual permite entender y a partir de este generar nuevos temas de investigación, donde permite mostrar enfoques y tendencias en distintos ámbitos de estudio como lo son la parte política, epistemológico, metodológico y pedagógico. Se considera relevante esta investigación dado que se sugiere para lograr avances significativos en determinado tema promover la continua revisión bibliográfica para generar balances actualizados con el apoyo de comunidades académicas.

(Sabalza, Munoa, Mugica, Uribe Etxeberria, & Lizarralde), El artículo *Incremento de la capacidad productiva de las fresadoras mediante la reducción del efecto del chatter utilizando actuadores inerciales*; muestra una investigación experimental donde se da una posible solución para la disminución del efecto chatter con la aplicación de actuadores inerciales, los cuales estarán ubicados en la punta del carnero que es la zona de máxima energía de desplazamiento de la vibración con el fin de realizar el amortiguamiento activo en una máquina fresadora que permita aumentar la estabilidad del proceso. Esta investigación genera resultados positivos en esta estrategia utilizada,

aunque se deben realizar pequeños ajustes en algunas limitaciones para implementaciones futuras.

(Gómez, Galeano , & Jaramillo, 2015), En el artículo *El estado del arte: una metodología de investigación*; Busca dar a conocer los conceptos principales acerca del estado del arte tomando como base la definición, la historia, el propósito, estrategias, técnicas del estado del arte. Concluyendo el estado del arte como una investigación cualitativa-documental de carácter crítico-interpretativa que estudia diferentes fuentes bibliográficas procedentes de investigadores, las cuales se determinan por tres etapas que son: planeación y diseño, gestión y análisis, formalización y elaboración. La información presentada por el documento permite conocer las técnicas y herramientas que facilita de forma dócil para el investigador desarrollar esta metodología.

(Monnin, Kusterb, & Wegener, 2014), En la investigación denominada *Modeling Errors Influencing Active Structural Methods for Chatter Mitigation in Milling Process*;

Se propuso un concepto de método estructural activo el cual se enfoca principalmente en la mitigación de vibraciones regenerativas en procesados de fresado, este concepto se formuló mediante la aplicación de un husillo mecatrónico junto a una estrategia de control basada en modelos, logrando que la productividad con este sistema se vea en aumento hasta de un 91% sin presencia del efecto chatter. Este sistema es eficiente para todas las velocidades del husillo de la máquina, aunque se deben tener en cuenta limitaciones para una producción más eficiente.

(Ruiz Velásquez & Bernal Moreno , 2014), En el artículo *estado del arte de los trabajos de grado realizados en el programa de licenciatura en educación básica con*

énfasis en humanidades e idiomas de la facultad de ciencias de la educación de la universidad libre desde el primer semestre de 2009 al primer semestre de 2013; Se plantea elaborar un análisis de todos trabajos de grado realizados por el programa de Licenciatura en Educación Básica, que tengan énfasis en Humanidades e idiomas de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Libre, propuestos desde el 2009 hasta el primer semestre de 2013, Esto permitirá realizar un estado del arte, con el fin de recopilar información y analizarla año por año ya que no se ha tiene una recopilación de datos de los proyectos de grados realizados. Este documento permite ampliar el conocimiento en la realización de un estado del arte, del mismo modo que el procesamiento de información.

(Barbosa, Barbosa, & Rodríguez, 2013), En esta investigación denominada *Revisión y análisis documental para estado del arte: una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas;* Realizan un estado del arte sobre la sistematización de experiencias educativas como el fin de redimensionar y fortalecer en un programa académico esta estrategia, al cual se le aplica la metodología de revisión y análisis documental (RAD) que funciona como guía o soporte para la intervención en la reorganización y fortalecimiento sobre cualquier estrategia de seguimiento de experiencias educativas.

(Quintana & Ciurana, 2011), Esta investigación nombrada *Chatter in machining processes: A review;* En este artículo realizaron una investigación exhaustiva literaria en donde se plantea el problema de la vibración o efecto chatter y efectúo una clasificación de métodos desarrollados, los cuales permiten asegurar un corte estable en quienes

implementen al máximo el efecto lobbying. Como líneas centrales de investigación tuvieron en cuenta las estrategias fuera de procesos, las estrategias en proceso, las estrategias activas y estrategias pasivas.

(Ferracane, 2011), En el informe *Resin composite—State of the art*; Presentan un estado del arte para hacer una revisión textual sobre los materiales compuestos dentales. Se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos utilizando PubMed el cual es un base de búsqueda gratuita para realizar investigaciones de temas clínicos, también se realizaron búsquedas manuales de artículos relevantes, esto permitió determinar que hay una amplia variedad de materiales con múltiples propiedades con una continua evolución y que no existe un material ideal, pero los materiales existentes han demostrado tener una alta calidad, al igual que a su vez brindan buenos resultados clínicos con pocas limitaciones. Este artículo permite comprender la estructura y aspectos que se han de tener en cuenta en la realización de un estado del arte para mejorar la información a seleccionar.

(Rojas , 2007), En el artículo *El estado del arte como estrategia de formación en la investigación*; Se centró en el Desarrollo del estado del arte sobre la evaluación de los procesos de lectura y escritura en grados de preescolar y primero de Primaria, buscando identificar la evolución y fortalecimiento no solo en prácticas pedagógicas sino también en la enseñanza. Al aplicar el estado de arte como estrategia en la formación de investigadores, permitió ser analizado como proceso de intencionalidad y por consiguiente se establecieron competencias investigativas que fueron cuestionadas por los participantes.

(Kallewaard, González, & Vivancos, 2006), En su investigación denominada *Modelos para la predicción de la rugosidad superficial en procesos de mecanizado con arranque de viruta: revisión bibliográfica*; Presenta una revisión bibliográfica de los distintos tipos de enfoques desarrollados para el análisis y la predicción de la rugosidad superficial de las piezas, donde todos estos métodos tienen en cuenta parámetros de corte, de avance, velocidad y profundidad de corte, pero dejan a lado otra serie de parámetros que también interfieren en la calidad de acabado de las piezas, por lo tanto es importante que se deben profundizar las investigaciones con respecto a este tema, debido que existen procesos donde la rugosidad es un factor clave de la calidad del producto.

Marco Teórico

Estado de la técnica

Como señala Grupo Atico34 (s.f.) el estado de la técnica “Se trata, fundamentalmente, de evaluar la patentabilidad de una invención en base a si ésta ya se conocía, determinando si cumple los requisitos de novedad o actividad inventiva.”, en otras palabras, se refiere a la realización de una revisión tecnológica con base a información de datos de patentes y antecedentes científicos publicados en cualquier parte del mundo, los cuales permitan analizar de forma global como se encuentra en objeto de búsqueda y si este está apto para ser patentado. (Universidad de la República, s.f.)

Existe la confusión en quienes creen que el estado de la técnica o la revisión tecnológica solo se hace basándose en productos o procedimientos que estén disponibles en el comercio, pero esto no es así, el estado de la técnica involucra cualquier producto o

procedimiento el cual haya sido expuesto o descrito sin necesidad de que este exista físicamente. (Grupo Atico34, s.f.)

La importancia de realizar un estado de la técnica o también conocida como una revisión tecnológica, recae en la importancia de comprobar si una invención cumple con los requisitos de novedad, ya que si este no cumple sería casi imposible patentarla, en otro sentido el no realizar una revisión tecnológica para demostrar que se cumple los requisitos de novedad podría traer consecuencias legales, ya que podría existir la posibilidad de que el producto o procedimiento ya haya sido patentado por alguien más (Grupo Atico34, s.f.), sobre todo que el identificar proyectos ya desarrollados permite ahorrar esfuerzos en I + D. (Tecnopatent, s.f.)

Según la INAPI (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (2012) define que *“en el caso de un proyecto de investigación y desarrollo, es fundamental realizar un análisis del estado de la técnica, ya que los resultados de estas búsquedas pueden influir en las inversiones del proyecto, que generalmente significan una gran inversión. El realizar estas búsquedas puede significar el ahorro de grandes sumas de dinero, al detectar las invenciones existentes en el área a investigar; también puede servir para saber quiénes serían los mejores socios para una posible colaboración.”* (pág. 5)

Teniendo en cuenta a OEPM (s.f.) expresa que *“Gracias a Internet y a los sistemas de clasificación internacional que se usan para organizar las invenciones por materias, a los inventores les resulta bastante fácil llevar a cabo su propia búsqueda de patentes.”*

Informe sobre el Estado de la Técnica

El informe sobre el estado de la técnica también nombrado por sus siglas IET es “un “informe de búsqueda” en el que se comparan las cualidades técnicas de la invención reivindicada y el estado anterior de la técnica.” (Organización mundial de la propiedad intelectual) de modo que contiene citas de otros informes en los que se encuentran patentados o no “y donde se indica si dichos documentos afectan la novedad y actividad inventiva de la invención que se quiere patentar según los criterios de la correspondiente oficina de patentes” (Industria y Comercio Superintendencia, 2017, pág. 10).

Búsqueda del estado de la técnica de invenciones

Tal como señala Industria y Comercio Superintendencia (2017) existen una serie de pasos básicos los cuales se deben seguir para el planteamiento de la búsqueda específica del tema determinado.

- “Identificar las palabras claves relacionadas con el tema de búsqueda.
- Identificar el o los códigos CIP para la tecnología o información que se quiere buscar.
- Seleccionar la base de datos en la que se realizará la búsqueda.
- Uso de los operadores lógicos (booleanos), truncadores o wildcards, entre otros.
- Construcción y ejecución de la consulta.
- Visualizar y evaluar los resultados.”

(pág. 24)

Para definir las palabras claves de búsqueda es trascendental elegir apropiadamente el vocabulario, estas no pueden ser verbos, pronombres, precisiones o artículos, dado que llegan a obstaculizar la búsqueda, de modo que se deben utilizar sinónimos, siglas o acrónimos e inclusive palabras claves en ingles de acuerdo al tema de búsqueda, aunque es necesario estar seguro del significado en español, puesto que este puede variar, según es el caso del inglés americano y británico. (Universidad Francisco de Paula Santander, 2021) “No es recomendable utilizar palabras generales, ya que estas pueden variar el resultado de la búsqueda y arrojar resultados muy amplios.” (Industria y Comercio Superintendencia, 2017) De igual forma no es conveniente usar oraciones o frases, ya que solo se mostrará documentos que contengan una o varias palabras y no toda la oración de lo que se busca, aunque existe una forma de buscar una frase y es colocar está dentro de comillas (“...”) para que el buscador pueda identificarla como si fuera un solo término. (Universidad Francisco de Paula Santander, 2021)

De todos modos, existe otra forma que permite redimir las limitaciones que impone la búsqueda por palabras claves y es la búsqueda a través del sistema de la Clasificación Internacional de Patentes (CIP).

De acuerdo con la Organización mundial de la propiedad intelectual menciona que “Todos los documentos de patente se clasifican con referencias únicas de un sistema normalizado que identifica el grupo o grupos tecnológicos a los que pertenece la invención descrita en el documento.” (pág. 15)

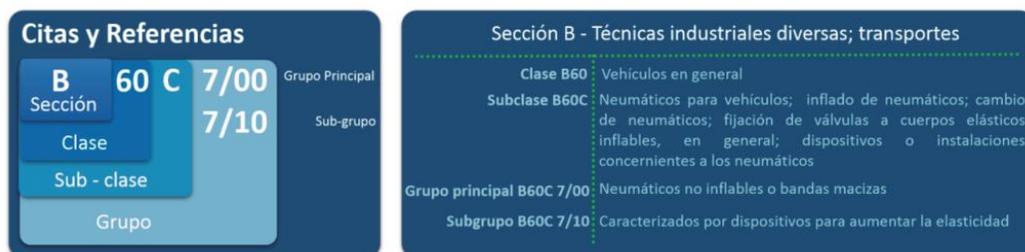
“La CIP abarca prácticamente todas las tecnologías imaginables y se actualiza periódicamente para mejorar el sistema y tomar en consideración la evolución técnica.”

(Organización mundial de la propiedad intelectual, pág. 16)

La Organización mundial de la propiedad intelectual da a conocer que:

El sistema de la CIP está organizado en niveles jerárquicos. Los distintos niveles, del más alto al más bajo, son los siguientes: secciones, clases, subclases y grupos (grupos principales y subgrupos). Tal como se muestra en la Ilustración 1 *Niveles jerárquicos de la CIP*, se puede apreciar gráficamente dichos niveles jerárquicos.

Ilustración 1 Niveles jerárquicos de la CIP



Nota: Tomada de Industria y Comercio Superintendencia (2017) Ilustración de los niveles jerárquicos de la clasificación [Figura].

La sección es el nivel jerárquico más alto, son un conjunto de 8 secciones las cuales están compuestas por un símbolo de sección que se identifica con una letra en mayúscula que va de la A a la H. (Universidad Francisco de Paula Santander, 2021) Las cuales son:

- A - Necesidades corrientes de la vida
- B - Técnicas industriales diversas; transportes

- C - Química; metalurgia
- D - Textiles; papel
- E - Construcciones fijas
- F - Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura
- G - Física
- H – Electricidad

La clase en la CIP es el segundo nivel jerárquico, por ende, son las divisiones de las secciones y su simbología está dada por la letra de la sección seguida de dos dígitos, de igual forma la subclase es el símbolo de la clase seguido de una letra en mayúscula y este hace parte del tercer nivel jerárquico de la CIP, siendo este las subdivisiones de la clase. (Industria y Comercio Superintendencia, 2017)

Los grupos según lo descrito por la Universidad Francisco de Paula Santander (2021) son “las subdivisiones de una subclase que se puede ubicar en un grupo principal, y es el cuarto nivel jerárquico de la CIP. o en un subgrupo que son los niveles inferiores dependientes de un grupo principal de la clasificación.” (pág. 16) La simbología para el grupo se da por el símbolo de la subclase seguido de dos números separados por una barra diagonal y el símbolo del grupo principal “Es el símbolo de la subclase seguido de un número de uno a tres dígitos, de la barra diagonal (/) y del número 00” (Universidad Francisco de Paula Santander, 2021, pág. 16)

Teniendo en cuenta estas formas de búsqueda anteriormente expuestas también se puede realizar la búsqueda de familias de patentes, esta se da “Cuando no se tiene claridad del código CIP, se debe ingresar al Sistema de Clasificación Internacional de

Patentes y realizar una búsqueda con las palabras clave, lo que dará como resultado códigos CIP asociados con las palabras clave.” (Universidad Francisco de Paula Santander, 2021, pág. 22), ya que teniendo identificados uno o algunos códigos CIP se implantaría ya una limitación de tipo tecnológica en base a la búsqueda.

Para la búsqueda de las patentes:

En primer lugar, se debe seleccionar las bases de datos que serán fuentes de información, luego se debe conocer cómo hacer uso de estas bases de datos de manera correcta por lo que es necesario estudiar el manual de uso de la base de datos, con el propósito de obtener resultados de búsquedas acertados respecto a información de documentos de patentes presentadas en un territorio determinado. (Industria y Comercio Superintendencia, 2017)

Dentro de estas bases de consulta de patentes se encuentran: SIC-Colombia, Google Patents, patentscope, espacenet, Escacenet, Patents.com, las cuales tienen la particularidad que son de acceso gratuito.

En cuanto al uso de los operadores lógicos (booleanos):

Estos permite filtrar la información que se desea buscar, ya que por medio de estos se combinan o excluyen información obteniendo información mas precisa de la búsqueda deseada, entre ellos están: AND el cual permite encontrar los documentos que contengan todos los términos que se indican, OR con este operador se encuentran documentos que contengan todos o algunos de los términos indicados, NOT es aquel que permite encontrar el primer termino indicado pero no el segundo en la búsqueda y XOR

con este se encuentran documentos que contienen cualquiera de los términos expresados pero no todos. (Universidad Francisco de Paula Santander, 2021)

Ya teniendo estas bases se podrá realizar la búsqueda de patentes, teniendo en cuenta todas las diferentes técnicas para la búsqueda y así poder encontrar los resultados requeridos. (Industria y Comercio Superintendencia, 2017)

El efecto chatter en el proceso de fresado CNC

En 1907, Frederick Taylor estudio las vibraciones y declaro que “el chatter es el más oscuro y delicado de todos los problemas que enfrenta el maquinista, y en el caso de piezas fundidas y forjadas de formas diversas, probablemente no se puedan idear reglas o fórmulas que guíen con precisión al maquinista”

Desde las primeras observaciones, se describió el efecto regenerativo como la principal causa del Chatter, las vibraciones causan la ondulación de la superficie de la pieza durante los últimos 65 años, se han propuesto varias técnicas para suprimirlo, este fenómeno se ha convertido en una de las principales preocupaciones y los recientes avances en la industria, principalmente en el sector aeroespacial, de moldes y de automoción, han favorecido una evolución considerable en las máquinas-herramienta, que cada vez son más potentes, precisas y automáticas. Pero con ellas, también surgen nuevas limitaciones y desafíos, como las vibraciones de la máquina. (Fuentes, 2017)

El chatter regenerativo es el más usual en procesos de fresado, puede ocurrir a menudo porque la mayoría de las operaciones de corte de metal implican cortes superpuestos y se produce cuando la herramienta pasa sobre una pieza que ya ha sido

anteriormente mecanizada. En ocasiones, la superficie de la pieza suele tener imperfecciones, lo que genera un exceso de material o exceso de viruta. Esta aparición de vibración auto excitada, además de impedir que se obtengan los acabados superficiales requeridos, disminuyen la vida útil de herramientas y componentes de la máquina. La medición y análisis de vibraciones es utilizado en conjunto con otras técnicas, en todo tipo de industrias como técnicas, detección de fallas y evolución de la integridad de máquinas y estructuras. (Chenxi wang, 2019)

Se conocen diversos tipos de Chatter los cuales se producen por razones diferentes; El chatter tipo A, que se produce a medida que la herramienta presenta una fuerte vibración en dirección de avance de la herramienta. El chatter tipo B, es producido en herramientas con una fuerte tendencia a vibrar en la dirección de la velocidad de corte. El Chatter de pieza, se genera como su nombre lo indica sobre la pieza, esta tiene una propiedad local que varía según la herramienta y tiene su propio intervalo de frecuencia. El Chatter de herramienta, es el generado por cada herramienta que transmite energía hacia el sistema, y dependiendo del tipo de herramienta, la transmisión de energía es mayor o menor. El Chatter de máquina, es el generado por procesos de desgaste, se caracteriza por tener una baja frecuencia y transmisión de energía entre sus elementos. (Monnin, Kusterb, & Wegener, 2014)

Marco Conceptual

Buscar el estado de la técnica o estudio tecnológico: “Búsqueda fundamental para planificar actividades de investigación o actividades comerciales.” (INAPI (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo), 2012)

Clasificación internacional de patentes (CIP): Sistema de clasificación de patentes reconocido internacionalmente. La CIP se estructura en secciones clases, subclases y grupos. Los símbolos de la CIP se asignan según las características técnicas de las solicitudes de patentes. A una solicitud de patente se le pueden asignar varios símbolos CIP en la medida en que está relacionada con varias características técnicas. (Industria y Comercio Superintendencia, 2017)

Efecto Chatter: “El chatter regenerativo es una vibración autoexcitada propia de los procesos en los que el filo de corte pasa por una superficie previamente mecanizada.” (IZARO, 2007)

Familia de Patentes: “La familia de patentes es el grupo de patentes publicados en varios países y que describen la misma invención o varias invenciones que tienen un elemento en común basándose en una primera solicitud de patente denominada solicitud de prioridad.” (Industria y Comercio Superintendencia, 2017)

Invención: “Una invención es un nuevo producto o proceso que resuelve un problema técnico.” (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2007)

I+D (La investigación y desarrollo): “Es el proceso de investigación en conocimientos científicos y técnicos, con el objetivo de desarrollar tecnologías para obtener nuevos productos, materiales o procesos.” (López, 2016)

Patente: Conjunto de derechos exclusivos concedidos por ley a los solicitantes sobre invenciones que sean novedosas no evidentes y susceptibles de aplicación comercial La patente es válida por un período de tiempo limitado (por lo general 20 años) durante el cual los titulares pueden explotar comercialmente sus invenciones con carácter exclusivo. Como contrapartida los solicitantes tienen la obligación de divulgar sus invenciones al público para que otros expertos en la materia puedan reproducirlas. El sistema de patentes está concebido para fomentar la innovación al conferir a los innovadores derechos legales exclusivos durante un plazo determinado de manera que puedan gozar de los beneficios de sus actividades innovadoras. (Industria y Comercio Superintendencia, 2017)

Marco legal

Tabla 1. Marco legal

Tipo y número y fecha	Nombre	Artículo	Impacto en el proyecto
Ley 31 de 1925	El congreso de Colombia, Decreta: Patentes de inversión.	Si un Jurisco Sistema único de información normativa.	Describe la reglamentación sobre los nuevos descubrimientos, invenciones, mejores o perfeccionamientos en todas las industrias dan a los autores el

Tipo y número y fecha	Nombre	Artículo	Impacto en el proyecto
Decisión 486 de 2000	Régimen común sobre Propiedad Industrial.		<p>derecho exclusivo de utilizarlos por el tiempo y condiciones previstos en esta ley. La información presentada en el régimen propiedad industrial, debemos conocer los plazos de las patentes entre estas estos doce meses para las patentes de inversión y modelos de utilidad, y seis meses para los registros de diseños industriales y de marcas con esto se presenta una declaración con la documentación con la que se adopte la propiedad de la solicitud.</p>
Ley 463 de 1998	por medio de la cual se aprueba el “Tratado de	Toda	La ley suministra sobre un control de patentes tanto de

Tipo y número y fecha	Nombre	Artículo	Impacto en el proyecto
Ley 46 de 1979,	cooperación en materia de patentes (PCT)”, elaborado en Washington el 19 de junio de 1970, enmendado el 28 de septiembre de 1979 y modificado el 3 de febrero de 1984, y el reglamento del tratado de cooperación en materia de patentes		carácter regional como nacional y hasta internacional si así desea. Con deseos de hacer un proceso más fácil, simplificado, económico y además de facilitar y acelerar la obtención de información sobre nuevas tecnologías e inversiones y con ellos permitiendo el conocimiento sobre soluciones tecnológicas que se adapten a necesidades específicas dentro de un mundo en tecnología que avanza muy rápido. Busca proteger los derechos de las mentes creadoras mediante la protección de la propiedad intelectual,

Tipo y número y fecha	Nombre	Artículo	Impacto en el proyecto
	Convenio que establece la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual”, firmado en Estocolmo el 14 de julio de 1967.		buscando la modernización ante la necesidad de proteger la intelectualidad de nuevas invenciones, en diferentes campos, entre una de ellas la propiedad industrial.
Decreto 2153 de 1992	por el cual se reestructura la Superintendencia de Industria y Comercio y se dictan otras disposiciones		Protege la libre competencia implementando sanciones a empresas públicas o privadas que prestan servicios de energía, agua potable telecomunicaciones y demás servicios generales públicos como lo rige la comisión de regulación de los mismos.
Decreto ley 410 de 1971	por el cual se expide el Código de Comercio		Describe los derechos y deberes para toda persona que está habilitada para

Tipo y número y fecha	Nombre	Artículo	Impacto en el proyecto
Decreto 427 de 2001.	<p>“Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT)” elaborado en Washington el 19 de junio de 1970, enmendado el 28 de septiembre de 1979 y modificado el 3 de febrero de 1984 y el Reglamento del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes. (Decreto 2591 de 2000, por el cual se reglamenta</p>		<p>ejercer el comercio y con ello tener la capacidad para contratar y obligarse bajo la ley, en el caso específico vinculado a las leyes de propiedad intelectual y control de patentes e invenciones tecnológicas y demás. Esta ley busca la divulgación y obtención del conocimiento del tratado de cooperación en materia de patentes (PCT) elaborado en Washington el 19 de junio de 1970, enmendado el 28 de septiembre de 1979 y modificado el 3 de febrero de 1984, y el reglamento del tratado de Cooperación en</p>

Tipo y número y fecha	Nombre	Artículo	Impacto en el proyecto
	parcialmente la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina)		materia de Patentes. Bajo una reglamentación previa del presidente de la república.

Nota: En esta tabla se identificaron las leyes y decretos de las patentes, fuente propia de Karen y Angie.

Diseño Metodológico

Tipo y Enfoques de Investigación

Para la presente investigación se abordó un diseño de tipo descriptivo y transversal, de tipo documental y un enfoque cualitativo, ya que la investigación busca una revisión documental del estado del arte de dispositivos actuales para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC en los periodos de tiempo del 2015 hasta la fecha actual del 2022 y se analizó cada uno de los antecedentes, para así mismo poder describir un modelo óptimo que ayude a la industria en el proceso de fresado CNC, para así especificar lo que se investigó y junto con un enfoque de tipo documental con el fin de recopilar y seleccionar información a través de la lectura de documentos, libros, revistas, grabaciones, filmaciones, periódicos, bibliografías, entre otros.

Y el enfoque cualitativo se abordó teniendo en cuenta que los criterios de criticidad de los procesos son definidos por las empresas y usuarios del proceso de fresado y esta información fue establecida a partir de revisiones sistemáticas en bases de datos académicas, fuentes de información sectoriales y consultando directamente a los actores de procesos industriales. La consulta de información se realizó a través de bases de datos académicas suministradas por la universidad y revistas especializadas en el área de la industria moderna en los procesos de fabricación llevados a cabo con fresado CNC.

VARIABLES DE MEDICIÓN

La velocidad de avance y la disminución de las vibraciones en el proceso de mecanizado generan una menor fuerza en el proceso y una menor fricción entre la herramienta y la pieza obteniendo unos mejores resultados. (Sai, Wei, Qinghong, Zhigang, & Bi, 2021). Para (Martinez Pinilla, 2019) las variables más importantes en el fresado convencional son la frecuencia rotacional y la velocidad de avance; Teniendo en cuenta lo mencionado, se define que es una investigación cuantitativa se dedica a recoger, procesar y analizar datos cuantitativos sobre variables previamente determinadas. Por lo anterior se puede determinar que para esta investigación se emplea el paradigma cuantitativo, ya que se realizara una recolección de datos basada en las teorías referentes a la investigación, seguidamente se lleva a cabo un minucioso análisis de los resultados, con el fin de extraer información significativa que contribuya con el objetivo de la investigación.

Las variables que se tienen en el documento son las siguientes:

Tabla 2. Variables de estudio

Propiedad	Tipo	Clasificación	Unidad de medida	Definición
Frecuencia rotacional	Dependiente	Cualitativa	$W=2\pi f = 2\pi/T$	Describe el ángulo recorrido durante un giro de la unidad de tiempo la cual es una medida del arco trasado por la herramienta.
Vibración	Dependiente	Cualitativa	V	Se puede pensar en una vibración como

Propiedad	Tipo	Clasificación	Unidad de medida	Definición
				una oscilación o un movimiento repetitivo de un objeto alrededor de un punto de equilibrio.
Fricción	Dependiente	Cualitativa	fr	Existe entre dos superficies que tienen algún tipo de contacto, que es causado por imperfecciones microscópicas en materiales endurecidas por la rozadura.
Velocidad en marcha	Dependiente	Cualitativa	VM	Terminología utilizada en la fabricación de componentes tecnológicos que se refiere a la velocidad instantánea relativa de una herramienta en contacto con una sustancia a remover.
Velocidad de corte	Dependiente	Cualitativa	$V_c = \pi * D * n / 1000$	Velocidad lineal que tiene contacto con la herramienta para ser eliminado.
Rigidez	Dependiente	Cualitativa	$T = F/S$	Capacidad de resistencia de un cuerpo a doblarse o torcerse por la acción de fuerzas exteriores

Propiedad	Tipo	Clasificación	Unidad de medida	Definición
Amortiguación	Dependiente	Cualitativa	$F= C dx/dt$	que actúan sobre su superficie. Acción y efecto de amortiguar, es decir, disminuir la fuerza o intensidad.
Potencia	Dependiente	Cualitativa	P	Potencia de dicha señal sobre las distintas frecuencias en donde está formada.
CIP	Dependiente	Cualitativa	CIP	Clasificación Internacional de Patentes, es utilizado en más de 100 países para clasificar contenido de las patentes.

Nota: Se identificaron las variables de estudio que puede tener una maquina fresadora CNC, Fuente propia de Karen y angie.

Recolección y Análisis de Datos

La recolección de datos se realizó por medio de una investigación de un cierto rigor metodológico e información sobre la realidad industrial actual en la cual se busca establecer unos criterios sobre la realización de un modelo mejorado para solucionar problemas en el área de fresado CNC. En adición al rigor, el método descriptivo demanda la interpretación de la información siguiendo algunos requisitos del objeto de estudio

sobre el cual se llevo a cabo la investigación. Es una interpretación subjetiva, pero no es arbitraria (Abreu, 2014). Con esto se implementan los objetivos específicos.

-Identificar las metodologías y técnicas, dispositivos o sistemas que se han utilizado para el monitoreo y control del efector chatter en los procesos de fresado CNC.

-Diseñar una matriz que permita consolidar y validar los dispositivos o sistemas existentes para el monitoreo y control del efector chatter en los procesos de fresado CNC.

-Proporcionar un análisis resumido y crítico sobre las invenciones encontradas para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC.

Fases y Actividades Metodológicas

El proyecto de investigación se efectuó en tres fases metodológicas de la siguiente manera:

Fase I. Se realizo una búsqueda primaria, donde se caracterizó las metodologías, técnicas, dispositivos o sistemas que se han utilizado para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC.

Para la primera fase se buscó información teórica sobre todo lo relacionado con las metodologías, técnicas, dispositivos o sistemas que se han utilizado para el monitoreo control del efecto Chatter en los procesos de fresado CNC en las bases de datos académicas suministradas por la Universidad Antonio Nariño, en los cuales se utilizó unos criterios para establecer todos los artículos, libros, proyectos de investigación culminados, conferencias relacionadas con el tema y todo lo demás que concierna al

estado de la técnica. Por consiguiente, se realizó una búsqueda de patentes para relacionar los distintos resultados del efecto chatter en el proceso de fresado CNC

El objetivo de las patentes, es incentivar a los emprendedores e innovadores que, mediante derechos legales, puedan poseer beneficios totalmente exclusivos de sus inventos durante cierta cantidad de tiempo.

Fase 2. Diseñar una matriz que permita consolidar y validar los dispositivos o sistemas existentes para el monitoreo del efecto chatter.

En la segunda fase del proyecto de investigación se diseñó una matriz donde se pueda observar la clasificación de información recolectada por su fecha de publicación, técnicas utilizadas, dispositivos implementados, patentes y sistema de monitoreo y control llevados en el proceso de fresado CNC

Estas son las diferentes páginas de recolección de información de patentes suministradas para la investigación:

Latipat-Espacenet: Documentos de patentes de Latinoamérica con LATIPAT

Espacenet: Oficina Europea de patentes con espacenet

Invenes: Oficina española de patentes y diseños de España OEPM

Superintendencia de industria y comercio

Patentscope: Organización mundial de la propiedad Intelectual

Google patents: Google patentes

Fase 3. Proporcionar un análisis resumido y crítico sobre las invenciones encontradas para el monitoreo y control del efector chatter en los procesos de fresado CNC.

En la última fase se efectuó un informe del análisis sobre toda la información obtenida de forma resumida y clara en la cual se pueda entender cuáles son la necesidad que se han ido solventando en el sector industrial con relación al efecto chatter en el proceso de fresado CNC y poder ver de forma de clara cuales son las falencias que aún existen en este proceso y poder llegar a construir un modelo de mayor control en el proceso de fresado CNC y llevar a la industria un paso más adelante en lo tecnológico y con ello un mejor acabado y perfeccionamiento de las piezas mecanizadas.

Desarrollo del Proyecto

Fase 1. Identificar las metodologías, técnicas, dispositivos o sistemas que se han utilizado para el monitoreo y control del efecto chatter en los procesos de fresado CNC

Para el primer objetivo se realizó una la recolección de información bibliográfica relacionada con la temática del efecto chatter en los procesos de fresado CNC, con el fin de identificar y conocer el estado del arte, que permitió percibir las diferentes tecnologías, avances, variaciones teóricas y otros aspectos relevantes desde el punto de vista teórico en el desarrollo de la temática central del proyecto. Para esto se consultaron bases de datos como Scopus, Sciencedirect, Web of Science, Springer y Google académico, entre otras. Los resultados primarios se pueden ver en la siguiente. Tabla 3. Revisión información bibliográfica efecto chatter.

Tabla 3. Revisión información bibliográfica efecto chatter

N°	TÍTULO	AÑO
1	Machine vision based condition monitoring and fault diagnosis of machine tools using information from machined surface texture: a review	2022
2	State of the art on immersive virtual reality and its use in developing meaningful empathy	2021
3	Effective multi-sensor data fusion for chatter detection in milling process	2021
4	Path, feedrate and trajectory planning for free-from surface machining: a state-of-the-art review	2021
5	On-line chatter detection in milling with hybrid machine learning and physics-based model	2021

6	On-line chatter detection in milling using fast kurtogram and frequency band power	2021
7	Investigacion sobre la metodologia de prediccion de la estabilidad de Fresado 3d en condiciones de corte variables	2021
8	Analisis de estabilidad de la vibracion de fresado con multiples Interacciones herramienta-pieza y efectos de velocidad	2021
9	Deteccion inteligente de chatter para maquina cnc basada en la Estrategia de seleccion multifuncion rfe	2021
10	Surface integrity of ultrasonically-assisted milled ti6al4v alloy manufactured by selective laser melting	2021
11	On-line chatter detection in milling using fast kurtogram and frequency band power	2021
12	An updated method for stability analysis of milling process with multiple and distributed time delays and its application	2021
13	Vibration-free surface finish in the milling of a thin-walled cavity part using a corn starch suspension	2021
14	Can mode coupling chatter happen in milling?	2021
15	An innovative approach towards defect detection and localization in gas pipelines using integrated in-line inspection methods	2021
16	Modelo dinámico de procesos de fresado cnc en varios materiales para implementación de un sistema de monitoreo de vibraciones chatter	2020
17	Chatter stability prediction for multi-robots collaborative milling system	2020
18	Diseño de textura en la cara de flaco para suprimir la vibracion en el corte	2020
19	Un novedoso metodo de detccion de charla en linea en el proceso de Fresado basado en la entropia mulriescala y el aumento del arbol de Gradiente	2020
20	Investigacion sobre la estabilidad de la vibracion del fresado Ultrasonico rotatorio robotico	2020
21	Estabilidad de vibracion de fresado asistido por vibracion eliptica Sincronizada	2020
22	Modelo dianmico de procesos de fresado cnc en varios materiales para Implementacion de un sistema de monitoreo de vibraciones chatter	2020

23	High precision and efficiency robotic milling of complex parts: challenges, approaches and trends	2020
24	Recent progress of chatter prediction, detection and suppression in milling	2020
25	Online monitoring of tool chatter in turning based on ensemble empirical mode decomposition and teager filter	2020
26	Ground station for miniaturized satellites: a state of art survey - estado del arte sobre estaciones terrenas para pequeños satélites	2019
27	A review of chatter vibration research in milling	2019
28	Supresion de vibraciones en el fresado robotico mediante el control de La dinamica dependiente de la configuracion	2019
29	Variacion de la velocidad del husillo multiples armonicos para la Supresicion de la vibracion del fresado y la optimizacion de los Parametros	2019
30	Research on chattering occurrence condition in a vibro-impact system	2019
31	A review of chatter vibration research in milling	2019
32	Estado del arte sobre problemáticas financieras en pymes: estudio para américa latina	2018
33	Identificacion del chatter en la operacion de tornedo usado wd y emd	2018
34	Efecto de las relaciones direccionales sobre la estabilidad de la Vibracion del fresado y el desarrollo de un indice de estabilidad	2018
35	Identificacion temprana de la vibracion del fresado mediante una Descomposicion en modo empirico mejorada y una evaluacion sintericas De indicadores multiples	2018
36	Aportes a la fabricación de micro cavidades mediante fresado para generar superficies con textura	2018
37	Potencial en el uso de la consulta de patentes para determinar el estado de la tecnica. Analisis en microrredes con energías renovables	2017
38	Supresión de inestabilidades dinámicas (chatter) en maquinados de alta velocidad mediante la modulación de la velocidad de la herramienta de corte	2017
39	Modelado y análisis de vibraciones en el proceso de fresado	2017
40	Analysis of tool chatter in terms of chatter index and severity using a new adaptive signal processing technique	2017

41	El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos?	2016
42	A model-based adaptive controller for chatter mitigation and productivity enhancement in cnc milling machines	2016
43	Análisis de chatter del proceso de mecanizado robótico	2016
44	Probabilistic analysis of chatter stability in turning	2016
45	El estado del arte: una metodología de investigación	2015
46	Suppression of chatter vibration of a cnc machine centre—an example	2015
47	Influencia de la estabilidad dinámica en el acabado superficial de moldes y matrices empleados en la fabricación armamentos de infantería	2015
48	Ultrasonic vibration-assisted machining: principle, design and application	2015
49	Estado del arte de los trabajos de grado realizados en el programa de licenciatura en educación básica con énfasis en humanidades e idiomas de la facultad de ciencias de la educación de la universidad libre desde el primer semestre de 2009 al primer semestre de 2013	2014
50	Modeling errors influencing active structural methods for chatter mitigation in milling process	2014
51	Effect of friction on tandem cold rolling mills chattering	2014
52	Revisión y análisis documental para estado del arte: una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas	2013
53	A review of chatter vibration research in turning	2012
54	Chatter in machining processes: a review	2011
55	Chatter in machining processes: a review	2011
56	Resin composite—state of the art	2010
57	El estado del arte como estrategia de formación en la investigación	2007
58	Modelos para la predicción de la rugosidad superficial en procesos de mecanizado con arranque de viruta: revisión bibliográfica	2006
59	Análisis de chatter en el proceso mecanizado robótico	2006
60	Incremento de la capacidad productiva de las fresadoras mediante la reducción del efecto del chatter utilizando actuadores inerciales	2004

Nota: Se realizó un control de información bibliográfica del efecto chatter, fuente propia de Karen y angie.

Se identificaron 60 artículos científicos para la revisión primaria, se encontraron documentos entre el año 2004 y 2022, sin embargo los años de mayor publicación son: el año 2021 con 14 documentos y el año 2020 con 10 documentos. Así mismo la mayor proporción de documentos encontrados son de origen Internacional con 47 documentos de los 60, principalmente de países como Estados Unidos, Países Bajos, China e Inglaterra.

Los documentos primarios seleccionados fueron revisados, analizados y se logró identificar los aportes más relevantes para la comprensión del tema, los cuales son:

(Fuentes, 2017), plantea una hipótesis con la que logra encontrar la estabilidad dinámica de un proceso de maquinado mediante la modulación de la velocidad de la herramienta de corte, esto aplicando el desarrollo de una tarjeta de interfaz conectada a un modificador de velocidad y tomando en cuenta algunos parámetros, el cual le permitió por medio de señales restauradoras que generaba el dispositivo, modificar la velocidad del corte del husillo en la fresadora, consiguiendo demostrar que esta técnica es efectiva para la reducción o mitigación de las vibraciones mecánicas.

(Quintana & Ciurana, 2011), realizó una investigación exhaustiva literaria, en donde se plantea el problema de la vibración o efecto chatter teniendo en cuenta estrategias fuera del proceso, en proceso, las estrategias activas y estrategias pasivas en los procesos de mecanizado y efectuó una clasificación de métodos desarrollados los cuales permiten asegurar un corte estable en quienes implementen al máximo el efecto lobbing.

(Sabalza, Munoa, Mugica, Uribe Etxeberria, & Lizarralde), Demuestra por medio de una investigación experimental una posible solución para la disminución del efecto chatter con la aplicación de actuadores inerciales, los cuales ubican en la punta de la herramienta de corte, que es la zona de máxima energía de desplazamiento de la vibración con el fin de realizar el amortiguamiento activo en una máquina fresadora que permita aumentar la estabilidad del proceso.

(Minh-Quang, Meng-Kun , & Mahmoud , 2021), realiza un método que busca ser económico y sencillo en comparación con otros métodos tradicionales para la detención de vibraciones en el proceso de fresado, esto mediante una fusión entre datos generados por multisensores y la aplicación del método de eliminación de características recursivas para la detención del efecto chatter, donde los datos son dados por la descomposición de paquetes de ondículas para analizar las señales de sonido y de vibración a detalle, es una metodología sobresaliente ya que puede ser eficaz para detención del efecto chatter en procesos industriales con una mayor precisión que los esquemas tradicionales.

(Sun, Jia, Xu, Chen, & Niu, 2021), efectúa un estado del arte sobre los avances de investigación en el mecanizado de superficies de forma libre. Para esta revisión considero tres aspectos principales los cuáles son: la trayectoria de la herramienta, la programación de la velocidad de avance en el espacio cartesiano y la planificación de la trayectoria en el espacio de las articulaciones tanto para el mecanizado CNC como para el mecanizado por robot, para luego determinar dificultades y problemas claves.

El análisis del efecto Chatter se puede realizar a través del diagrama de lóbulos de estabilidad (SLD) en el que detectan las desviaciones de la herramienta y en el acabado

de la pieza en el proceso de mecanizado, (Gang, y otros, 2021). Existen tres categorías de métodos para la detección del efecto chatter, monitoreo en tiempo real de tiempo y frecuencia, métodos predictivos basados en modelos físicos de efectos chatter y la identificación de variables en línea a través de la medición de todas las variables del proceso de mecanizado.

El efecto chatter se ha clasificado en tres tipos de vibraciones mecánicas que presentan en los procesos de fresado, inicialmente se encuentra las denominadas de vibración libre, de vibración forzada y vibración autoexcitada (chatter). Denominado esta última como la más difícil de mitigar. Por lo anterior, (Caixu, Haining, Xianli, Steven Y, & Lihui, 2019) plantea una revisión documental de la cantidad y calidad de diferentes artículos, logrando una base teórica amplia de la vibración de corte y la amortiguación del proceso, la herramienta runout y efectos giroscópicos. Generando aportes teóricos a la industria al mostrar una recolección de las técnicas experimentales para la detección de vibraciones, su procedimiento, ventajas y desventajas de este tipo de métodos. Posteriormente las tecnologías de supresión de chatter y factores en los SLD dentro de los documentos publicados previos a 2019.

Según (Hongrui, Yaguo, & Zhengjia, 2013) la mejor solución hasta el momento para el efecto chatter se encuentra en el transformada de paquete de ondas (WPT) junto con la transformada de Hilbert-Huang(HHT), en el cual se descomponen las señales de manera adaptativa en función del tiempo y posteriormente se descomponen en componentes ortogonales usando la transformación de Hilbert siendo una solución uniforme en todo el rango de la frecuencia, pese que hasta el momento solo se utiliza para

la detención de fisuras de las herramientas de corte. El HHT consta esencialmente de dos pasos la descomposición del modo empírico que busca extraer variables necesarias como la amplitud instantánea, la fase instantánea, la frecuencia instantánea el tiempo después se aplica la transformada de Hilbert para encontrar los índices adecuados para la identificación de vibración.

(Liu C. , y otros, 2021) Utiliza una herramienta nueva para localizar componentes de tipo no estacionarios, llamada kurtograma rápido, utilizando esta herramienta y la potencia de la banda de frecuencia para tener un seguimiento más completo de la vibración, los cuales se centran principalmente en suprimir problemáticas comunes generadas por el chatter como ruido y el decrecimiento de d del producto.

En cuanto a las bases de datos para la revisión tecnológica de patentes, se consultaron en las siguientes páginas: Oficial de patentes y marcas de los Estados Unidos de América USPTO, Oficial Europea de patentes con esp@cenet, Superintendencia de industria y comercio, Google patents, entre otros. Donde se han tomado los siguientes artículos mencionados para la selección de las metodologías sobre la importancia del estado de la técnica. Ver en la Tabla 4. Búsqueda primaria de patentes.

Tabla 4. Búsqueda primaria de patentes

N°	Base De Datos	Título	Código CIP	Inventor
1	Patentscope	Method and apparatus for the suppression of regenerative chatter	B23Q 15/12	Boehringer Gmbh Geb

Nº	Base De Datos	Título	Código CIP	Inventor
2	Patentscope	Chatter vibration suppressing method	B23Q 15/12, B23Q 17/12, B24B 5/04, B24B 49/10	Tatara Masayuki, Uchimura Hiroshi, Hosokawa Kazuyuki, Inazu Masato, Konishi Seiji, Yamaguchi Seiji, Motomatsu Hironori, Kawai Atsushic
3	Patentscope	Method and apparatus for machining parts with variable stiffness	G05B 19/4093	Guo Changsheng, Wang Zhigang, Fromerth Eric,
4	Patentscope	Online active type cutting chatter restraining system and method for intelligent milling motorized spindle	B23Q 11//00	Hong Jun, Wan Shaoke, Su Wenjun, Li Xiaohu, Zhang Jinhua, Fang Bin, Chen Wei
5	Patentscope	C0 complexity and correlation coefficient-based milling chatter detection method	G01H 17/00, B23Q 17/12	Cao Hongrui, Zhou Kai, Zi Yanyang, Chen Xuefeng, Cheng Wei, Zhang Xingwu
6	Patentscope	Method and device for controlling rotational shaft of machine tool	B23Q 15/12	Hamaguchi Akihideo
7	Patentscope	Processing chatter detector and machine tool	B23Q 17/12, B23Q 15/12	Kojima Teruhisa, Onishi Kohei, Kakinuma Yasuhiro, Shudo Yui
8	Patentscope	Chatter evaluation system	B24B 49/00, B24B 49/10, B24B 53/04, B24B 53/00, B23Q 17/20	Masuda Yuki, Kawahara Toru, Murakami Shinji, Saito Akira
9	Patentscope	Method and means for preventing regenerative chatter in a machine tool, particularly in a lathe	B23Q 15/007, B23Q 15/12	ROHS H

Nº	Base De Datos	Título	Código CIP	Inventor
10	Patentscope	Method and system to control chatter vibration of machine tool using destructive interference effects	B23Q 17/12, B23Q 11/00, B23Q 15/00	Oh, young kyo
11	Patentscope	Procedimiento de detección de un estado de vibración en la etapa de mecanización de una pieza de trabajo y/o una herramienta	G05B 19/401, G05B 19/404	Arakawa Hiroshi, Fujita Masaru, Amaya Koiuchi,
12	Patentscope	Sistema activo de reduccion de vibraciones	G10K 11/178	Ross, Colin, Fraser
13	Patentscope	Electric spindle milling chatter regulation and control method and device based on self-adaptive fuzzy reasoning	G05B 19/19	Li Xiaohu, Liu Shijie, Hong Jun, Liu Jinyu, Zhang Jinyu
14	Patentscope	Milling chatter stability prediction method	G06F 30/20, G06F 17/13, G06F 17/14	Li Zhongqun, Xiao Jiandong, Zhang Weifeng, Liu Hongzhi, Liu Xue, Duan Linsheng, Liu Lang
15	Patentscope	Sistema de control activo de vibraciones	G10K 11/178, G10K 11/16	Ross Colin Fraser, Eatwell Graham Paul
16	Patentscope	Metodo y dispositivo mejorado de corte de objetos por vibracion ultrasonica	B23D 33/00, B06B 3/00, B23Q 5/027, B26D 7/08, B28D 5/04	Rawson, francis f.
17	Patentscope	Improved database for chatter predictions	B23Q 15/12, B23Q 17/09, G05B 19/404	Jean-Philippe Besuchet, Jeremie Monnin
18	Patentscope	Machining chatter intelligent suppression method based on chatter frequency	G05B 19/408	上海交通大学
19	Patentscope	Chatter vibration determination apparatus, machine learning device and system	B23Q 15/12, B23Q 17/09, B23Q 17/10, G05B 19/ 4155	Oikawa Koki, Yamamoto Kenta

N°	Base De Datos	Título	Código CIP	Inventor
20	Patentscope	Motorized spindle milling chatter robust active control method and active control system thereof	G05B 13/04	Zhang Xingwu, Zhang Xing, Liu Jinxin, Chen Xuefeng
21	Patentscope	Method for forming chatter stability limit diagram	B23Q 15/12, B23Q 17/12	Okita Toshiyuki, Tanase Ryota, Matsunaga Shigeru
22	Patentscope	Improved chatter reduction in sliding mode control of a disk drive actuator	G11B 5/55, G11B 21/10, G11B 5/596	Supino Louis
23	Patentscope	Cutter wear judgment method based on cutting chatter acceleration	B23Q 17/0957	Lin Youxi, Liu Tianyi, Zuo Junyan, Cai Jianguo
24	Patentscope	Method for suppressing machining chatter	G05B 19/416	Xiong Zhenhua, Ding Longyang, Sun Yuxin, Wu Jianhua
25	Patentscope	Vibration Suppressing Apparatus Of Machine Tool	B23Q 15/08, B23Q 15/12	Suzuki Norikazu, Shamoto Eiji, Inagaki Hiroshi
26	Patentscope	Contact chatter detector.	G01R 31/00, G01R 31/02, G01R 31/327	Jabs Robert Horst
27	Patentscope	Circuit arrangements for eliminating the effects of switch chatter	H03K 3/013	SUWA SEIKOSHA KK
28	Google Patents	Máquina herramienta con un dispositivo para la supervisión de la colisión	G05B 19/4061	Rolf Kettmer
29	Google Patents	Método para detección de vibración de aviso temprano y gestión de protección de activos	D21H 27/40, D21F 5/02, D21F 5/00, D21G 3/00, D21H 25/10, D21G 9/00, G01N 29/44, G01N 29/46	Guillermo A Von Drasek, Gary S. Furman Jr, sammy lee arquero
30	Google Patents	Computer assisted detecting and restraining systems for cutting tool chatter	B23Q 11/00, B23Q 17/0976	Shih-Ming WangHsiang-Yung Hsieh

Nº	Base De Datos	Título	Código CIP	Inventor
31	Google Patents	Rotational speed calculation device of machining device, chatter vibration evaluation device of machining device, and chatter vibration evaluation method of machining device	B23Q 15/12,	英二 社本, 教和 鈴木, 浩 稻垣
32	Google Patents	On-line monitoring method and device for cutting chatter of machine tool	B23Q 7/00, BQ23 11/00	许黎明, 邢诺贝, 赵达, 刘福军, 周超
33	Google Patents	Method for vibration-optimizing a machine tool	B23Q 5/18, B23Q 17/ 12, B23C1/06, B23Q 11/0039	Jürgen Roders
34	Google Patents	Method and apparatus for monitoring the tool status in a machine tool with cyclic machining	B23Q 17/12, B23C 9/00, B23B 49/00, B23B 25/06, G01H 1/00, B23Q17/0947	Roland Forsgren, Gunnar Garpendahl, Hans Eriksson, Bengt Wallentin
35	Google Patents	Chattering vibration inhibiting mechanism of machine tool	B23Q11/00, B23Q11/0035	Kazutada Hashimoto, Osamu Fukunaga, takashi hoshi
36	Google Patents	Inertia damper for suppressing vibrations in a machine tool	B23Q 11/00, B23Q 11/0039, B23Q 17/09, F16F 7/10, F16F 15/03	Jokin Muñoa Gorostidi, Gorka Aguirre Rejado, Mikel Gorostiaga Altuna
37	Google Patents	Device for stiffening and deadening vibrations of machine-tool parts	B23B 29/03, B23B 29/022	Maso Galbarini, Francesco Cotta Ramusino
38	Google Patents	A kind of CNC milling machine	B23C 9/00, B23Q 1/00	马吉波, 马吉光
39	Google Patents	Machining vibration suppressing method and machining vibration	B23Q 17/09, B23Q17/0976	Hiroshi Inagaki, Toshiya Shikama

N°	Base De Datos	Título	Código CIP	Inventor
		suppressing apparatus for machine tool		
40	Google Patents	Control system of milling machine	H02P 1/04, H02P5/46	Chia-Hui Tang, Chau-Shing Wang, Yu Lin Juan, Tsair-Rong Chen, Pablo Chang
41	Google Patents	System for suppressing chatter in a machine tool	B23Q 15/12, B23Q 17/09, G05B 19/404	Xavier Beudaert, Asier Barrios Azconaga, Jokin Muñoa Gorostidi
42	Google Patents	Method and system for reducing milling failure	B23Q 11/00, B23Q 15/12	Edward Jacobus Johannes Doppenberg
43	Google Patents	Method for restricting vibration phenomenon in boundary between workpiece and tool	B23Q 15/12, G05B 19/404, G05B 19/19	ラウル・ヘルツォー, Herzog Raúl, アラン・ショーデレ, Schorderet Alain, ニコラス・ジャコ, Jacquod Nicolás, ヨアン・マルシャン, Marchand Yoan
44	Google Patents	Vibration suppression device and vibration suppression method	G05D 19/02, G05B 19/19, G05D 3/12	弦 寺田, Gen Terada, 弦 寺田, 小島 輝久, Teruhisa Kojima, 輝久 小島, 野村 裕昭, Hiroaki Nomura, 裕昭 野, 村初 倉橋, Hatsu Kurahashi, 初 倉橋, 佐藤 隆太, Ryuta Sato, 隆太 佐藤, 裕介 高須賀, Yusuke Takasuka, 裕介 高須賀

Nº	Base De Datos	Título	Código CIP	Inventor
45	Google Patents	Motor control device and industrial machine for suppressing vibration	B23Q17/12, B23Q 17/ 09, B23Q 5/10, G05B 19/18, G05B 19/404	Tsutomu Nakamura, Satoshi Ikai
46	Google Patents	Vibration damping system and machine tool	F16F 15/00, B23Q 15/12, F16F 15/002	Jochen Bretschneider, Elmar Schäfer, Torsten Schur
47	Google Patents	Active compensation of mechanical vibrations and deformations in industrial processing machines	G05B 11/18, G05B 19/23, B25J 9/10, F16F 15/02	Gerhard Heinemann, Wolfgang papiernik, Guido Stoppler

Nota: Se realizó una búsqueda primaria de patentes con relación al efecto chatter de una fresadora CNC,

Fuente propia de Karen y Angie.

Para la revisión tecnología de patentes se tuvo en cuenta la búsqueda por medio de palabras claves tanto en español como en inglés y el uso de los operadores lógicos para filtrar mejor la información y obtener los resultados del tema requerido. Las palabras claves identificadas para la búsqueda fueron las siguientes: vibrations in CNC milling machine, milling machine vibrations CNC, milling machine vibrations, vibraciones, efecto chatter, fresadora CNC, proceso de fresado, vibraciones en fresadoras CNC, Mecanizado de piezas. Logrando con ello un resultado de 47 patentes, donde la mayor proporción de patentes encontradas se dan en las oficinas de patentes de Japón dando lugar a 11 invenciones, China a 10 invenciones y Estados Unidos a 10 invenciones.

Fase 2. Consolidación y clasificación de patentes

A partir de la identificación de las 47 patentes relacionadas en el numeral anterior, se clasificaron teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de publicación se refiere a las características del documento, si es patente o modelo de utilidad, si se trata de una solicitud de publicación tipo A o U o de una concesión, Si es una traducción se denomina con la letra B o Y, o una publicación tipo T que se relaciona con una corrección (Oficina Española de Patentes y Marcas, 2018).
- Número de publicación es el código asignado a la patente, es el número que la identifica y es único para cada una de las patentes. Puede venir acompañado de la letra que identifica el tipo de publicación y otros números que, según la oficina donde se encuentra la patente, puede indicar información del estado de la patente.
- Resumen, Es una breve descripción de la invención realizada por el mismo autor de la patente, este fragmento de texto se encuentra en el idioma principal del país de origen y también se encuentra normalmente la traducción al inglés.
- Año de publicación. Es la fecha en la que finalmente la oficina de patentes reconoce legalmente la patente, sin embargo, el proceso de radicación y publicación de una patente puede tener varias fechas o hitos, pero la fecha de publicación es el hito donde queda oficialmente reconocida la patente.
- Estado de la patente, una patente puede tener diversas clasificaciones, una de las más usadas es el estado de la patente, se puede encontrar en estado activa, vencida, caducado de por vida, retirada, pendiente por asignar, entre otros.
- Tipo de tecnología, Para el desarrollo del estado de la técnica relacionado con dispositivos para el monitoreo y supresión del efecto chatter en proceso de

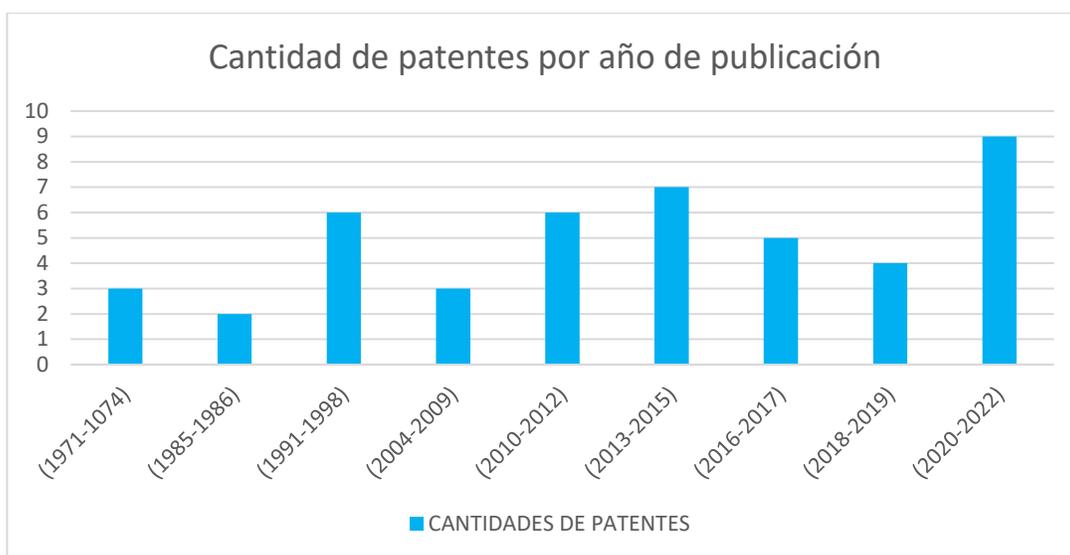
mecanizado en fresadora, es indispensable comprender las diferentes tecnologías implementadas en las patentes que se identificaron, ya que este atributo puede determinar de entrada cuales invenciones pueden ser homologables al dispositivo que desarrolla el proyecto principal del presente estado de la técnica. En este espacio se realizó una descripción breve del mecanismo y/o tecnología implementada en cada una de las patentes.

- Observación o comentario, como parte de la construcción del análisis del estado de la técnica, se incluyó una columna para relacionar los principales comentarios de cada una de las patentes, y que se pueda extraer la información más relevante que se pueda disponer para el proyecto que se viene desarrollando por parte de la Universidad, a su vez, esta información o extracto de elementos relevantes, es el insumo principal para la construcción de análisis crítico de la información recolectada.

De las 47 patentes identificadas, (visualizar Ilustración 2. *Cantidad de patentes por año de publicación*) tal como se muestra en el diagrama de barras, se pudo establecer que en estos últimos años (los años de publicación entre el 2020 y 2022) ha despertado el interés de los investigadores en la solución para el control o monitoreo del efecto chatter y poder prevenir o evitar las consecuencias que este trae, ya que se registra un alto rendimiento de documentos patentados relacionado a las vibraciones del efecto chatter de la fresadora CNC con una cantidad de ocho documentos publicados, en comparación del año 1985 y 1986 solo se obtuvo dos documentos patentados y publicados lo cual refleja

un mínimo impacto a la industria sobre documentos relacionados a las vibraciones de una maquina fresadora pero hubo una similitud en el año 1991-1998 y 2010-2012 las cantidad de seis documentos patentados que se obtuvieron en esos años.

Ilustración 2. Cantidad de patentes por año de publicación

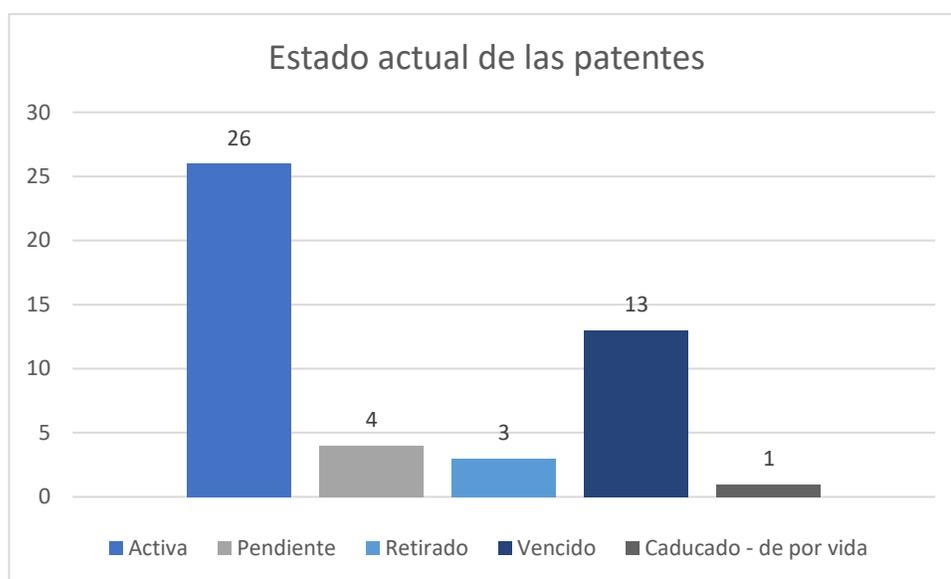


Nota: Se identificaron los años de publicación de los documentos patentados sobre la vibración del efecto chatter con sus referentes cantidades por año, Fuente propia Karen y Angie.

Por otro lado, teniendo en cuenta que la protección de las patentes se da por un lapso de tiempo de 20 años a partir de la fecha en que se realiza solicitud de la invención (Organización mundial de la propiedad intelectual, 2022), el estado de las publicaciones encontradas se comporta de la siguiente manera (visualizar Ilustración 3 *Estado actual de las patentes.*): Patentes que se encuentran activas a la fecha 26, patentes que ya perdieron el derecho exclusivo sobre su invención, bien sea porque se venció el plazo de duración de la patente o por incumplimiento en el pago de anualidad; es decir, que se encuentran

vencidas, en este estado se identifican 13 de ellas, además se encuentran 4 invenciones las cuales ya realizaron el proceso de solicitud y se encuentran pendientes por ser otorgada la licencia de patente, sin embargo también encontramos 1 de las patentes que se encuentra caducada de por vida y 3 de ellas retiradas.

Ilustración 3 *Estado actual de las patentes.*



Nota: Se identifico el estado actual de las patentes analizadas, Fuente propia Karen y Angie.

A continuación, en la Tabla 5. Clasificación de las patentes, se puede ver la relación de las patentes y los comentarios más relevantes.

Tabla 5. Clasificación de las patentes

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	Nº DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Method and apparatus for the suppression of regenerative chatter	Vencido	18/09/1974	A	1367613	Proporciona un metodo y aparato para controlar la velocidad de corte ya sea en encender o apagar los cambios de velocidad que produce en una maquina durante en la operacion de mecanizado. Se base en un detector de vibraciones la cual mide la vibracion de una herramienta de rectificadora de rodillos y por medio de un dispositivo de las instrucciones al dispositivo de control.
Chatter vibration suppressing method	Vencido	9/07/1996	B2	1996174379	Aplicacion de un metodo, mediante un controlador que concede comandos de movimientos de la herramienta de corte y la velocidad rotacional al aparato de mecanizado.
Method and apparatus for machining parts with variable stiffness	Pendiente	8/07/2020	A1	3677972	Establece un metodo y un sistema de restriccion para el motarizado de fresado inteligente por ende el controlador envia señales de control de voltaje al dispositivo de control y los ajustes que tienen restriccion de vibraciones por las señales de aceleracion; finalmente por el recolector de señales.
Online active type cutting chatter restraining system and method for intelligent milling motorized spindle	Activa	15/02/2017	B	106392753	Aplicación de una tecnologia de revision del estado de mecanizado la cual sirve para detectar la vibracion de una fresadora de alta velocidad.
C0 complexity and correlation coefficient-based milling chatter detection method	Activa	04/0/2015	B	104390697	

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	N° DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Method and device for controlling rotational shaft of machine tool	Activa	10/10/2014	B2	5628072	Esta invención se enfoca en proporcionar un metodo para controlar la rotación de un eje giratorio con el fin de eliminar la vibración generada durante el mecanizado de una herramienta. Dispositivo CPU que detecta los componentes de vibración de una maquina de herramienta la cual permite un procesamiento de analisis usando un filtro digital para analizar los componentes y llevar a cabo la informacion graficamente basado en los datos analizados.
Processing chatter detector and machine tool	Activa	25/10/2012	B2	2012206230	Enfoca un dispositivo dimensionador para medir el diametro exterior de una pieza de trabajo rectificadora por una muela abrasiva en una maquina rectificadora la cual evalua la cantidad de vibraciones en la superficie de trabajo en la rotación de la pieza de trabajo.
Chatter evaluation system	Activa	27/05/2021	A	2021079480	
Method and means for preventing regenerative chatter in a machine tool, particularly in a lathe	Vencida	10/07/1973	A	3744353	Se enfoca en un metodo para eliminar la vibración regenerativa que se produce durante el mecanizado de las piezas de una maquina herramienta especialmente a un torno
Method and system to control chatter vibration of machine tool using destructive interference effects	Registrada	21/04/2015	B	101514147	Se enfoca en un metodo y un aparato para controlar la vibración de la maquina herramienta usando efectos de interferencia destructivos que pueda mejorar la precisión y la iluminación de una pieza de trabajo al eliminar la vibración.

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	Nº DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Procedimiento de detección de un estado de vibración en la etapa de mecanización de una pieza de trabajo y/o una herramienta	Patente validada	20/03/2012	T3	2376922	Se enfoca en un procedimiento para detectar el estado de vibración de una pieza de trabajo mediante el uso de un dispositivo de rotación para las herramientas de mecanizado individuales.
Sistema activo de reducción de vibraciones	Patente Caducada	16/02/1997	T3	2095311	Esta invención se enfoca en un sistema activo de reducción de vibraciones que se puede emplear para reducir la vibración producida por una fuente que genera vibración ya sea periódica o casi periódica la cual conlleva transformadores, ventiladores centrífugos y axiales que producen ruido.
Electric spindle milling chatter regulation and control method and device based on self-adaptive fuzzy reasoning	Activa	23/07/2021	A	113156885	Se basa en un metodo de control de vibraciones de fresado con husillo electrico basando en razonamiento difuso autoadaptivo, radica modelo de fresado activo de acuerdo con los parametros modables y los parametros de proceso del sistema de fresado que utiliza los metodos de promediación y descritización para procesar los terminos de retraso de tiempo.
Milling chatter stability prediction method	Activa	9/07/2021	A	113094925	Esta patente se refiere a un metodo para predecir el criterio de estabilidad para determinar la corriente de una maquina fresadora que es establecida en condiciones de corte de la vibración de fresado la cual es utilizada en la entropia de Renyi para resolver la estabilidad de la señal obtenida de la simulación.

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	Nº DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Sistema de control activo de vibraciones	Patente Caducada	16/12/1998	T3	2121790	Se refiere a un sistema activo de vibraciones que se reduce en una sola zona donde la misma no es desechable o menos imposible tener unos sensores residuales
Metodo y dispositivo mejorado de corte de objetos por vibracion ultrasonica	Patente Caducada	1/03/1991	A6	2017815	Esta invención se enfoca en un sistema activo de reducción de vibraciones que se puede emplear para reducir la vibración producida por una fuente que genera vibración ya sea periódica o casi periódica la cual conlleva transformadores, ventiladores centrífugos y axiales que producen ruido.
Improved database for chatter predictions	Activa	28/09/2015	B2	2015168057	Aplicación de una base de datos para definir los márgenes de error e identificar en qué momento se debe corregir la operación.
Machining chatter intelligent suppression method based on chatter frequency	Activa	22/06/2016	B	105700477	Aplicación de un método algorítmico que permite suprimir las vibraciones generadas en el proceso de mecanizado CNC, basándose en las frecuencias de vibración del proceso.
Chatter vibration determination apparatus, machine learning device and system	Activa	3/09/2020	B2	2020138265	Proveer un aparato que tenga la función de determinar la aparición del efecto chatter de acuerdo con el estado de corte y además permita el ajuste de una condición de maquinado para reducir dicha vibración según sea necesario.

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	Nº DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Motorized spindle milling chatter robust active control method and active control system thereof	Activa	4/09/2018	A	108490789	La aplicación de un método de control activo robusto de chatter de fresado de husillo motorizado, mediante el cálculo en tiempo real de los parámetros de las vibraciones y el accionamiento del actuador en el husillo para regular o mitigar dicho efecto.
Method for forming chatter stability limit diagram	Activa	22/10/2012	A	2012200844	Aplicación de un diagrama de límite de estabilidad de vibración, este método es capaz de definir el rango de ajuste de las condiciones de mecanizado que permite efectuar el proceso sin generar vibraciones y por ende evitando las afecciones que genera el efecto chatter.
Improved chatter reduction in sliding mode control of a disk drive actuator	Patente Caducada	3/06/1998	B1	0845140	Dispositivo aplicable en el actuador de una unidad de disco duro por medio de un controlador de modo deslizante.
Cutter wear judgment method based on cutting chatter acceleration	Activa	25/05/2021	A	112828680	Método de medición en línea, basado en el monitoreo y relación matemática de ciertas características físicas causadas por el desgaste de la herramienta durante el proceso de corte de metales, con el objetivo de evaluar el desgaste de la herramienta de una maquina CNC, determinada según la magnitud o la tendencia del cambio.

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	N° DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Method for suppressing machining chatter	Activa	20/04/2018	B	107942953	Método y dispositivo para la detención de vibraciones; si el proceso de mecanizado se encuentra en proceso de incubación de las vibraciones que dan lugar a el efecto chatter, continua a la parte del control de la vibración por medio de un controlador PID, el cual se efectúa un parámetro de velocidad de husillo variable de la máquina-herramienta, con el que se cambia en tiempo real para lograr suprimir la vibración en la fase de incubación.
Vibration Suppressing Apparatus Of Machine Tool	Activa	4/12/2008	B2	2008290186	Dispositivo supresor de vibraciones generadas durante el proceso de mecanizado mientras se gira la herramienta de corte o el trabajo en una máquina-herramienta, por medio de la corrección de la velocidad de rotación del eje rotatorio.
Contact chatter detector.	Retirada	10/12/1986	A2	0204560	La invención se enfoca en aquellos dispositivos de contacto como lo son los relés, interruptores, disyuntivos de voltaje entre otros, con el objetivo de brindar un circuito que simplifique y automatice la prueba sísmica de los dispositivos eléctricos anteriormente mencionados.

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	N° DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Circuit arrangements for eliminating the effects of switch chatter	Vencida	21/12/1997	A	1495689	La invención se enfoca en eliminar las vibraciones que son causadas en la operación de los interruptores o relés mecánicos, se enfoca en los sistemas de relojes electrónicos, calculadoras electrónicas y disposiciones para separar múltiples señales digitales.
Máquina herramienta con un dispositivo para la supervisión de la colisión	Activa	24/06/2019	T3	2717630	Enfocado en máquina-herramienta de control numérico para la implementación de un dispositivo para la supervisión de colisión, que facilita una desconexión o parada de los husillos y de los ejes de avance en la máquina-herramienta en función del proceso de mecanizado, cuando las señales detectadas rebasan los límites de colisión, para poder impedir de manera eficiente y seguro daños en la máquina-herramienta.
Método para detección de vibración de aviso temprano y gestión de protección de activos	Activa	7/11/2017	T3	2640956	Es un método para detectar y abordar la vibración de cuchillas rascadoras de secadora Yankee.
Computer assisted detecting and restraining systems for cutting tool chatter	Vencido	2/06/2009	B2	7540697	Aplicación de múltiples sistemas (monitoreo de red, extracción de señal, detección de vibraciones y retención) que al funcionar en conjunto permiten la corrección del proceso.

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	Nº DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Rotational speed calculation device of machining device, chatter vibration evaluation device of machining device, and chatter vibration evaluation method of machining device	Vencido	15/06/2011	B2	4703315	Método que junto a un dispositivo y unos cálculos matemáticos basados en el análisis de las trayectorias de las vibraciones permite medir el número de revoluciones que permitirán la reducción de las vibraciones en el proceso de mecanizado de piezas.
On-line monitoring method and device for cutting chatter of machine tool	Activa	26/04/2022	B	112405072	Suministra un método y un dispositivo para el monitoreo en línea de las vibraciones de una máquina-herramienta basados en múltiples pasos matemáticos, iniciando por la captación de las señales de las vibraciones, con el fin dar lugar a una curva con características de entropía de valor singular que cambian con el tiempo para cumplir con la identificación y predicción del efecto chatter.
Method for vibration-optimizing a machine tool	Activa	27/11/2012	B2	US8317440B2	Dispositivo para la identificación y regulación de la velocidad y frecuencia del giro de la herramienta para la disminución de las vibraciones del proceso. Procesos de fresado simples. Se enfoca en el análisis y control de las vibraciones a través de la optimización de la velocidad de proceso.

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	N° DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Method and apparatus for monitoring the tool status in a machine tool with cyclic machining	Vencido	10/04/1985	B1	EP0077789B1	Método que se enfoca en monitorear el estado de la herramienta y de la pieza en el proceso de mecanizado, a través de la identificación de anomalías en la frecuencia de giro de la herramienta, que anticipa la generación de vibraciones superiores a un rango definido que puedan generar resultados de proceso no deseados.
Chattering vibration inhibiting mechanism of machine tool	Activa	4/06/2010	A1	US20070243033A1	La invención se enfoca en el mecanismo de soporte de la pieza, adaptando los componentes del husillo y que permita la adaptabilidad de sistema de tal forma que se eviten las vibraciones del efecto chatter en el proceso de mecanizado.
Inertia damper for suppressing vibrations in a machine tool	Activa	10/09/2014	B1	EP2708316B1	Inversión que se enfoca en la pieza y la herramienta. Dispositivo con amortiguadores inerciales que actúan como absorbedores y disipadores de energía producida por las vibraciones no deseadas del proceso y que regulan el avance de giro de la herramienta.
Device for stiffening and deadening vibrations of machine-tool parts	Caducado - de por vida	6/07/1971	A1	US3591304A	Dispositivo de reducción de vibraciones en las piezas de máquina- herramienta

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	N° DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
A kind of CNC milling machine	Vencido	23/11/2016	U	CN205702609U	Dispositivo que toma la base de una fresadora convencional CNC e incorpora mejoras en la base del area de trabajo de la pieza incorporando sistemas de amortiguación y adaptación a las vibraciones, evitando de esta manera el efecto chatter. Actualmente inactiva por no actualización del modelo
Machining vibration suppressing method and machining vibration suppressing apparatus for machine tool	Activa	29/12/2015	A1	US20130309034A1	la invención proporciona un método de supresión de vibraciones de mecanizado para una máquina herramienta que mecaniza una pieza de trabajo mientras gira una herramienta montada en un husillo principal.
Control system of milling machine	Activa	3/12/2013	B2	US8598827B2	Sistema de control para fresadora, conformado por los mecanismos, higo y motores en los tres ejes de mecanizado la fresadora que reduce el efecto chatter en el proceso de mecanizado de la fresadora.
System for suppressing chatter in a machine tool	Retirado	12/10/2016	A1	EP3078452A1	Esta invención propone un sistema para la supresión de vibraciones estructurales autoinducidas, conocidas como chatter, que afectan al ariete de máquinas herramienta

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	N° DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Method and system for reducing milling failure	Retirado	10/09/2008	A1	EP1967320A1	La invención se refiere a un método y un sistema para reducir la falla de fresado en una herramienta de maquinado debido a la coincidencia entre vibraciones (v1) causadas sustancialmente por fuerzas ejercidas mutuamente entre la herramienta de maquinado y un objeto que se está maquinando, y vibraciones (v2) que son causadas sustancialmente por resonancia mecánica por o en la propia herramienta de mecanizado y/o subsistemas de la herramienta de mecanizado.
Method for restricting vibration phenomenon in boundary between workpiece and tool	Pendiente	10/10/2019	A	JP2019171561A	La compensación consiste en sumar valores objetivo de posición de uno o más ejes sujetos a vibraciones para compensar total o parcialmente las vibraciones generadas por la aceleración de los ejes. Esta compensación es dinámica, es decir, se aplica durante la fase de aceleración y la posterior fase de velocidad constante.
Vibration suppression device and vibration suppression method	Activa	13/05/2020	A	JP2017138821A	El objetivo de esta invención es proporcionar el aparato de supresión de vibraciones y el método de supresión de vibraciones que pueden suprimir las vibraciones que generan un aparato mecánico.

Título Original	Estado	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN	N° DE PUBLICACIÓN	Descripción de la invención
Motor control device and industrial machine for suppressing vibration	Pendiente	10/12/2020	A1	US20200384593A1	La invención se refiere a un dispositivo de control de motores ya una máquina industrial, y más particularmente a un dispositivo de control de motores, una máquina industrial para la supresión de vibraciones.
Vibration damping system and machine tool	Pendiente	No publicado	A1	US20210404530A1	Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente Europea, número de serie 20182022.2, presentada el 24 de junio de 2020, de conformidad con 35 USC 119(a)-(d), cuya divulgación se incorpora aquí por referencia en su totalidad como si fuera completamente establecido en este documento.
Active compensation of mechanical vibrations and deformations in industrial processing machines	Vencido	16/11/2004	B2	US6819073B2	Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente alemana, número de serie 101 56 781.2, presentada el 19 de noviembre de 2001, de conformidad con 35 USC 119(a)-(d), cuya descripción se incorpora aquí como referencia.

Fuente: Con relación a la tabla se identificaron los nombres de las patentes, el estado de la patente si es vencida o esta activa, el año de publicación, tipo de publicación, numero de publicación y una descripción de que se trata la patente, Fuente propia de Karen y angie.

Fase 3. Análisis crítico de la información de patentes

A partir de la información de patentes identificada, y de la clasificación de las patentes, se relacionan los hallazgos más relevantes para la identificación del estado de la técnica requerido para el proyecto de Desarrollo de un dispositivo de monitoreo de procesos de fresado CNC para reducción de los efectos de chatter a través de control activo de parámetros de maquinado. Que se desarrolla en el marco del proyecto liderado por la facultad FIMEB de la Universidad Antonio Nariño.

Las patentes encontradas pueden ser clasificadas en dos grupos según la funcionalidad de la invención o según el sistema diseñado para mitigar los efectos de las vibraciones del efecto chatter. Por un lado, se identifican invenciones enfocadas a sistemas físicos de control y reducción del efecto chatter, que son dispositivos que mitigan de forma física las vibraciones, estos dispositivos están asociados a adaptaciones como amortiguadores o componentes del porta pieza o porta herramienta que se sincronizan para alcanzar mejores acabados en el proceso de mecanizado.

Por otro lado, se identifican invenciones enfocadas en sistemas de control a través de sensores y aplicativos informáticos que actúan en el proceso de mecanizado pasivamente lanzando alertas de la presencia del efecto chatter o automatizando los parámetros de mecanizado como la velocidad y frecuencia rotación, y algunos otros regulando el avance de la base de la pieza en los tres ejes, X, Y y Z. En algunas invenciones se identifican sistemas combinados, en donde se incorporan mecanismos activos y mecanismos pasivos de control de parámetros.

A continuación, se relacionan las principales características de las patentes identificadas y que son consideradas como referentes para el presente estado de la técnica, así mismo se relacionan las patentes que se encuentran activas y vigentes, aportando en el objetivo del reconocimiento tecnológico que se requiere para el diseño y configuración del dispositivo que viene desarrollando el proyecto.

Inventiones de Sistemas físicos

(Estados Unidos Patente n° 20070243033, 2010), La invención consiste en un mecanismo inhibidor de vibración de una máquina herramienta causada en el mecanizado por la máquina herramienta provista de un cabezal de husillo que lo soporta, equipado con una herramienta de manera giratoria, que comprende: un cuerpo de paquete en forma de caja unido a la cabeza del husillo; un elemento de soporte dispuesto en el cuerpo del paquete en forma de caja; y un amortiguador compuesto por un miembro elástico y un peso que son soportados por el miembro de soporte.

(OEP Patente n° 2708316, 2014) La invención se refiere a la supresión o atenuación de las vibraciones producidas en las máquinas herramienta durante los procesos de mecanizado, un amortiguador de inercia sintonizable que se acopla a la máquina herramienta para modificar la dinámica del proceso y evitar la presencia de vibraciones auto excitadas. los amortiguadores deben ajustar con precisión y rapidez su rigidez y amortiguamiento para funcionar de manera eficiente. El principio operativo esencial de un amortiguador de inercia es la sintonía entre el modo de vibración de la estructura a amortiguar y el modo de vibración del amortiguador, tanto en forma modal como de frecuencia. En el sector de la máquina-herramienta se añade un amortiguador

que, unido a la estructura de la máquina-herramienta, modifica la dinámica de uno de sus modos específicos de vibración, para evitar el fenómeno chatter. Más específicamente, se amortigua el modo de vibración que se autoexcita en el proceso de vibración.

(Estados Unidos Patente nº 20130309034, 2015) Se refiere a un método de supresión de vibraciones de mecanizado y un aparato de supresión de vibraciones de mecanizado para una máquina herramienta capaz de suprimir la aparición de vibraciones y el descascarillado de la herramienta durante el fresado y el corte, en particular durante el corte profundo como el mecanizado de desbaste. Se calcula una velocidad de rotación óptima a partir de la frecuencia propia de vibración del sistema en el que se produce la vibración y la frecuencia de vibración durante el mecanizado. Otro aspecto de la invención es que proporciona el método de supresión de vibraciones de mecanizado para una máquina herramienta, en el que la frecuencia de vibración de la vibración forzada es una frecuencia de vibración que es igual a la velocidad de rotación de la herramienta.

(Estados Unidos Patente nº 20200384593, 2020) Dispositivo de control de motor que incluye: una sección de detección de aceleración configurada para detectar una aceleración de un objeto de control; y una sección de control de aceleración configurada para controlar la aceleración de un motor que acciona el objeto de control en función de la aceleración detectada, en la que la sección de control de aceleración incluye un filtro de extracción de componente de vibración configurado para extraer un componente de vibración generado entre el motor y el objeto de control, y el filtro de extracción de componente de vibración cambia una frecuencia característica de filtro de acuerdo con al menos uno de una posición y una masa del objeto de control. Otro aspecto de la presente

descripción proporciona una máquina industrial que incluye un motor, un eje propio accionado por el motor, un objeto de control móvil por el eje propio y el dispositivo de control del motor descrito anteriormente. Otro aspecto de la presente invención proporciona una máquina industrial que incluye un motor, un eje propio movido por el motor, otro eje movido por un motor diferente al motor, un objeto de control móvil por al menos uno del eje propio y el otro eje, y el dispositivo de control del motor descrito anteriormente.

(Japón Patente n° 2020138265, 2020) Presenta un hardware que involucra un dispositivo, el cual determina las oscilaciones de las vibraciones, este es considerado como un dispositivo determinante del control de una máquina; también involucra un mecanismo de aprendizaje automático, el cual tiene en cuenta condiciones y datos del proceso, como es la velocidad de avance y velocidad de rotación de la herramienta de corte. Con este sistema implementado permite saber la ocurrencia o no del efecto chatter y a su vez la mejora de estas vibraciones, por medio del modelo de aprendizaje obtenido gracias a la relación generada entre las vibraciones oscilatorias y las condiciones del mecanizado.

(China Patente n° 107942953, 2018) La presente invención consiste en primer lugar, en el análisis de las condiciones de corte del mecanizado, con el fin de predecir el efecto chatter mediante la aplicación de ecuaciones diferenciales de retardo de tiempo para dar con el analizar del diagrama de lóbulo de estabilidad y poder pronosticar los parámetros de mecanizado de la vibración que se encuentran fuera de la línea; en segundo lugar, se identifica el estado de desarrollo en línea de las vibraciones tipo chatter, basados

en diferentes tecnologías de procesamiento de señales para lograr la detección en línea de vibraciones chatter, para finalmente realizar el control de la vibración por medio de un controlador PID, donde las técnicas de control de la vibración varían ampliamente y se dividen aproximadamente en control activo y control pasivo.

(Japón Patente nº 2008290186, 2008) La invención reside en un dispositivo supresor de vibraciones el cual es capaz de distinguir entre vibración forzada y vibración regenerativa y poder obtener instantáneamente la velocidad de rotación óptima de corrección en cada caso, esto por medio de la detección de la aceleración de vibración del eje giratorio, desplazamiento o presión sonora en un periodo de tiempo; se realiza un análisis de Fourier calculando la frecuencia de vibración y la vibración en el dominio de frecuencia, si esta supera un umbral predeterminado, por medio computacional se calculan unos parámetros basados en ecuaciones que determinaran la velocidad de rotación óptima del eje rotatorio que será capaz de suprimir la vibración causada.

(España Patente nº 2717630T3, 2019) La patente consiste en un dispositivo para supervisión de la colisión en una máquina-herramienta de control numérico, este dispositivo comprende un sensor de colisión, el cual capta señales que cuando supera el valor límite de colisión establecido se realiza la desconexión rápida o una parada de emergencia en la máquina herramienta, en la que se detienen el accionamiento del husillo de trabajo y los accionamientos de los ejes de avance, esto a través del control programable con memoria a (SPS, en inglés PLC para Control Lógico Programable), con la finalidad de evitar deformaciones en la pieza y el deterioro del husillo o la misma máquina-herramienta.

(China Patente n° 112405072, 2022) Plantea un método y dispositivo para el monitoreo en línea del mecanizado de la pieza de una máquina-herramienta; iniciando con la captación de señales de vibraciones, posteriormente se realiza la transformada rápida de Fourier, donde se localiza el valor máximo de amplitud del dominio de frecuencia; luego se ejecuta la descomposición de paquetes de ondículas que darán lugar a las características de reconstrucción para la ejecución de la matriz bidimensional donde se extraen característica de entropía de valor singular para generar la curva que cambia al pasar del tiempo y permite identificar o predecir si el efecto chatter se origina en el proceso.

(Estados Unidos de America Patente n° 3744353, 1973) Según Rohs H en el año 1973, consiste en cambiar la velocidad de corte mientras mecaniza la misma superficie de la pieza efectuando la frecuencia con las ondas u ondulaciones que impacte sobre la herramienta y no aumente la amplitud de las vibraciones que ocasionan el castañeteo particularmente a un entorno.

Invenciones de sistemas de control

(OEP Patente n° 3677972, 2020) Según Gou Changsheng en el año 2020, en esta patente se establece con base un método para mecanizar piezas con rigidez variable, se relaciona mediante un controlador este almacena datos en la computadora, en la cual recopila información cuando son ejecutadas por el controlador; dando que determina un gráfico de diagrama de lóbulo de vibración del conjunto herramienta de corte y con esto el controlador determina una velocidad de rotación libre de vibraciones.

(Estados Unidos Patente n° US8317440B2, 2012) plantea un método para la optimización de la vibración de una máquina herramienta, el usuario define una velocidad de procesamiento, ya sea fija o escalonada y manual, la invención monitorea las vibraciones y define un rango de frecuencia óptimo en el que se disminuyen las vibraciones del efecto chatter en el proceso de mecanizado, regulando la velocidad del proceso dentro del rango establecido de proceso. La velocidad aumenta y disminuye en función de la velocidad objetivo. La invención logra detectar la severidad de la vibración y realizar ajustes en la velocidad de proceso para evitar el incremento del efecto chatter en el proceso.

(Estados Unidos Patente n° 8598827, 2013) Sistema de control de fresadora que puede aumentar la velocidad de mecanizado de una pieza de trabajo, acortando el tiempo de procesamiento y aumentar la eficiencia de fabricación de la fresadora. El dispositivo tiene un brazo superior, un husillo que se extiende de forma giratoria a través del brazo superior y está conectado a un cortador, un motor de husillo para impulsar la rotación del husillo y un motor del eje X, un motor del eje Y y un motor del eje Z para impulsar movimiento del antebrazo a lo largo del eje X, el eje Y y el eje Z, respectivamente. El sistema de control incluye un sensor de vibración para ser montado en el brazo superior para detectar un nivel de vibración del eje y para generar una señal de vibración.

(Estados Unidos Patente n° 20130309034, 2015) La presente invención se refiere a un método de supresión de vibraciones de mecanizado y un aparato de supresión de vibraciones de mecanizado para una máquina herramienta capaz de suprimir la aparición de vibraciones y el descascarillado de la herramienta durante el fresado y el corte, en

particular durante el corte profundo como el mecanizado de desbaste. Se calcula una velocidad de rotación óptima a partir de la frecuencia propia de vibración del sistema en el que se produce la vibración y la frecuencia de vibración durante el mecanizado. Otro aspecto de la invención es que proporciona el método de supresión de vibraciones de mecanizado para una máquina herramienta, en el que la frecuencia de vibración de la vibración forzada es una frecuencia de vibración que es igual a la velocidad de rotación de la herramienta.

(Japón Patente nº 2017138821, 2020) La invención consiste en una vibración de un dispositivo de servocontrol que genera una vibración que tiene una fase opuesta a la de la vibración al cambiar el comando de posición de manera impulsiva para cancelar la vibración generada durante el posicionamiento de una máquina que tiene un mecanismo de accionamiento de avance. como un motor. Se describe un método de supresión. El método toma una señal de posición de un sensor instalado en un motor, compara la señal de comando de posición con el valor final de la señal de comando de posición y provoca que se produzca un sobre impulso cuando la señal de posición excede la señal de comando de posición. Y una señal similar a un impulso que tiene una fase opuesta a la anterior.

(Japón Patente nº 2015168057, 2015) La patente consiste en un sistema de base de datos, se crea una base de datos de chatter central la cual es alimentada con datos de las condiciones de mecanizado de una máquina herramienta y de datos de condiciones de chatter, estos datos son recopilados de al menos dos herramientas de mecanizado individuales (bien sean fresadoras, torneadoras, taladradoras o mandrinadoras), las cuales

hacen parte del sistema de base de datos de chatter, de esta forma los datos llegan directamente a la base de datos central de chatter por medio de una conexión de datos que permite generar posteriormente mapas de estabilidad de chatter basados en las condiciones encontradas.

(China Patente n° 105700477, 2016) La invención plantea un método algoritmo que permite extraer las características de las señales (señales de sonido) en el proceso de mecanizado CNC y detectar por medio de una comparación si el proceso ha empezado la etapa inicial del efecto chatter, si es así, para realizar la corrección del proceso, se efectúa un cálculo externo de la frecuencia óptima y el valor de amplitud óptimo de la señal y este es transmitido al sistema CNC en tiempo real para su ejecución y corrección periódica.

(China Patente n° 108490789, 2018) La patente propone un método de control activo robusto para la vibración del fresado de husillo motorizado, logrando esto por medio de la detención de una vibración que dará inicio a la aplicación de una determinada estrategia de control mediante el establecimiento de un modelo matemático y el diseño del algoritmo de control, el cual está basado en el análisis de los parámetros dinámicos del sistema, teniendo esto, se impulsa el actuador piezoeléctrico para ejercer la fuerza de control activa al sistema de husillo motorizado con el objetivo de control para lograr suprimir o eliminar la vibración.

(China Patente n° 112828680, 2021) Plantea un método para la evaluación del desgaste de la herramienta de una máquina CNC en tiempo real, basado en la recopilación de señales de la aceleración de la vibración de corte recolectadas por el

sensor de absorción magnético, la cual son enviadas y analizadas por medio de la transformada rápida de Fourier donde se el sistema de análisis, procesamiento de datos y señales dinámicas, determina automáticamente el estado de desgaste de la herramienta.

(Porcelana Patente nº 113156885, 2021) Según Li Xiaohu en el año 2021, esta invención se refiere a un método y dispositivo que se aplica a un husillo eléctrico de fresado basado en un razonamiento difuso auto adaptativo, la cual comprende en establecer un control activo de fresado, es un tipo de vibración autoestimada que ocurre en el proceso de fresado por lo tanto este afecta la calidad de la superficie de la pieza de trabajo. el objetivo de esta patente es un método para controlar la vibración de chatter de fresado de husillo eléctrico basado en racionamiento auto adaptativo que resuelve la limitación de que solo los parámetros de procesamientos específicos son aplicables en el algoritmo de control convencional y tiene un mejor rendimiento en el para el autocontrol este método puede suprimir eficazmente la vibración durante el proceso de fresado.

(China Patente nº 11309495, 2021) Según Li Zhongqun en el año 2021, esta invención se refiere a un método para detectar defectos de patrones de vibración en la superficie de la pieza mecanizada esencialmente en la estabilidad de vibración de molienda con buena versatilidad y alta precisión de predicción, el objetivo de esta patente es un método para predecir la estabilidad de la vibración de fresado que se utiliza en la entropía de Rényi para determinar la estabilidad de la señal en el dominio del tiempo obtenido en la simulación.

Conclusiones

Este proyecto tuvo como uno de sus objetivos una investigación exhaustiva para el estado del arte, en la cual se identificaron ciertas metodologías y dispositivos que son utilizados o han sido utilizados para el monitoreo y control del efector chatter, con base a estos documentos destacando los más relevantes para la investigación, se llevó a cabo la consulta de invenciones patentadas en dos de las grandes bibliotecas de patentes a nivel mundial patentscope y google patents, donde allí se identificaron 47 patentes destacando que los países con más invenciones patentadas sobre dispositivos o métodos para el monitoreo y control del efecto chatter son Japón, China y Estados Unidos, por consiguiente se evidencia que los investigadores de estos tres países son los más interesados en solucionar las problemáticas que causa el efecto chatter, de igual forma quedando registrado que en los últimos años se ha dado un mayor interés en la creación y mejora de dispositivos y métodos para el monitoreo y control del efecto chatter.

Con base a las 47 patentes determinadas, se realizó una evaluación crítica, donde se determinaron aquellas invenciones que van de la mano con el propósito del desarrollo del proyecto que viene generando la facultad FIMEB, donde se definieron dos categorías para la clasificación de las patentes; en primer lugar, se encuentra los sistemas físicos, donde aquí se identificaron todas aquellas patentes que en su solución implementan un dispositivo, bien sea aplicado en la herramienta de corte o en la máquina de fresado CNC y como contrapartida la clase de sistemas de control, allí se consideraron todas aquellas patentes que involucran el análisis de las características del proceso de mecanizado donde implementan métodos matemáticos, algorítmicos y sensores para la captación de las

señales de vibraciones regenerativas, que permiten la detención, mitigación y en el mejor de los casos la eliminación del efecto chatter.

Para finalizar, esta recolección de datos y análisis permite a los investigadores del proyecto de la facultad de FIMED tener una visión un poco más clara de las invenciones que ya cuentan con licencia de patentabilidad sobre la temática de interés que son las soluciones que se han patentado para el monitoreo, mitigación y eliminación del efecto chatter en máquinas-herramientas CNC.

Recomendaciones

Con los resultados obtenidos en el presente documento, se pudo identificar la existencia de múltiples invenciones patentadas enfocadas la identificación y mitigación del efecto chatter en el proceso de fresado CNC y manual, que están asociadas al desarrollo que viene generando el proyecto de la facultad FIMEB en el marco del proyecto financiado por el VCTI de la Universidad Antonio Nariño, por lo cual se recomienda tener en consideración las siguientes recomendaciones:

- Se debe reunir el equipo técnico del proyecto con el fin de delimitar las características relevantes del dispositivo que se viene desarrollando, en donde se especifiquen los sistemas que se proponen implementar, las tecnologías propuestas, sistemas de control y sistemas activos en la máquina. Además de priorizar los aportes principales del diseño que se van a considerar como los rasgos característicos de la innovación del diseño que se viene gestando.
- Una vez identificadas las características técnicas y tecnológicas del desarrollo, se debe comparar con las patentes identificadas en este documento, para establecer cuáles son las invenciones que mayor relación tienen con el diseño propio y a su vez, lograr fortalecer las características de innovación del dispositivo que se está desarrollando.
- Una vez se identifiquen las patentes específicas que puedan ser homologables, se debe realizar un análisis crítico individual con cada una de las invenciones destacando las similitudes, diferencias y demás características

que den la guía al equipo de diseño para potenciar el diseño del dispositivo que se pretende obtener del proyecto.

- Finalmente se recomienda solicitar una asesoría especializada en la SIC con el fin de realizar un análisis técnico y jurídico del desarrollo y de esta forma iniciar el proceso de construcción de la solicitud de patente que el proyecto espera obtener al finalizar los objetivos del mismo.

Referencias

- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite—State of the art. *Dental Materials*, 27, 29-38.
Recuperado el 2021, de <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>
- Altintas, Y. (2020). Estabilidad de vibracion del fresado asistido por vibracion sincronica. *Science Direct*, 76-86.
- Barbosa, J., Barbosa, J., & Rodríguez, M. (2013). Revisión y análisis documental para estado del arte: una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas. *Investigación bibliotecológica*, 83-105. Recuperado el 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-358X2013000300005&script=sci_abstract
- Caixu, Y., Haining, G., Xianli, L., Steven, L., & Lihui, W. (2019). A review of chatter vibration research in milling. *Chinese Journal of Aeronautics*, 215-242. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1000936119300147>
- Changsheng, G., Zhigang, W., & Fromerth, E. (2020). *OEP Patente n° 3677972*.
- Chenxi wang, R. y. (2019). Variacion de la velocidad del husillo de multiples armonicos para la supresion de la vibracion del fresado y la optimizacion de los parametros. *Science Direct*, 268-274.
- Estrada, É., San Martín, A., & Jacques, F. (2021). State of the art on immersive virtual reality and its use in developing meaningful empathy. *Computers & Electrical Engineering*, 93. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S004579062100255X>

- Ferreira, M., Santos, W., & Espidola Diaz, J. (2019). GROUND STATION FOR MINIATURIZED SATELLITES: A STATE OF ART SURVEY: Estado del arte sobre estaciones terrenas para pequeños satélites. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 19, 56-63. Recuperado el 2021, de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/view/12208
- Fuentes, R. (2017). *SUPRESIÓN DE INESTABILIDADES DINÁMICAS (CHATTER) EN MAQUINADOS DE ALTA VELOCIDAD MEDIANTE LA MODULACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA HERRAMIENTA DE CORTE*. Obtenido de <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/164/1/FuentesMoralesRosaFabiola%20MMANAV2017.pdf>
- Gómez, M., Galeano, C., & Jaramillo, D. (2015). EL ESTADO DEL ARTE: UNA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN THE STATE OF THE ART: A RESEARCH METHODOLOGY. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 423-442. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10495/6843>
- Gorostidi, J. M., Rejado, G. A., & Altuna, M. G. (2014). *OEP Patente n° 2708316*.
- Grupo Atico34. (s.f.). *Estado de la técnica ¿Por qué es importante la novedad antes de patentar?* Obtenido de Grupo Atico34: <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/estado-de-la-tecnica/>
- Guevara, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Folios*, 165-179. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-48702016000200011&script=sci_abstract&tlng=es

- H, R. (1973). *Estados Unidos de America Patente n° 3744353*.
- Hashimoto, K., Fukunaga, O., & Hoshi, t. (2010). *Estados Unidos Patente n° 20070243033*.
- Heidelberg, B. (2018). Fabricacion asistida por computadora. *Ingenieria de referencia de Springer*.
- Hiroshi, I., & Toshiya, S. (2015). *Estados Unidos Patente n° 20130309034*.
- Inagaki, H., & Shikama, T. (2015). *Estados Unidos Patente n° 20130309034*.
- INAPI (Ministerio de Economia, Fomento y Turismo). (2012). Busqueda del estado de la tecnica patentes de invencion modelos de utilidad. Obtenido de https://www.inapi.cl/portal/institucional/600/articles-979_recurso_1.pdf
- Industria y Comercio Superintendencia. (2017). *Guía de búsqueda de Patentes*. Obtenido de <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/092017/cartilla-guia-busqueda-patentes-version-final.pdf>
- IZARRO. (2007). *Manufacturing Technology*. Obtenido de Las vibraciones en mecanizado: un enemigo vencible: <https://www.izaro.com/las-vibraciones-en-mecanizado-un-enemigo-vencible/c-1297420113/>
- Jianjin wang, H. z. (2016). Analisis de chatter del proceso mecanizado robotico. *Science Direct*, 301-309.
- Kallewaard, V., González, H., & Vivancos, J. (2006). MODELOS PARA LA PREDICCIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN PROCESOS DE MECANIZADO CON ARRANQUE DE VIRUTA: REVISIÓN

- BIBLIOGRÁFICA. *Scientia Et Technica*, 201-206. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911652036>
- Kettemer, R. (2019). *España Patente n° 2717630T3*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/ES2717630T3/es?q=control+de+vibraciones+fr-esadora&oq=control+de+vibraciones+fresadora>
- Koki, O., & Kenta, Y. (2020). *Japón Patente n° 2020138265*. Obtenido de https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=JP305886524&_cid=P12-L33NF0-39649-2
- Laitón Ángel, S. Y., & López Lozano, J. (2018). Estado del arte sobre problemáticas financieras en pymes: estudio para América Latina. *EAN*, 163-179. doi: <https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2056>
- López, D. (24 de Octubre de 2016). *Investigación y desarrollo (I+D)*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-desarrollo-id.html>
- Minh-Quang, T., Meng-Kun , L., & Mahmoud , E. (2021). Effective multi-sensor data fusion for chatter detection in milling process. *ISA Transactions*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019057821003724?via%3Dihub>
- Monnin, J., & Besuchet, J.-P. (2015). *Japón Patente n° 2015168057*. Obtenido de https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=JP274046793&_cid=P22-L324M3-90421-1

- Monnin, J., Kusterb, F., & Wegener, K. (2014). Modeling Errors influencing Active Structural Methods for Chatter. *Procedia CIRP*, 14, 494-499. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827114001802>
- Nakamura, T., & Ikai, S. (2020). *Estados Unidos Patente n° 20200384593*.
- Norikazu, S., Eiji, S., & Hiroshi, I. (2008). *Japón Patente n° 2008290186*. Obtenido de https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=JP271594720&_cid=P12-L33UT3-06114-11
- Oficina Española de Patentes y Marcas. (2018). *Las patentes como fuente de información tecnológica y comercial*. Obtenido de http://www.oepm.es/export/sites/oepm/comun/documentos_relacionados/Publicaciones/Folletos/Patentes_Fuente_Inform_Tecnolog.pdf
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2007). *Aprender del pasado para crear el futuro: invenciones y patentes*. Obtenido de https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/patents/925/wipo_pub_925.pdf
- Organización mundial de la propiedad intelectual. (s.f.). *Guía de la OMPI para la utilización de información de patentes*. Obtenido de http://www.buenaspracticassottis.unam.mx/interiores/herramientas/PI/wipo_info_patentes.pdf
- Quintana, G., & Ciurana, J. (2011). Chatter in machining processes: A review. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 51, 363-376. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0890695511000022>

- Ramirez , L. (2017). *Modelado y análisis de vibraciones en el proceso de fresado*. Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado el 2021, de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/68075>
- Roders, J. (2012). *Estados Unidos Patente n° US8317440B2*.
- Rojas , S. (2007). El estado del arte como estrategia de formación en la investigación. *Studiositas*, 2, 5-14. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/504>
- Ruiz Velásquez, H., & Bernal Moreno , C. (2014). *Estado del arte de los trabajos de grado realizados en el programa de licenciatura en educación básica con énfasis en humanidades e idiomas de la facultad de ciencias de la educación de la Universidad Libre desde el 1° sem de 2009 al 1° sem de 2013*. UNIVERSIDAD LIBRE. Recuperado el 2021, de <https://hdl.handle.net/10901/7938>
- Sabalza, X., Munoa, J., Mugica, I., Uribe Etxeberria, R., & Lizarralde, R. (s.f.). Incremento de la capacidad productiva de las fresadoras mediante la reducción del efecto del chatter utilizando actuadores inerciales. *XV Congreso de Máquinas-Herramienta y Tecnologías de Fabricación*, (págs. 817-826). San Sebastian, España. Obtenido de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00998127>
- Sánchez, A. (2020). *Modelo dinámico de procesos de fresado CNC en varios materiales para implementación de un sistema de monitoreo de vibraciones chatter*. Universidad Antonio Nariño. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/1469>
- Sotavento. (2018). Supresion de la vibracion de chatter de un centro de maquina CNC. *Sciende Direet*, 551-560.

- Sun, Y., Jia, J., Xu, J., Chen, M., & Niu, J. (2021). Path, feedrate and trajectory planning for free-form surface machining: A state-of-the-art review. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1000936121002156>
- Tang, C.-H., Wang, C.-S., Juan, Y. L., Chen, T.-R., & Chan, P. (2013). *Estados Unidos Patente n° 8598827*.
- Tecnopatent. (s.f.). *¿Qué es el Estado de la técnica? ¿Por qué es importante antes de patentar?* Obtenido de Tecnopatent-Expertos en propiedad industrial: <https://tecnopatent.com/estado-de-la-tecnica/>
- Terada, G., Kojima, T., Nomura, H., Kurahashi, H., Sato, R., & Takasuka, Y. (2020). *Japón Patente n° 2017138821*.
- Universidad de la República. (s.f.). *Búsqueda del estado de la técnica*. Obtenido de Universidad de la República: <https://www.propiedadintelectual.udelar.edu.uy/busqueda-del-estado-de-la-tecnica/>
- Universidad Francisco de Paula Santander. (2021). *Guía práctica de Búsqueda sobre el Estado de la Técnica de Invenciones*. Obtenido de <https://ww2.ufps.edu.co/public/archivos/pdf/42b89e1abc815c25c8b83cb600dad675.pdf>
- Valencia, T., Rivera, S., & Sánchez, N. (2017). Potencial en el uso de la consulta de patentes para determinar el estado de la técnica. Análisis en microredes con energías renovables. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 17, 16-22. Recuperado el 2021, de <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2445>

XIAOHU, L. (2021). *Porcelana Patente n° 113156885*.

Xingwu, Z., Xing, Z., Jinxin, L., & Xuefeng, C. (2018). *China Patente n° 108490789*.

Obtenido de

https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN226043926&_cid=P12-L33NF0-39649-2

Youxi, L., Tianyi, L., Juanyan, Z., & Jianguo, C. (2021). *China Patente n° 112828680*.

Obtenido de

https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN325820229&_cid=P12-L33UT3-06114-10

Zheng H, W. H. (2021). Investigacion sobre la metodologia de prediccion de estabilidad de fresado 3D en condiciones de corte variable. *Scopus*, 226-232.

Zhenhua, X., Longyang, D., Yuxin, S., & Jianhua, W. (2018). *China Patente n°*

107942953. Obtenido de

https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN215333195&_cid=P12-L33UT3-06114-11

ZHONGQUN, L. (2021). *China Patente n° 11309495*.

孙宇昕, 熊振华, 庄春刚, & 朱向阳. (2016). *China Patente n° 105700477*. Obtenido de

https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN175099455&_cid=P22-L324M3-90421-1

许黎明, 邢诺贝, 赵达, 刘福军, & 周超. (2022). *China Patente n° 112405072*. Obtenido

de

[https://patents.google.com/patent/CN112405072B/en?q=chatter&oq=chatter&pag](https://patents.google.com/patent/CN112405072B/en?q=chatter&oq=chatter&page=4)

e=4

Anexos

Anexo 1. Matriz estado del arte sobre los dispositivos o metodologías empleadas para el control o mitigación del efecto chatter

Nº	LINK / ENACE	TÍTULO	AÑO	EXPANSIÓN	REGIÓN/CIUDAD	NOTA
1	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S08857702104457X	Machine vision based condition monitoring and fault diagnosis of machine tools using information from machined surface texture: A review	2012	INTERNACIONAL	En el presente artículo se menciona la importancia de tener un revision exhaustiva de los procedimientos de fresado basados en monitoreo del estado gracias a la visión artificial donde las variables no han sido revisadas de manera exhaustiva por lo que se hace un recuento de los diferentes procedimientos de mecanizado.	Es el presente artículo se menciona la importancia de tener un revision exhaustiva de los procedimientos de fresado basados en monitoreo del estado gracias a la visión artificial donde las variables no han sido revisadas de manera exhaustiva por lo que se hace un recuento de los diferentes procedimientos de mecanizado.
2	https://www.researchgate.net/publication/305250000	State of the art on immersive virtual reality and its use in developing meaningful empathy	2021	INTERNACIONAL	Realiza un estado del arte entre los periodos 2015 y 2020 sobre el uso de la realidad virtual para promover el desarrollo de la capacidad empática con implementaciones en contextos educativos. Como resultados del estado del arte realizado concluyen que en estos últimos años no hay suficientes estudios para la determinación de su uso en la educación, dado esto se ha hecho evidente la necesidad de realizar más investigación específica sobre el tema.	Esta investigación muestra que al realizar estados del arte se pueden dar situaciones o problemas que requieran de investigación científica lo que hace que sea un ciclo constante de recopilación de información y el continuo avance y descubrimiento de algún tema en específico.
3	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010677410041724	Effective multi-sensor data fusion for chatter detection in milling process	2021	INTERNACIONAL	Realiza un método que busca ser económico y sencillo en comparación con otros métodos tradicionales para la detección de vibraciones en el proceso de fresado, esto mediante una fusión entre datos generados por multisensores y aplicación del método de eliminación de características recursivas para la detección del efecto chatter, donde los datos varían dados por la descomposición de paquetes de ondas para analizar las señales de sonido y de vibración a detalle.	Esta metodología se considera sobresaliente ya que puede ser eficaz para detección del efecto chatter en procesos industriales ya que posee una mayor precisión que los equipos tradicionales.
4	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S10008111004156	Path, feedrate and trajectory planning for free-form surface machining: A state-of-the-art review	2021	INTERNACIONAL	En el informe se realizó un estado de la técnica sobre avances de la investigación en el mecanizado de superficies de forma libre. Para esta revisión se consideraron tres puntos principales que están dados por la generación de la trayectoria de la herramienta, la programación de la velocidad de avance en el espacio cartesiano y la planificación de la trayectoria en el espacio de las articulaciones tanto para el mecanizado CNC como para el mecanizado por robot, para luego determinar dificultades y problemas claves.	La revisión de este artículo permite conocer información actualizada sobre un tema a desarrollar, lo que permite la obtención de datos actuales.
5	https://www.researchgate.net/publication/359254719	On-line chatter detection in milling with hybrid machine learning and physics-based model	2021	INTERNACIONAL	Consiste en un sistema automático que detecta las vibraciones físicamente, cuyos datos son recopilados para poder transmitirlos a la red en estos diferentes estados: corte de aire, entrada y salida de la pieza de trabajo, corte estable y condiciones de vibración. Con esto se reducen las vibraciones hasta en un 98.9%.	Esta investigación detecta vibraciones físicamente que transmito a la red con una reducción hasta el 98.9% de las vibraciones puesto que ayuda a identificar los cortes de aire, entrada y salida de las piezas.
6	https://www.researchgate.net/publication/359977382	On-line chatter detection in milling using fast kurtogram and frequency band power	2021	INTERNACIONAL	Se basa en la utilización de las herramientas SK(kurtosis espectral) y RK(kurtograma rápido), en donde estas ayudan a mejorar las vibraciones y el corte inestable haciendo mucho mejor el proceso de fresado.	Esta investigación es importante ya que nos habla de las mejoras de las vibraciones y el corte en el proceso de fresado con ayuda de las herramientas de IA.
7	https://www.researchgate.net/publication/359254719	Investigación sobre la metodología de predicción de la estabilidad de fresado 3D en condiciones de corte variables	2021	INTERNACIONAL	Este artículo se basa en tener un modelo el cual considera la amortiguación y el comportamiento dinámico asimétrico del punto control de las herramientas, esto controlando el tiempo de fresado para saber cuando se está saliendo de los límites permitidos. También se consideran variables como la velocidad de rotación, la profundidad de los cortes axiales y los anchos de corte radiales.	La revisión de este artículo permite conocer desde otro punto de vista los pruebas de fresado en diferentes condiciones de cortes, los tiempos para saber si está saliendo de los límites permitidos y la rotación.
8	https://www.researchgate.net/publication/359254719	Análisis de estabilidad de la vibración de fresado con múltiples interacciones herramienta-pieza y efectos de la estructura y la vibración en el sistema.	2021	INTERNACIONAL	Este trabajo se basa en un modelo el cual controla la velocidad en el comportamiento herramienta-pieza, esto para poder tener controladas también interacciones como la generación, la amortiguación, el acoplamiento de la estructura y la vibración en el sistema.	esta investigación se considera relevante ya que hay un modelo que puede controlar la velocidad de san herramienta o pieza sin necesidad de hacerlo manual.
9	https://www.researchgate.net/publication/359254719	Detección inteligente de chatter para máquina CNC basada en la estrategia de selección multifunción RFE	2021	INTERNACIONAL	Este artículo expone un método para poder detectar las vibraciones creadas por la herramienta, en el cual se sigue una serie de pasos como: 1. Obtener las señales de detección por medio de un sensor para procesarlas y posteriormente evaluar el ruido. 2. Analizar la conexión entre el estado del sistema y las diferentes características del dominio de frecuencia, dominio de frecuencia y dominio no lineal. Por último se utiliza un software para procesar toda la información y detectar esas vibraciones.	este artículo permite conocer desde otro punto de vista los métodos para detectar un vibracion creada con herramientas y sus diferentes sensores.
10	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7599.2021.00866.x	Surface Integrity of Ultrasonically-Assisted Milled Ti6Al4V Alloy Manufactured by Selective Laser Melting	2021	INTERNACIONAL	En este estudio se hace una comparación entre un método convencional de fresado con un método de fresado vertical asistido por Ultrasonido, en donde se analiza la velocidad como variable principal de seguimiento, encontrando que el acabado con el método asistido por ultrasonido generó mejores resultados, y reduciendo los efectos de vibración o chatter. Las variables analizadas en el acabado de la pieza son la rugosidad y textura.	En este estudio se hace una comparación entre un método convencional de fresado con un método de fresado vertical asistido por Ultrasonido, en donde se analiza la velocidad como variable principal de seguimiento, encontrando que el acabado con el método asistido por ultrasonido generó mejores resultados, y reduciendo los efectos de vibración o chatter. Las variables analizadas en el acabado de la pieza son la rugosidad y textura.
11	https://www.researchgate.net/publication/359254719	On-line chatter detection in milling using fast kurtogram and frequency band power	2021	INTERNACIONAL	En el presente artículo se explicará un método de detección de vibraciones utilizando herramientas para localizar el componente no estacionario en la señal de fuente síncrona. El método es verificado mediante experimentos de molienda y fueron analizadas variables como frecuencia y velocidad que luego de ser ensayadas arrojaron resultados de detección satisfactorios.	En el presente artículo es explicado un método de detección de vibraciones utilizando herramientas para localizar el componente no estacionario en la señal de fuente síncrona. El método es verificado mediante experimentos de molienda y fueron analizadas variables como frecuencia y velocidad que luego de ser ensayadas arrojaron resultados de detección satisfactorios.
12	https://www.mdpi.com/2076-3471/11/9/4203	An Updated Method for Stability Analysis of Milling Process with Multiple and Distributed Time Delays and Its Application	2021	INTERNACIONAL	En este artículo, fue presentado un método para la predicción de estabilidad en el que se analizaron variables como rigidez, tiempo, velocidad y los resultados arrojados muestran que la aplicación del proceso puede lograr una mayor supresión de la vibración del fresado en la práctica.	En este artículo, fue presentado un método para la predicción de estabilidad en el que se analizaron variables como rigidez, tiempo, velocidad y los resultados arrojados muestran que la aplicación del proceso puede lograr una mayor supresión de la vibración del fresado en la práctica.
13	https://www.researchgate.net/publication/359254719	Vibration-free surface finish in the milling of a thin-walled part using a cam startch suppression	2021	INTERNACIONAL	Este trabajo propone se presentará un método innovador de supresión de vibraciones que se basa en la propiedad de espesamiento de la suspensión de almidón de maíz. La influencia del almidón de maíz en la supresión de vibraciones se analiza en el dominio de la frecuencia y el análisis teórico junto a la experimentación, demuestra que el método de espesamiento de la suspensión de almidón de maíz puede ser utilizado para suprimir las vibraciones de chatter en el procesamiento de superficies.	Este trabajo propone se presentará un método innovador de supresión de vibraciones que se basa en la propiedad de espesamiento de la suspensión de almidón de maíz. La influencia del almidón de maíz en la supresión de vibraciones se analiza en el dominio de la frecuencia y el análisis teórico junto a la experimentación, demuestra que el método de espesamiento de la suspensión de almidón de maíz puede ser utilizado para suprimir las vibraciones de chatter en el procesamiento de superficies.
14	https://www.researchgate.net/publication/359254719	Can mode coupling chatter happen in milling?	2021	INTERNACIONAL	En este estudio, se investigan las vibraciones de chatter de acoplamiento de modo en operaciones de fresado, donde se observó que la estabilidad de las pruebas dependía de la velocidad del husillo y la profundidad de corte. Sin embargo, los resultados no cumplen con las pruebas de estabilidad de fresado.	En este estudio, se investigan las vibraciones de chatter de acoplamiento de modo en operaciones de fresado, donde se observó que la estabilidad de las pruebas dependía de la velocidad del husillo y la profundidad de corte. Sin embargo, los resultados no cumplen con las pruebas de estabilidad de fresado.
15	https://www.researchgate.net/publication/359254719	An innovative approach towards defect detection and localization in gas pipelines using integrated in-line inspection methods	2021	INTERNACIONAL	En este estudio se presenta un método de inspección en línea novedoso y de alta sensibilidad mediante el cual, se desarrolla e instala un sistema de control de velocidad que se ejecuta en una red de gasoductos, para eliminar errores causados por picos de velocidad y mantenerla en el rango deseado.	En este estudio se presenta un método de inspección en línea novedoso y de alta sensibilidad mediante el cual, se desarrolla e instala un sistema de control de velocidad que se ejecuta en una red de gasoductos, para eliminar errores causados por picos de velocidad y mantenerla en el rango deseado.
16	http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10804013.2021.1934464	Modelo dinámico de procesos de fresado CNC en varios materiales para implementación de un sistema de monitoreo de vibraciones chatter	2020	NACIONAL	Se centra en la explicación y el análisis de los resultados por medio del software Matlab, de la simulación de un sistema de monitoreo específicamente para una máquina fresadora CNC con el propósito de identificar algún tipo de vibración chatter, teniendo en cuenta los diferentes parámetros que causan rugosidad superficial, ruido y el desgaste de la herramienta en el proceso de mecanizado con diferentes materiales.	Esta investigación brinda un conocimiento acerca de los diferentes tipos de efecto chatter y sus diferentes parámetros a tener en cuenta a la hora de identificar y analizar este factor en los procesos de mecanizado de piezas.
17	https://www.researchgate.net/publication/359254719	Chatter stability prediction for multi-robots collaborative milling system	2020	INTERNACIONAL	Consiste en analizar un algoritmo de predicción de vibraciones en el sistema de fresado colaborativo de múltiples robots(MRMS), en donde para solucionar el problema de las vibraciones durante este proceso, se analiza o predice las frecuencias de vibración de cada robot y se acoplan las dos fuerzas de corte en el sistema para hacer más estable el sistema.	En el siguiente análisis da un aporte informativo sobre un algoritmo de predicción de vibraciones en el sistema de fresado de múltiples robots donde le dan durante este proceso.
18	https://www.researchgate.net/publication/359254719	Diseño de textura en la cara de flanco para suprimir la vibración en el corte	2020	INTERNACIONAL	Este consiste en un sistema de amortiguación que ayuda a disminuir el riesgo de daño por vibraciones, en el cual se tiene en cuenta la geometría de la herramienta y las condiciones de corte y vibración. Se añade una estructura convexa en la cara del flanco la cual amortigua la vibración.	Este artículo es de mucha importancia, resalta el sistema de amortiguación para disminuir el riesgo de daño por las vibraciones.
19	https://www.researchgate.net/publication/359254719	Un novedoso método de detección de charlas en línea en el proceso de fresado basado en la entropía multiescala y el aumento del árbol de gradiente	2020	INTERNACIONAL	Se realiza un método novedoso de detección de charlas en líneas para el proceso de fresado, el método puede detectar eficazmente el ruido.	Se considera relevante la investigación dado que se realiza método novedoso en la detección de líneas para el proceso de fresado para detectar el principio
20	https://www.researchgate.net/publication/359254719	Investigación sobre la estabilidad de la vibración del fresado ultrasonico rotatorio robotico	2020	INTERNACIONAL	En esta investigación se propone la tecnología de fresado ultrasonico rotatorio robotico RRUM para restituir la vibración del mecanizado, la estabilidad de RRUM se mejora a un 1.33% en comparación con el fresado convencional robotico	Esta investigación nos permite tener una tecnología más avanzada en el ultrasonico robotico de fresado para reducir las vibraciones de mecanizado a un 1.33% el fresado usual.

21	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S25918713000726	Estabilidad de vibración de fresado asistido por vibración elíptica sincronizada	2020	NACIONAL	Permite analizar la estabilidad de las operaciones de fresado por vibraciones elípticas sincronizadas, considerando la profundidad estable de los cortes si se mantiene la pérdida de los cortes	En el siguiente artículo nos habla de analizar la estabilidad de las operaciones de vibración elíptica que mantiene la pérdida de los cortes
22	http://repositorio.unn.edu.co/handle/123456789/1460	Modelo dinámico de procesos de fresado CNC en varios materiales para implementación de un sistema de monitoreo de vibraciones chatter	2020	NACIONAL	Se identifica por medio del software Matlab si en la máquina al momento de realizar el proceso de mecanizado existe algún tipo de vibración chatter con distintos materiales como acero, acero inoxidable y el aluminio	Esta investigación se encuentra relevante en un software Matlab permite realizar el proceso de mecanizado con diferentes tipos de vibración chatter
23	https://doi.org/10.1007/s12040-019-00987-7	High precision and efficiency robotic milling of complex parts: Challenges, approaches and trends	2020	INTERNACIONAL	Este artículo se centra en las técnicas de planificación y control del proceso de mecanizado, además de los principios de estas tecnologías, como características de rigidez y mecanismos de deformación. Son comparados también los últimos avances y se discuten las tendencias de desarrollo.	Este artículo se centra en las técnicas de planificación y control del proceso de mecanizado, además de los principios de estas tecnologías, como características de rigidez y mecanismos de deformación. Son comparados también los últimos avances y se discuten las tendencias de desarrollo.
24	https://repositorio.unn.edu.co/2551/tesis/tesis/101177/114233121889511	Recent progress of chatter prediction, detection and suppression in milling	2020	INTERNACIONAL	En este artículo, se lleva a cabo una investigación sobre la predicción fuera de línea, la detección en línea y la supresión del Chatter. En respuesta a estos problemas, se presentan cuatro orientaciones: integración de unidades de predicción, detección y supresión de vibraciones, transmisión inalámbrica de alta velocidad con alta frecuencia del muestreo, métodos avanzados de procesamiento de datos y toma de decisiones y un sistema de monitoreo de vibración integrado.	En este artículo, se lleva a cabo una investigación sobre la predicción fuera de línea, la detección en línea y la supresión del Chatter. En respuesta a estos problemas, se presentan cuatro orientaciones: integración de unidades de predicción, detección y supresión de vibraciones, transmisión inalámbrica de alta velocidad con alta frecuencia del muestreo, métodos avanzados de procesamiento de datos y toma de decisiones y un sistema de monitoreo de vibración integrado.
25	https://repositorio.unn.edu.co/2180/tesis/101177/114233121889511	Online monitoring of tool chatter in turning based on ensemble empirical mode decomposition and Teager Filter	2020	INTERNACIONAL	En esta investigación se determina que el monitoreo en línea de las señales de vibración de la herramienta de corte, ayuda a predecir la gravedad de la vibración. Para ello se identificó un sensor adecuado que registre la señal, la naturaleza de los señales registradas, la técnica pertinente para filtrar la contaminación y por último aplicar dicha técnica para identificar la frecuencia de vibración y la zona de corte segura.	En esta investigación se determina que el monitoreo en línea de las señales de vibración de la herramienta de corte, ayuda a predecir la gravedad de la vibración. Para ello se identificó un sensor adecuado que registre la señal, la naturaleza de las señales registradas, la técnica pertinente para filtrar la contaminación y por último aplicar dicha técnica para identificar la frecuencia de vibración y la zona de corte segura.
26	https://repositorio.unn.edu.co/2551/tesis/tesis/101177/114233121889511	GROUND STATION FOR MINIATURIZED SATELLITES: A STATE OF ART SURVEY - Estado del arte sobre estaciones terrenas para pequeños satélites	2019	NACIONAL	Se plantea realizar el estado del arte para el análisis de las estaciones terrenas para pequeños satélites y determinar si es o como se emplea el uso de inteligencia artificial para la implementación en la automatización de estaciones terrenas. Según el estado del arte realizado se determinó que el uso de técnicas de inteligencia artificial en el desarrollo de estaciones terrenas es significativo, aunque los proyectos realizados con este método han tenido éxitos	El análisis de este documento proporciona una visualización y análisis de este, de tal forma que permite entender los puntos importantes que se han de tener para la redacción y organización de la información a presentar.
27	https://repositorio.unn.edu.co/2551/tesis/tesis/101177/114233121889511	A review of chatter vibration research in milling	2019	INTERNACIONAL	En el artículo se resume un análisis detallado sobre diferentes técnicas que permiten la identificación, supresión y control del efecto chatter contemplando aplicaciones y desafíos de cada una de ellas en procesos de arranque de viruta.	Esta investigación se considera relevante ya que da un aporte informativo de la existencia de algunos métodos para la gestión del efecto chatter.
28	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	Supresión de vibraciones en el fresado robótico mediante el control de la dinámica dependiente de la configuración	2019	INTERNACIONAL	En este artículo se crea una dinámica de sistema variable en el tiempo para suprimir o evitar la vibración de una operación de fresado robótico esta evita el entorno a su redundancia funcional	se considera relevante esta información acerca una dinámica para suprimir y evitar la vibración de una operación de fresado robótico
29	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	Variación de la velocidad del husillo múltiples armónicos para la supresión de la vibración del fresado y la optimización de los parámetros	2019	NACIONAL	Para suprimir la vibración regenerativa, este artículo propone contrastar en la velocidad del husillo, donde en lugar de solo tratar de corregir el problema en la forma de la onda se centra en el efecto de la fase para la supresión de vibraciones, donde al controlar la velocidad del husillo de forma correcta se pueden suprimir de forma efectiva.	En este artículo se considera interesante nos brinda información actualizada para suprimir la vibración regenerativa, habiendo un poco del husillo además se centra en el efecto de la fase para la supresión de vibraciones.
30	https://repositorio.unn.edu.co/2551/tesis/tesis/101177/114233121889511	Research on chattering occurrence condition in a vibro-impact system	2019	INTERNACIONAL	En la presente investigación se establece un modelo del sistema de vibro-impacto limitado no fijo sobre la base del amortiguador de impacto. La persistencia de vibraciones en el rango de baja frecuencia se estudia mediante simulación numérica. Los resultados muestran que la relación de frecuencia y el acaramiento afectan el comportamiento de la vibración del sistema.	En la presente investigación se establece un modelo del sistema de vibro-impacto limitado no fijo sobre la base del amortiguador de impacto. La persistencia de vibraciones en el rango de baja frecuencia se estudia mediante simulación numérica. Los resultados muestran que la relación de frecuencia y el acaramiento afectan el comportamiento de la vibración del sistema.
31	https://repositorio.unn.edu.co/2551/tesis/tesis/101177/114233121889511	A review of chatter vibration research in milling	2019	INTERNACIONAL	El presente artículo evidencia los problemas presentes en la predicción estable, la identificación y el control del chatter, dado en los procesos de molinada. Se presta atención a la relación entre la vibración de corte y la amortiguación del proceso.	El presente artículo evidencia los problemas presentes en la predicción estable, la identificación y el control del chatter, dado en los procesos de molinada. Se presta atención a la relación entre la vibración de corte y la amortiguación del proceso.
32	https://repositorio.unn.edu.co/2551/tesis/tesis/101177/114233121889511	Estado del arte sobre problemáticas financieras en pymes: estudio para América Latina	2018	NACIONAL	Se realizó una investigación bibliográfica con el objetivo de identificar las principales problemáticas financieras, según el informe se pudo evidenciar que una gran mayoría de esta pequeñas y medianas empresas (Pymes) tiene una limitación en la forma de financiamiento de sus recursos. A partir del análisis se delimitaron tres núcleos problemáticos que fueron: estructura de capital, acceso a la financiación y gestión de la planeación estratégica, también se evidenció que no existen muchos estudios que abarquen las problemáticas financieras que presentan la Pymes en América Latina, aunque la información encontrada permitió dar a conocer los factores que limitan el crecimiento o desarrollo de ese grupo de empresas en Latinoamérica	El documento permite conocer de una forma cuantitativa la información bibliográfica que permite poder comprender desde un punto de vista los resultados del análisis en un tema en específico.
33	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	Identificación del chatter en la operación de torneado usando WD y EMD	2018	INTERNACIONAL	El parámetro regenerativo degrada el nivel alto de rendimiento y la vida útil de la maquinaria la señal de la vibración se ha procesado previamente mediante la eliminación del ruido de ondas entonas se han utilizado la tecnología de descomposición en modo empírico	Este artículo se utiliza en tecnologías nos brinda que el parámetro regenerativo se a utilizado en revistas más avanzadas de una descomposición en modo empírico
34	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	Efecto de las relaciones direccionales sobre la estabilidad de la vibración del fresado y el desarrollo de un índice de estabilidad	2018	INTERNACIONAL	Este artículo analiza el efecto de las relaciones direccionales sobre las vibraciones experimentadas en el proceso de fresado periférico, presenta nuevos conocimientos sobre el efecto de las relaciones direccionales sobre la estabilidad de la vibración, se puede calcular a partir de la geometría la cinemática de procesos y el conocimiento limitado de dinámica de la máquina	Este artículo permite comprender desde otro punto de vista el análisis de efecto de las relaciones direccionales sobre las vibraciones de fresado periférico
35	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	Identificación temprana de la vibración del fresado mediante una descomposición en modo empírico mejorada y una evaluación sintética	2018	INTERNACIONAL	En este artículo se propone un método el cual detecta a tiempo el parámetro regenerativo, y mediante el EMD o modo empírico mejorado y la evaluación sintética de múltiples indicadores. Este analiza la señal de aceleración y a potencia para poder identificar que vibraciones se van a crear.	este artículo permite dar el conocimiento demuestra el método de tiempo del parámetro, las diferentes identificaciones.
36	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	POTENCIAL EN EL USO DE LA CONSULTA DE PATENTES PARA DETERMINAR EL ESTADO DE LA TÉCNICA. ANÁLISIS EN MICROEMPRESAS CON ENERGÍAS RENOVABLES	2018	NACIONAL	En este documento, fueron comparadas tres variables del proceso de fresado, tomando como principal, las variantes del fresado cilíndrico, pues permite la generación de texturas superficiales y los principales parámetros son la frecuencia y velocidad.	Esta investigación se considera relevante ya que fomenta la consulta de patentes que permiten el desarrollo económico del país.
37	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	SUPRESIÓN DE INESTABILIDADES DINÁMICAS (CHATTER) EN MAQUINADOS DE ALTA VELOCIDAD MEDIANTE LA MODULACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA HERRAMIENTA DE CORTE	2017	INTERNACIONAL	Plantea la hipótesis sobre el logro de la estabilidad dinámica de un proceso de maquinado mediante la modulación de la velocidad de la herramienta de corte, esto aplicando el desarrollo de una tarjeta de interfaz conectada a un modificador de velocidad y tomando en cuenta algunos parámetros, el cual les permitió por medio de librerías aplicando modelos matemáticos ya que su nivel de complejidad era menor para la aplicación de los modelos matemáticos, pero dado que estas metodologías requieren simplificaciones en modelos de un grado de libertad no es posible aplicarlas en la práctica.	Esta investigación se considera relevante ya que consigue la aplicación efectiva de su hipótesis y adicionalmente más dio la problemática del efecto chatter y una posible solución según su hipótesis.
38	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	Modelado y análisis de vibraciones en el proceso de fresado	2017	INTERNACIONAL	Desarrolla un análisis de estabilidad que permite y garantiza que el proceso de fresado no sea intervenido por la presencia de vibraciones o el efecto chatter, en esta investigación se tomaron en cuenta dos modelos paramétricos de uno y dos grados de libertad, de los cuales para realizar el análisis se consideró el modelo a dos grados de libertad aplicando modelos matemáticos ya que su nivel de complejidad era menor para la aplicación de los modelos matemáticos, pero dado que estas metodologías requieren simplificaciones en modelos de un grado de libertad no es posible aplicarlas en la práctica.	El artículo permite comprender desde otro punto de vista el análisis y control del efecto chatter mediante modelos matemáticos.
39	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	Analysis of Tool Chatter in Terms of Chatter Index and Severity Using a New Adaptive Signal Processing Technique	2017	INTERNACIONAL	En este documento se describe un análisis de vibración de la herramienta donde se adoptaron técnicas de eliminación de ruido para procesar las señales de vibración en diferentes combinaciones de parámetros de corte. Todo esto, luego de analizar diferentes variables como la densidad espectral de potencia que ayuda a identificar dichos parámetros.	En este documento se describe un análisis de vibración de la herramienta donde se adoptaron técnicas de eliminación de ruido para procesar las señales de vibración en diferentes combinaciones de parámetros de corte. Todo esto, luego de analizar diferentes variables como la densidad espectral de potencia que ayuda a identificar dichos parámetros.
40	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	El estado del arte en la investigación: (análisis de los conocimientos acumulados e indagación por nuevos sentidos?)	2016	NACIONAL	Presenta una indagación de los puntos de vista de diferentes autores donde se expone el estado del arte como algo más que una técnica, además de ser una investigación documental sobre un tema en específico, el cual permite entender y a partir de este generar nuevos temas de investigación, donde permite mostrar enfoques y tendencias en distintos ámbitos de estudio como lo son la parte política, epistemológica, metodológica y pedagógica.	Se considera relevante esta investigación dada que se quiere lograr avances significativos en determinado tema promover la continua revisión bibliográfica para generar balances actualizados con el apoyo de comunidades académicas.
41	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	A model-based adaptive controller for chatter mitigation and productivity enhancement in CNC milling machines	2016	INTERNACIONAL	El objetivo de este es explicar una nueva tecnología de controlador que hace más eficiente los procesos de control de las fresadoras CNC. Con esta se puede adaptar a cualquier tipo de cambio que haya durante la fabricación de alguna pieza, ya sea el material, la trayectoria que necesita o otro tipo de fenómeno.	Esta investigación es fundamental ya que se basa en la tecnología avanzada de los procesos control de fresado CNC para hacer más factible los cambios de alguna pieza de la fabricación.
42	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	Análisis de chatter del proceso de mecanizado robótico	2016	INTERNACIONAL	En este artículo se expone el método de sub-espacios analítico teórico para detectar y prevenir las vibraciones de acoplamiento en el robot, esto se logra analizando el modelo de la fuerza de corte del robot y haciendo su respectivo análisis estático.	En este artículo habla de analizarlo profundo de la producción de fundición como Implica, premezanado de piezas, conocimientos las características de vibración, la vibración en cualquier proceso de mecanizado
43	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	Probabilistic analysis of chatter stability in turning	2016	INTERNACIONAL	En este estudio se investiga el análisis probabilístico de la estabilidad de la vibración regenerativa en el giro. Teniendo presente las influencias de factores aleatorios, la característica de probabilidad de estabilidad de vibración regenerativa y el método avanzado de segundo momento de primer orden (FGM). Obteniendo así, un modelo dinámico de vibración regenerativa en el torneado y la relación entre el límite de corte y la velocidad de rotación del husillo.	En este estudio se investiga el análisis probabilístico de la estabilidad de la vibración regenerativa en el giro. Teniendo presente las influencias de factores aleatorios, la característica de probabilidad de estabilidad de vibración regenerativa y el método avanzado de segundo momento de primer orden (FGM). Obteniendo así, un modelo dinámico de vibración regenerativa en el torneado y la relación entre el límite de corte y la velocidad de rotación del husillo.
44	https://repositorio.unn.edu.co/2052/science/article/pii/S2412627119306872	EL ESTADO DEL ARTE. UNA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	2015	NACIONAL	Buena día a conocer los conceptos principales acerca del estado del arte tomando como base la definición, la historia, el propósito, estrategias, técnicas del estado del arte. Concluyendo el estado del arte como una investigación cualitativa-documental de carácter contemporáneo que estudia diferentes fuentes bibliográficas procedentes de investigadores, las cuales se determinan por tres etapas que son: planeación y diseño, gestión y análisis, formalización y elaboración.	la información presentada por el documento permite conocer las técnicas y herramientas que metodología de forma didáctica para el investigador desarrollar esta metodología.

