

Modelamiento y diseño de un robot detonador de minas antipersonales para aplicación en zonas rurales

Investigación en Curso

Vargas Yopez, Jose Gabriel
Ing. Mecatrónica, Facultad de ingenierías
jvargas811@unab.edu.co

Esteban Villegas, Helio Sneyder
Ing. Mecatrónica, Facultad de ingenierías
hesteban@unab.edu.co

Universidad Autónoma de Bucaramanga

RESUMEN

En este trabajo se detalla el proceso de modelamiento y diseño de un robot enfocado en la detonación activa de minas antipersonales. Haciendo uso de herramientas de CAD y de simulación matemática, se analizan los elementos involucrados en un proceso de explosión y la interacción existente entre la onda explosiva y la superficie en contacto.

Se establecen a partir del análisis de 3 propuestas, los requerimientos de diseño para satisfacer un sistema mecatrónico capaz de resistir una onda destructiva, a medida que se desplaza en un terreno irregular, simulando las condiciones que se presentan en un campo minado en zonas rurales.

Este se movilizara en una zona haciendo un barrido geolocalizado, mediante el cual detonara cualquier elemento explosivo de activación por presión que se encuentre en la trayectoria, generando un mapa de áreas libres de peligro. Esto como una propuesta más efectiva para el proceso de desminado habitual, el cual resulta muy costoso y lento.

ABSTRACT

In this paper it is dealt the process of modeling and design of a robot focused on the active detonation of anti-personnel mines. Using CAD and mathematic simulation tools, the elements involved in an explosion process and the existing interaction between the explosive wave and the contact surface are analyzed.

The design requirements to satisfice a mechatronic system able to resist a destructive wave while the robot is moving in an irregular terrain are established from the analysis of 3 proposals, simulating the natural conditions of a mined rural field.

This robot will mobilize in a zone doing a geo-localized scanning, in which the pressure sensitive explosive elements available in his path will be detonated, producing a map of the free mine zones. This as a more effective proposal compared with the regular demining process, which results more expensive and slow.

Área de Conocimiento

Ingeniería mecatrónica

Palabras Clave

Minas antipersonales, Simulación, Explosivos.

INTRODUCCIÓN

En Colombia se utilizan 2 técnicas de desminado: Manual y mecánico. En el primer caso los desminadores utilizan equipos de detección de metales y de agentes químicos para dejar al descubierto la mina, para que un equipo experto proceda a desactivarla o destruirla; en el procedimiento mecánico se utilizan

equipos barreminas que utilizan rastres para activar una zona específica, ejecutando una acción de detonación a una mayor escala.

Este segundo procedimiento se lleva a cabo generalmente utilizando maquinaria de construcción acondicionada para moverse automáticamente en una zona específica. Este método permite despejar las zonas de una forma más rápida y segura, pues no pone en riesgo a las personas involucradas, ya que se hace en unas condiciones controladas a distancia. Utilizando esta modalidad se busca principalmente proteger la integridad de las personas que se ven involucradas en el fenómeno de las minas antipersonales.

A partir del concepto de involucrar tecnología de detonación en medios controlados, la aplicación de un robot de bajo costo que permita realizar la misma labor de activación de minas de una forma más efectiva, se plantea como una alternativa novedosa para los métodos convencionales. Dentro del desarrollo de nuestra propuesta se involucran varios sistemas individuales que se plantean alrededor de la idea de un sistema que sea capaz de aguantar más de una detonación, por este motivo es necesario diseñar y construir un núcleo que mantenga los componentes electrónicos en condiciones óptimas a pesar de verse expuesto a pequeñas explosiones repetitivas.

OBJETIVOS

Este material es presentado al *VI Encuentro Institucional de Semilleros de Investigación UNAB*, una actividad carácter formativo. La Universidad Autónoma de Bucaramanga se reserva los derechos de divulgación con fines académicos, respetando en todo caso los derechos morales de los autores y bajo discrecionalidad del grupo de investigación que respalda cada trabajo para definir los derechos de autor. Conserve esta información

Objetivo General

Modelar y diseñar un robot detonador de minas antipersonales, utilizando los softwares COMSOL y Solid-Works.

Objetivos específicos

Realizar un estudio del impacto de las minas antipersonales en Colombia y sobre los actuales robots de detonación de minas.

Diseñar un modelo base tomando en cuenta las características del entorno de aplicación.

Modelar matemáticamente el comportamiento dinámico del vehículo en sus distintas etapas de funcionamiento.

Simular los efectos de la explosión en el mecanismo planteado para poder identificar las fallas de diseño y poder aplicar correcciones.

MARCO TEÓRICO

El proceso de detección y destrucción de minas antipersonales es un campo de investigación que en los últimos años se ha incrementado sustancialmente, influenciado principalmente por las campañas de concientización que han realizado diferentes ONG's y gobiernos de las zonas impactadas por este fenómeno.

Dentro de este desarrollo, la creación de soluciones basadas en herramientas de ingeniería ocupa un lugar importante, lo que ha dado lugar a una serie de propuestas enfocadas en el proceso de mejoramiento en la detección de explosivos enterrados, esto se ha trabajado principalmente desde el procesamiento de señales obtenidas en el escaneo de superficies sospechosas.

Para esto se emplean equipos de precisión que analizan las superficies y obtienen diferentes arreglos de datos que permiten generar una coordenada probable en la zona estudiada, como es el caso de los proyectos de GPR (Ground Penetrating Radar) que basándose en la computación de las variaciones en el terreno asignan datos sobre la posibilidad de que el proceso sea artificial, lo que arroja una sección a evaluar.

Un ejemplo claro de este procedimiento se especifica en el artículo: (Holographic radar: A strategy for uneven surfaces [1]. En el cual utilizan métodos de interpolación de los datos obtenidos en el radar para generar un mapeo de la zona, en donde obtiene interferencias que se relacionan con posibles minas enterradas.

Del mismo modo que se emplean análisis de datos también se utilizan métodos activos, es el caso de la maquina DOK-ING MV-4 [2], esta es una maquina barreminas que utiliza materiales muy resistentes y pesados, para hacer un barrido con un sistema de impactos repetitivos a alta revolución el cual usa una fuerza continua que detona la mina al impactarla a alta velocidad. Este sistema es utilizado actualmente por las fuerzas militares en algunos países para proteger a los operarios, ya que el objetivo se fija a la distancia lo que minimiza considerablemente el riesgo, el cual es un factor que toma un valor importante en esta propuesta.

AMPDR (Robot detonador de minas antipersonales)

En el concepto de robot detonador de minas antipersonales se involucran principalmente 2 elementos:

- Sistema de disipación de impacto
- Sistema de transmisión de movimiento

La integración precisa de estos componentes permite lograr un dispositivo que cumple con las características necesarias para que este logre realizar efectivamente su labor, a continuación se exponen estos requisitos.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Realizar la búsqueda del estado del arte para poder identificarlos factores importantes en este tema.

Identificar los aspectos base del diseño en base a información recuperada

Realizar el diseño CAD en 3d del sistema en base a los aspectos obtenidos utilizando Solid-Works

Realizar el modelado dinámico del sistema para conocer el comportamiento de este en movimiento y las funciones de transferencia

Simular el comportamiento del brazo ante explosiones por medio de COMSOL.

Corregir los diseños en base a las simulaciones obtenidas y aplicar los factores de seguridad para obtener el diseño final

CRONOGRAMA

El plan de trabajo se estableció a 24 meses distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 2. Cronograma

Semestre /Actividad	Búsqueda del estado del arte	Identificar los requerimientos de diseño	Diseño CAD	Simulación de explosiones	Corrección de diseños
Primer semestre 2016	Ene				
	Feb				
	Mar				
	Abr				
	May				
	Jun				
Segundo semestre 2016	Jul				
	Ago				
	Sep				
	Oct				
	Nov				
	Dic				

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Maniobrabilidad en terrenos rurales

Como se puede apreciar en la Fig.1, la topografía de los terrenos es muy irregular, por lo que resulta necesario un sistema que tenga capacidad de moverse en ellos. En base a esto, el mecanismo que se plantea tiene como un módulo la facilidad de adaptarse a superficies irregulares.

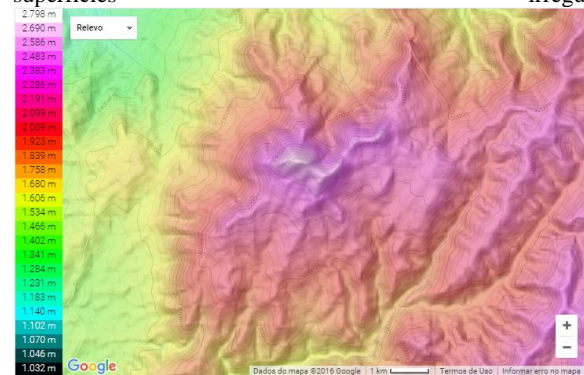


Figura 1. Mapa topográfico de zona rural cercana al municipio de Caldoño, zona de alta presencia de MAP (Propia, generada con Google Maps ®)

Resistencia a explosiones

La carga presente en una MAP de tipo profesional es de entre 30 y 50 gramos de TNT (Trinitrotolueno), para el caso de las minas

colombianas se utiliza un componente más económico pero en mayores cantidades, este es una versión casera del ANFO.

Por esto el robot tiene que tener la capacidad de disipar la energía liberada sin recibir daños, lo cual nos permite identificar que el material de la zona que está expuesta a la explosión directamente tiene que tener un gran coeficiente elástico y tener otros elementos que faciliten la disipación de energía.

Portabilidad

Como se describió anteriormente, las zonas en las que se encuentran estos artefactos son de difícil acceso para las misiones de desminado, por lo que la posibilidad de disminuir las dimensiones y el peso resulta un factor importante. A diferencia de los equipos de desminado que actualmente se utilizan, los cuales tiene un peso de aproximadamente 5 toneladas el diseño planteado debe implementar diversos sistemas que le permitan ser transportado con facilidad, lo que se puede obtener utilizando piezas modulares que a su vez facilitarían su reparación.

Costo de fabricación

Un factor bastante crucial para viabilidad del proyecto es la capacidad de que el diseño sea fabricado a gran escala, lo cual se facilita reduciendo los costos de fabricación por unidad, tomando en cuenta esto y los requerimientos de la resistencia, movilidad y portabilidad se pensó en la implementación de neumáticos de carro, esto debido a la facilidad de conseguir estos en gran cantidad y su bajo costo.

Para la portabilidad y la resistencia se decidió separar la parte electrónica y de control de la parte que está diseñada para recibir el impacto, esto con el fin de simplificar el diseño de cada una de las partes y poder enfocarse en las características de cada uno.

DISEÑO DEL PROTOTIPO

Utilizando los criterios obtenidos previamente se planteó un diseño basado en un sistema de tracción por oruga que tiene una dirección por diferencia de giros que va unido por un rodamiento de dos grados de libertad a un sistema de eslabones que operan en forma similar a la de una cadena y finalmente se va a entrar una unión de 4 neumáticos con un solo eje, estos neumáticos tienen la particularidad de que los rines sobre los que están ubicados tienen barras formadas de resortes para aumentar la disipación de energía en esta sección, otro fin de estos resortes es permitir que es sistema de neumáticos se amolde al terreno tal como se ve en la Figura 2.

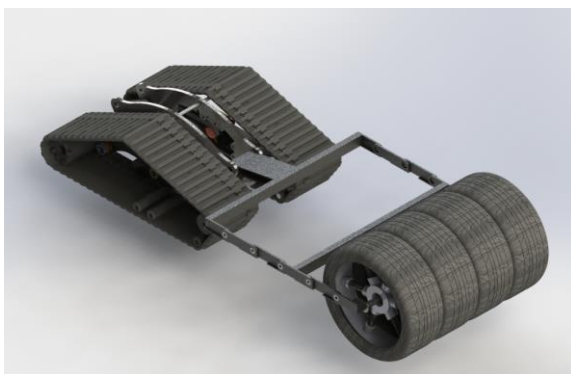


Figura 2. Renderizado de modelo CAD diseño vista isométrica

Para establecer de qué forma se comporta el neumático ante una fuerza distribuida, que corresponde a la onda explosiva, se simuló una interacción de fuerzas en el caucho, para esto se caracterizó el material en base a tablas disponibles del fabricante. Se le aplicó la fuerza de la gravedad, la reacción normal del suelo y posteriormente se le agregó un perfil de fuerza distribuida en la cara inferior del cilindro.

Se obtuvo como resultado la Fig.3, en la cual se puede apreciar la propagación semierrática de las deformaciones en las superficies, las cuales corresponden a la forma en la que interactúa una fuerza de impacto con un material elástico. Además se detalla la deformación que sufre el material ante el impacto, en el cilindro azul se perciben algunas zonas en donde se podría generar daños en el material, lo cual abre espacio para determinar si se debe agregar algún material internamente o externamente que contenga la forma durante el proceso de deformación.

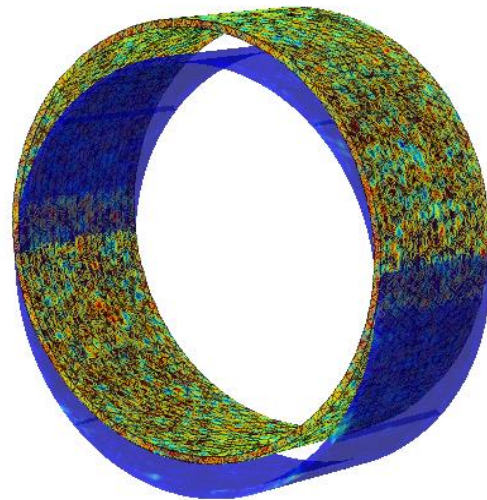


Figura3. Vista isométrica de la deformación del neumático ante las diferentes cargas durante una explosión simulada

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Semillero	Modelado y simulación
Tutor del Proyecto	PhD Sebastián Roa Prada
Grupo de Investigación	CIIO
Línea de Investigación	
Fecha de Presentación	

REFERENCIAS

[Capineri, L., Fiesoli, F., & Windsor, C. \(2012, June\). Holographic radar: A strategy for uneven surfaces. In Ground Penetrating Radar \(GPR\), 2012 14th International Conference on \(pp. 143-145\). IEEE](#)

[Czapla, T., & Wrona, J. \(2013\). Technology development of military applications of unmanned ground vehicles. In Vision Based Systems for UAV Applications \(pp. 293-309\). Springer International Publishing.](#)

[Graficas \[1,2,3,4,5,6,7,8\] Vargas Y. & Esteban V.](#)