UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

"DISEÑO E EIMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA GRAPLES DE EXCAVADORA MARCA SOLMEC PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA NOVACERO S.A."

JUAN ANDRES NAVAS SANCHEZ

Proyecto de Investigacion presentada como requisito previo a la obtención del grado de:
INGENIERO EN ELECTROMECÁNICA

Año 2017

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

- **La empresa NOVACERO no dispone de una estación para realizar el mantenimiento de graples de excavadoras marca Solmec, por lo que en la actualidad este proceso se lo realiza manualmente con un incremento de la mano de obra**
- **El presente proyecto tiene como finalidad disminuir las paradas de maquinaría para optimizar el tiempo, mano de obra y recursos**

- OBJETIVO GENERAL:

Diseñar e implementar una estación de mantenimiento para graples de excavadoras marca Solmec para optimizar la producción de la empresa “NOVACERO S.A.”.

- OBJETIVO ESPECÍFICO

Diseñar y construir una estructura de soporte e intercambio de graples manual para el acople de accesorios reparados.

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRAPLES

- **CARACTERÍSTICAS**

- Refuerzo de material resistente al desgaste
- Construcción robusta
- 360° de rotación continúa

- **VENTAJAS**

- Los graples están óptimamente adaptados al modelo de excavadora
- Múltiples aplicaciones
- Gran presión de cierre

Descripción del equipo:

- **El rotor hidráulico** para graples es una interfaz de conexión entre el brazo del aparato de levantamiento y el órgano de toma de la carga que permite la rotación parcial o continua del mismo, fijado al brazo mediante empernado.
- Consta de 6 cilindros hidráulicos de doble acción ubicado una en cada uña.
- Tanto el accionamiento del rotor hidráulico los cilindros hidráulicos se realizan mediante los mandos hidráulicos de la máquina en la cual están montados.

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Requerimientos físicos

- Masa, longitud y número de graples que van a ser montados en la estación.
- Existirán derrames de aceite hidráulico por lo cual el lugar debe ser asignado adecuadamente.
- La estación de mantenimiento requiere un espacio físico 19 m^2 esto es debido a que un graple abierto mide 2.5 m, cerrado 1.6 m de radio y la altura 2 m

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Capacidad máxima

- La estación de mantenimiento soportara un peso máximo de 2 graples, más el peso del personal que va a trabajar sobre la estación y la central hidráulica que se ubicara en la parte superior.
- Para el diseño de ésta estación se usará como mínimo un factor de seguridad de 5 por las condiciones de trabajo y el mal uso que se le puede dar a la estación.

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Cargas en la estructura

Peso de cada pulpo (1.7 Ton cada uno) Transformamos las toneladas en kilogramos: 16660 N.
Peso estimado de la estación hidráulica : 115 lt. lo Transformamos : 1050 N
Peso estimado del motor y accesorios: 490 N
Peso estimado de la caseta de protección para central hidráulica: 295 N
Sacamos un total:

$$F_T = 490\,N + 295\,N + 1050\,N$$

$$F_T = 1835\,N$$

Capacidad máxima de la plataforma 10 personas: Peso estimado de una persona 75 Kg = 7300N.

La carga en los pasamanos se va a calcular como el 20% del peso de las personas = 1470 N

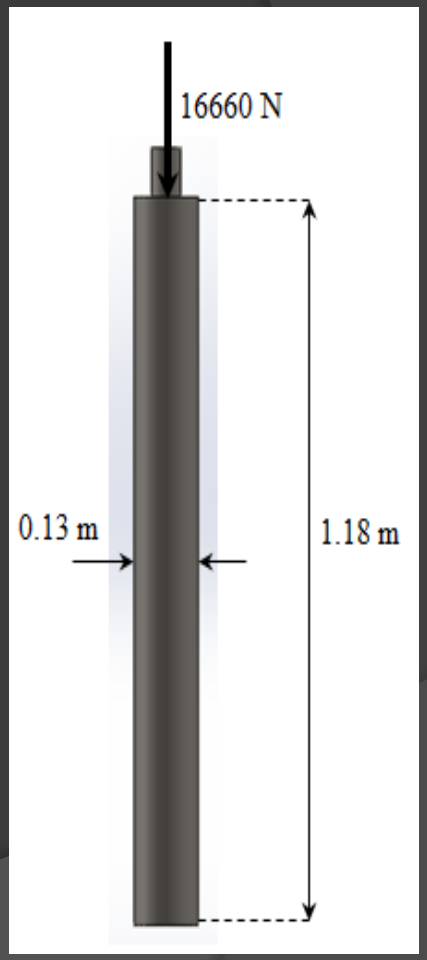
Todos los elementos estructurales del proyecto serán proporcionados por la empresa NOVACERO y serán fabricados con acero estructural ASTM A36

Diseño del soporte del graple

El peso que va a soportar y el esfuerzo a compresión que va a estar sometido

A compresión:

Se selecciono un eje de 130 mm de diámetro y de 1.18 m de longitud a partir de esto vamos a comenzar nuestro diseño.



$$\sigma_{compresion} = \frac{F}{A} \leq \frac{s_y}{N}$$

$$N = \frac{s_y * A}{F}$$

$$N = \frac{250\,\frac{N}{mm^2} * 13273.22\,mm^2}{16660\,N}$$

$$Fs = 199.2$$

Valor aceptable para el factor de seguridad para este tipo de diseño es mayor a 5 por lo que el valor calculado cumple con los requerimientos por lo que respecta al esfuerzo a compresión.

ESFUERZO A COLUMNA

Donde:

L = Longitud real de la columna entre soporte.

K = Constante que depende del caso designado

extremos son empotrado – por lo tanto K = 2.1

$$L_E = K * L$$

$$L_E = 2.1 * 1180\ mm$$

$$L_E = 2478\ mm$$

RADIO DE GIRO MINIMO

$$r_{min} = \frac{D}{4}$$

$$r_{min} = 32.5\ mm$$

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Relación de esbeltez

$$Relacion\ de\ Esbeltez = \frac{L_e}{r_{min}} = \frac{K * L}{r_{min}}$$

$$Relación\ de\ Esbeltez = 76.25$$

Le = Longitud efectiva

r_{min} = Radio de giro mínimo

Se empleara la relación de esbeltez para ayudar a seleccionar el método de análisis de columnas rectas con cargas de tipo central.

Relación de esbeltez de transición

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{s_y}}$$

E = Modo de elasticidad de la columna

Sy = Resistencia de Fluencia del material

$$C_c = 127.84$$

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

$$\frac{KL}{r} < C_c$$

Comparando Cc con Kl/rmin , este resultado indica la clase de análisis a utilizarse.

$$76.25 < 127.84$$

Se utiliza la fórmula de J. B. Johnson para columnas cortas.

Con este cálculo sabemos que la carga critica para que el eje de 130 mm de diámetro se pandee es de 2728.19 KN.

$$P_{cr} = A * S_y \left[1 - \frac{S_y \left(\frac{KL}{r}\right)^2}{4\pi^2 E} \right]$$

$$P_{cr} = 2728.19\ KN$$

Factor de diseño y carga admisible

Pa = Carga admisible
Pcr = Carga critica
N = Factor de seguridad

$$P_a = \frac{P_{cr}}{N}$$

$$P_a = 545.6\ KN$$

El factor de diseño seleccionado para este proyecto va a ser N = 5.

La carga admisible para el eje de 130 mm de diámetro es de 545.6 KN, la carga real aplicada P debe ser menor que Pa:

$$P_a > P$$

$$545.6\ KN > 16.66\ KN$$

A continuación se determina el factor de seguridad

$$N = \frac{2728.16\ KN}{16.66\ KN}$$

$$N = 163.75$$

Valor muy cercano al calculado inicialmente que de 199.2.

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó satisfactoriamente una estación de mantenimiento para graples de excavadoras marca Solmec para la empresa NOVACERO S.A, que es capaz de reducir la paras innecesarias de la maquinaria al dar mantenimiento preventivo a los graples en una reducción del 10 %

- El montaje adecuado de los elementos de la estación de mantenimiento para graples permite que su funcionamiento sea de alta calidad, reduciendo al máximo fugas de aceite hidráulico en el equipo y evitando contaminar el medio ambiente.

- Los valores de factor de seguridad considerados en el diseño, así como la alta disponibilidad en horas de uso de ciertos elementos seleccionados para la estación la hacen segura y eficiente.

- El diseño de la estación permite el fácil montaje y desmontaje de los graples y sus componentes, así como accesibilidad a todas las áreas siendo esto una gran ayuda para las tareas de mantenimiento.

- La implementación de la estación de mantenimiento para graples redujo las paras de la maquinara para dar mantenimiento correctivo.

- La implementación de la estación de mantenimiento para graples tiene una rentabilidad del 11%, y al mismo tiempo reduce las pérdidas para la empresa por paralización de los graples,

GRACIAS