



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ENERGIA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA: “ IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO PARA LAS HERRAMIENTAS DE UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DE MAQUINARIA PESADA, PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA ESPE”

AUTOR: GUAMÁN GUAJALA WALTER IVÁN

DIRECTOR: ING. RAMOS JINEZ ALEX JAVIER

Latacunga, 2020



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANTECEDENTES:

La maquinaria pesada es un vehículo automotor destinado exclusivamente a obras industriales incluidas las de minería, construcción y conservación de obras. Históricamente el Ecuador ha venido creciendo progresivamente y actualmente se encuentra en el proceso del cambio de la matriz productiva, lo que ha implicado que empresas públicas y privadas realicen obras de construcción de gran envergadura.

En la provincia de Cotopaxi es constante el uso de este tipo de vehículo de trabajo, en el mejoramiento vial, así como de uso particular con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Justificación

La importancia de tener un banco de entrenamiento de maquinaria pesada radica en que los estudiantes de la Tecnología Superior en Mecánica Automotriz tengan una formación óptima en todos los ámbitos automotrices y más aún en los que no son explotados al máximo en nuestro país, posicionándolos de este modo como profesionales referentes y capacitados para brindar mantenimiento y operación en retroexcavadoras, tanto en empresas públicas como privadas.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a que en nuestro país no existen los suficientes simuladores y/o bancos de entrenamiento para maquinaria, equipo pesado y en especial para retroexcavadoras; este proyecto va enfocado en suplir las falencias e inconvenientes que puedan tener los técnicos automotrices que se dediquen al mantenimiento, reparación y operación de dichos equipos.

Cabe recalcar que el enfoque automotriz en maquinaria pesada no es amplio en nuestro país y provincia. Existen pocas escuelas de capacitación y formación para operadores de maquinaria pesada.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivo general

- Implementación del sistema de control electrónico para las herramientas de un banco de entrenamiento para maquinaria pesada.



Objetivos específicos

- Escoger los elementos electrónicos idóneos para el control y accionamiento de las herramientas provistas para el banco de entrenamiento.
- Programar la plataforma de creación de electrónica para el control de accionamiento y/o movimiento de las herramientas que conforman una retroexcavadora.
- Armar y montar todos los elementos en el banco de entrenamiento para que el sistema de control funcione de óptima manera y de acuerdo a lo solicitado.



Alcance

El presente proyecto pretende implementar un sistema de control electrohidráulico para las herramientas de una retroexcavadora a escala, que mediante el uso de joystick se pueda controlar o accionar dichas herramientas con un esfuerzo mínimo del operario, o en este caso, del estudiante o persona que trabaje en el banco y se capacite.

Este banco de entrenamiento va enfocado a brindar un mejor equipamiento al material didáctico con el que cuenta la carrera de Tecnología Superior de las Fuerzas Armadas ESPE, siendo los estudiantes y docentes de esta carrera los principales y directos beneficiados para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje.



Fundamentación Teórica

La retroexcavadora.- Es una máquina de construcción utilizada para realizar trabajos de excavación, se utiliza habitualmente en obras para el movimiento de tierras, para realizar rampas en solares o para abrir zanjas destinadas al paso de tuberías, cables, drenajes, etc., así como también para preparar el terreno o firme donde se asientan los cimientos de los edificios, en fin, es una maquinaria de mucha utilidad en la ingeniería y construcción.





Fundamentación Teórica

Aditamento excavador.- La retroexcavadora es una de las máquinas más versátiles en maquinaria y equipo pesado, especialmente para trabajos de construcción y de obras viales, en lo que se refiere a movimientos de tierra y traslado de materiales. Está diseñada para cumplir con las más altas exigencias en cuanto a seguridad y por sobre todo de la vida útil de la máquina.





Fundamentación Teórica

Cucharón .-Este es un recipiente en el cual se introduce el material excavado, se compone de dientes en su borde los cuales le facilitan el arranque de los materiales.



Los cucharón de servicio han sido diseñados con el propósito de cumplir la labor de excavación , sin embargo la enorme diferencia de tipos de suelos .

- Para suelos blandos los dientes del cucharón tienden a ser redondeados y cortos
- Para excavaciones de roca dura y hielo los dientes suelen ser mas largos.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Tipos de Cucharones de Servicio

- Cucharones para roca
- Cucharón en forma de V o trapezoidal
- Cucharones de Limpieza
- Cucharón de tipo esqueleto





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

1. Pluma .-Es un brazo hidráulico de gran dimensión, cuya articulación sirve para ajustar herramientas como garras, pinzas, pulgares, cubos, martillos, herramientas neumáticas, etc. Conocido también como 'boom', es un elemento que se encuentra en una sección variable y se articula en la parte de adelante del tractor, justo a la derecha de la cabina del operador. Puede tener una o dos piezas, los que tienen una sola pieza poseen una longitud constante y los de dos piezas tienen 3 alternativas para cambiar su longitud.



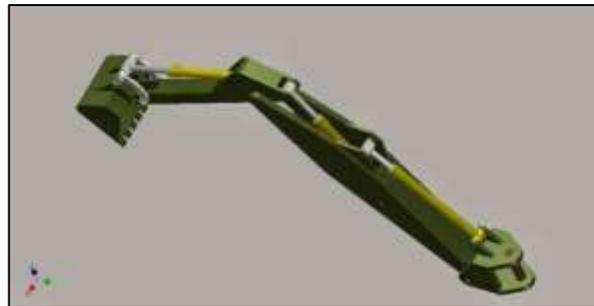


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

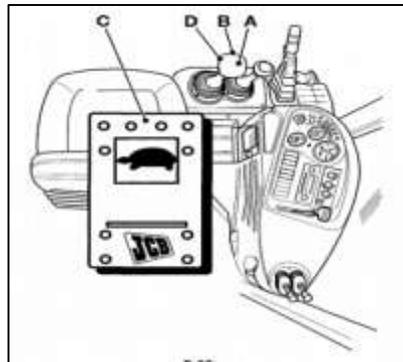
Brazo.- Este es un elemento de sección variable que se articula en la punta de la pluma de uno de los extremos y en el otro extremo se articula al cucharón. Este componente mecánico está unido a la base de la máquina por un extremo, y por el otro se acopla a la pluma, junto a los cilindros da la fuerza para el levantamiento del material contenido en el cucharón





Fundamentación Teórica

Joystick.- .Una palanca de mando o joystick (del inglés joy, alegría, y stick, palo) es un periférico de entrada que consiste en una palanca que gira sobre una base e informa su ángulo o dirección al dispositivo que está controlando. Es el dispositivo de control principal en la cabina de vuelo de muchos aviones civiles y militares, ya sea como una palanca de control central o una palanca de control lateral. Algunas palancas poseen interruptores suplementarios para controlar diversos aspectos del vuelo de la aeronave





Fundamentación Teórica

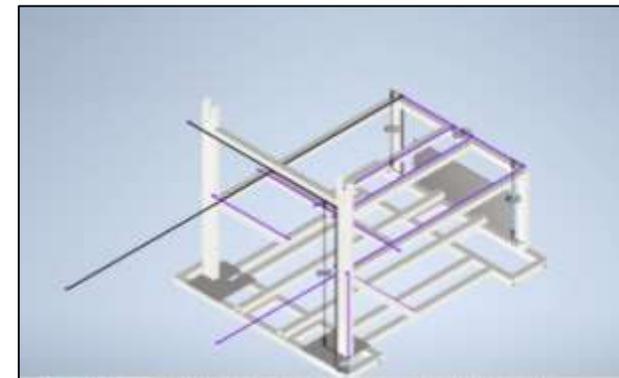
Tipos Joystick.- Los joysticks tienen dos variaciones principales de acuerdo al tipo de control o modo de operación con el cual vienen configurados. Tanto para retroexcavadoras, como para excavadoras, se especifican maneras de cómo un operador humano controla los componentes de excavación (es decir, media vuelta, pluma, brazo, etc.) de una pieza de maquinaria pesada.

- Joystick con control ISO.
- Joystick con control SAE.



Desarrollo del Tema

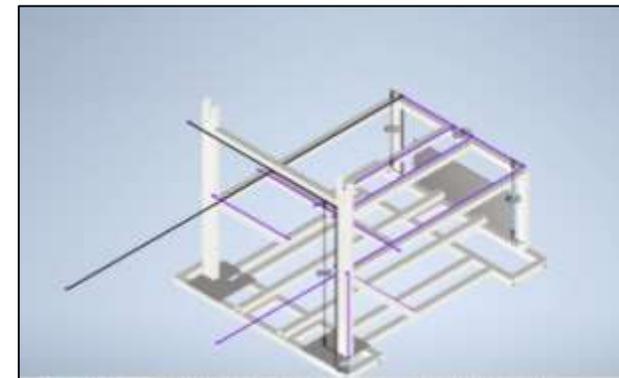
Diseño del banco de Herramientas.- El banco de entrenamiento de maquinaria pesada ha sido construido de acuerdo a un diseño dibujado con la asistencia del software SolidWorks, para lo cual nos basamos en catálogos y medidas de la retroexcavadora JCB ICX, además, es importante recalcar que, para la mayoría de elementos, herramientas, y accesorios, el diseño y la construcción ha sido realizado bajo criterio propio del grupo de trabajo y de acuerdo a los recursos materiales y económicos disponibles.





Desarrollo del Tema

Diseño del banco de Herramientas.- El banco de entrenamiento de maquinaria pesada ha sido construido de acuerdo a un diseño dibujado con la asistencia del software SolidWorks, para lo cual nos basamos en catálogos y medidas de la retroexcavadora JCB ICX, además, es importante recalcar que, para la mayoría de elementos, herramientas, y accesorios, el diseño y la construcción ha sido realizado bajo criterio propio del grupo de trabajo y de acuerdo a los recursos materiales y económicos disponibles.





Desarrollo del Tema

Selección de componentes electrónicos e hidráulicos.- Los materiales electrónicos e hidráulicos por lo tanto, los componentes necesarios serán la bomba hidráulica y electroválvulas para el control de flujo y presión del fluido hidráulico.

Bomba hidráulica.-La bomba hidráulica que hemos seleccionado para el banco de entrenamiento tiene dos regímenes de funcionamiento muy bien definidos.

- Genera 3500 psi de presión en alto régimen.
- Genera 2000psi de presión en bajo régimen.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

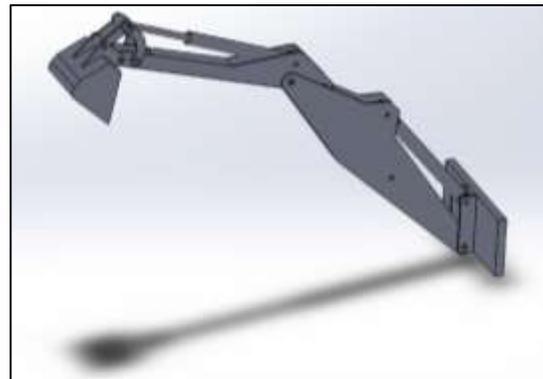
Electroválvulas.-Se designan en principio según la cantidad de posiciones posibles, vías o conexiones de puerto, y el tipo de centro en el caso de 3 posiciones.





Desarrollo del Tema

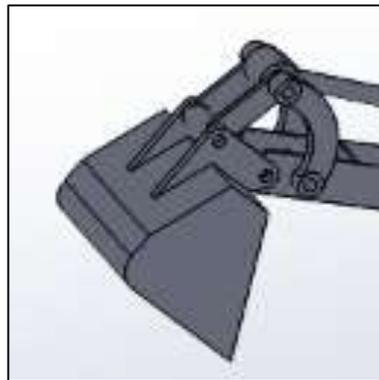
Selección de los elementos para el accionamiento del brazo y la pluma.- Para el accionamiento del brazo como de la pluma, y lógicamente, siguiendo el proceso secuencial de construcción del banco de entrenamiento, el brazo y la pluma fueron también diseñados en SolidWorks, con dimensiones de acuerdo al criterio del grupo de trabajo y diseño basado en la retroexcavadora JCB ICX.





Desarrollo del Tema

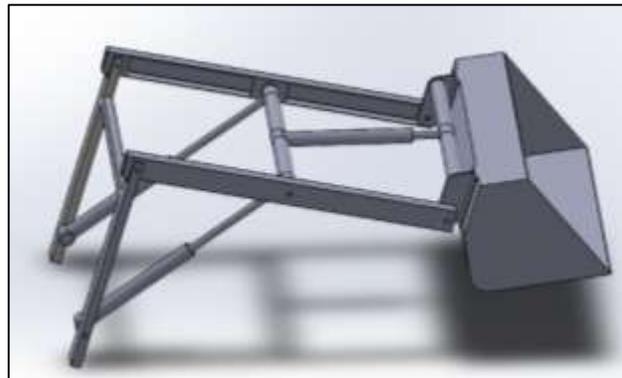
Selección de los elementos para el accionamiento del cucharón.- Del mismo modo que los elementos anteriores, para el cucharón fue indispensable el dibujo y diseño en el software de CAD. Se tuvo en cuenta las distintas consideraciones de peso que pueda levantar el cucharón y obviamente la potencia y presión que suministra la bomba hidráulica para el accionamiento de esta herramienta.





Desarrollo del Tema

Selección de los elementos para el accionamiento de la pala cargadora.-Los elementos seleccionados para el accionamiento de esta herramienta son básicamente 3 cilindros hidráulicos, los cuales van dispuestos como se observa en la figura, siendo los 2 cilindros de los costados los que levantan o bajan la herramienta, la empujan o retraen, y el cilindro central que está más cercano a la pala es el que ayuda en la función de llenado y vaciado de la misma.



Desarrollo del Tema

Diseño del simulador de movimientos.-El simulador de movimientos consiste en un joystick, para lo cual se realizó la indagación de información para la selección del mando y control de las herramientas. Se adquirió joystick GENIUS METALSTRIKE 3D, el mismo que cumple con las normas de calidad y simulará los movimientos de las herramientas.





Desarrollo del Tema

Selección de elementos electrónicos.-Los elementos netamente electrónicos necesarios para este proyecto de titulación, son materiales que nos ayuden a la programación, conexión e instalación del joystick en el banco de entrenamiento. A continuación, detallaremos cada componente electrónico con sus respectivas características.

- **Arduino Mega 2560**
- **Arduino Shield USB Host**
- **Relé 5V 16 Canales**



Desarrollo del Tema

Programación del joystick.-Para la programación del control electrónico del banco de entrenamiento, que es la parte medular de este proyecto, en realidad la programación se realiza en el circuito integrado Arduino, y desde ahí se guardará las configuraciones que tenga la palanca de mando. A continuación, se verá reflejada la programación realizada para el control y accionamiento de las herramientas del banco.

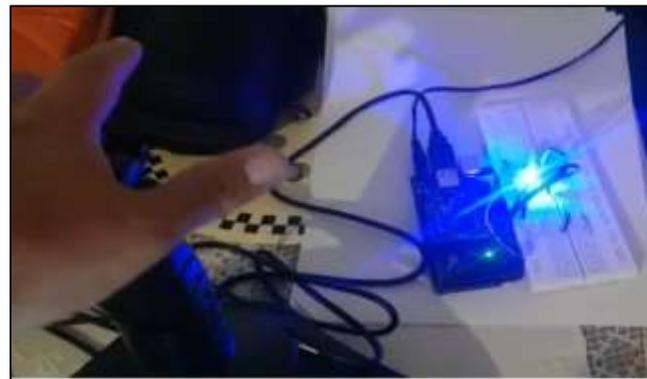
```
#include "hidjoystickrptparser.h"
```

```
JoystickReportParser::JoystickReportParser(JoystickEvents *evt) :  
joyEvents(evt),  
oldHat(0xDE),  
oldButtons(0) {  
    for (uint8_t i = 0; i < RPT_GEMEPAD_LEN; i++)  
        oldPad[i] = 0xD;  
}
```



Desarrollo del Tema

Instalación del mando y control.- Para la instalación del mando y control, nos atrevemos a decir que esta es la parte final del ensamblaje general del banco de entrenamiento, es por tal motivo que todos los proyectos de titulación que engloban este banco ya están terminados y acoplados, la instalación del control electrónico es esencialmente la fijación y conexión del joystick para simular los movimientos de las herramientas que integran la retroexcavadora.



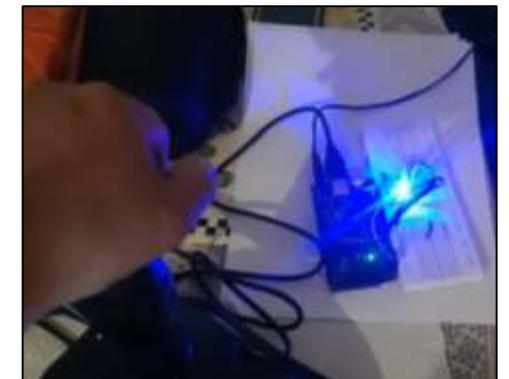


PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Como bien ya sabemos, la palanca de mando que simulará o reflejará el trabajo de una palanca de mando de una retroexcavadora real está basada en el joystick de Genius MetalStrike 3D.

Luego de haber programado el circuito integrado y conectado a nuestro joystick para que accione los cilindros hidráulicos, mismos que mediante el flujo presurizado de líquido hidráulico dará los movimientos correspondientes a las herramientas del banco de entrenamiento.

De este modo verificamos el funcionamiento de nuestro joystick, montado ya en el banco de entrenamiento y también conectado a un protoboard.



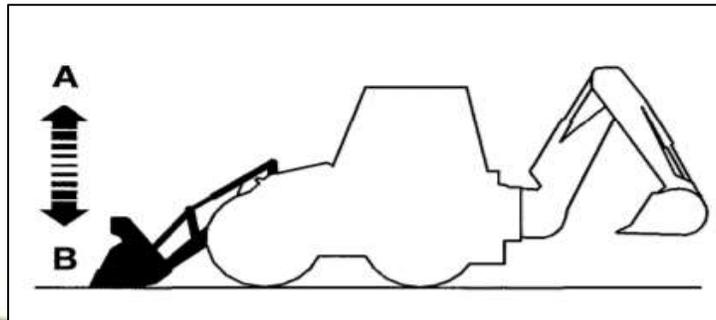


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Pruebas de funcionamiento del brazo y la pluma.-Tanto el brazo como la pluma del banco de entrenamiento accionan la pala de la cargadora, que es la herramienta en la que verificamos el correcto y adecuado movimiento.

- Elevación: Para alzar la pala (movimiento A), hale de la palanca hacia atrás. Al subir la pala se mantendrá formando el mismo ángulo con respecto al suelo. Es debido a que las bielas de articulación paralelas en los brazos de la cargadora.
- Descenso: Para bajar la pala (movimiento B), empuje la palanca hacia el frente. La pala conserva el mismo ángulo con respecto al suelo, como se ha explicado en Elevación.



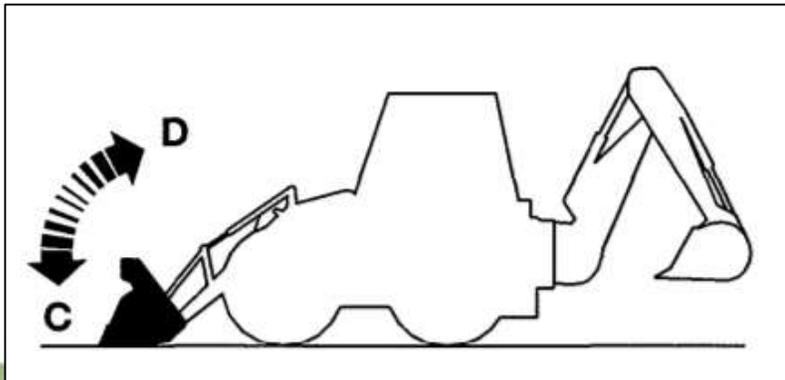


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Pruebas de funcionamiento del cucharón.- El cucharón, al igual que las demás herramientas y/o aditamentos de la retroexcavadora, es accionado por cilindros hidráulicos, los mismos que envían líquido hidráulico presurizado de acuerdo al control electrónico que es manipulado por el operario mediante el joystick.

- Giro hacia delante: Para rodar el cucharón hacia el frente (movimiento C), mueva la palanca hacia la derecha.
- Giro hacia atrás: Para rodar el cucharón hacia atrás (movimiento D), mueva la palanca hacia la izquierda.





Conclusiones

- El proyecto planteado como tema de titulación pudo ser concluido, cumpliendo todos los objetivos planteados y el desarrollo del banco en general.
- Mediante este proyecto se entendió la importancia de la maquinaria y equipo pesado, especialmente de las retroexcavadoras en la construcción, minería y obras viales.
- El banco de entrenamiento simula las condiciones reales de una retroexcavadora, y será el material didáctico adecuado para el área automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- El control electrónico de la retroexcavadora está simulado de tal manera que es lo más parecido a una palanca de control real, simulando todos los movimientos y controles que posee esta máquina y sus herramientas como tal.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Recomendaciones

- Es recomendable realizar un mantenimiento periódico a este banco de entrenamiento para mantenerlo siempre en óptimas condiciones de funcionamiento, y sobre todo para que sirva como material didáctico adecuado y operativo para estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.
- Si el banco de entrenamiento presenta fallas o anomalías durante su funcionamiento, deténgalo inmediatamente e inspeccione detenidamente todos sus componentes.
- No se debe usar las herramientas con un peso superior al admitido, puesto que podría ocasionar daños en el control electrohidráulico del banco.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN