

## OPTIMIZACIÓN DEL TABLERO A BORDO MEDIANTE SU DIGITALIZACIÓN Y ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO CON SUS RESPECTIVOS PROTOCOLOS DEL PROTOTIPO DE TRACTOR AGRÍCOLA MONOPLAZA A DIÉSEL.

## OPTIMIZATION OF THE BOARD ON BOARD THROUGH DIGITALIZATION AND DEVELOPMENT OF THE MAINTENANCE MANUAL WITH ITS RESPECTIVE PROTOCOLS OF THE PROTOTYPE OF DIESEL FARM TRACTOR.

Cristina del Rocío Sánchez Lara<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior Guayaquil  
e – mail :<sup>1</sup>csanchezlara@gmail.com

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro, VIII Edición 2019, No. 6 (12)

### Resumen

La investigación tiene como propósito la implementación de un sistema de monitoreo a través de la visualización de datos y gráficos, que representan el funcionamiento de los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos en estado actual de la máquina, con el fin de llevar un control para evitar el desgaste de los componentes y partes móviles del tractor.

Las variables a monitorear son: presión de aceite motor e hidráulica de la transmisión, temperatura del motor y aceite hidráulico, estado de carga de la batería (voltímetro), nivel de combustible y aceite hidráulico, medidor de inclinación del tractor, RPM y tiempo de funcionamiento acumulado. Mantener el registro de estas variables es fundamental para realizar futuras correcciones, ajustes y calibraciones necesarias. Además, que las variables pueden ser convertidas en datos para planificar el mantenimiento periódico en función de las horas de trabajo del tractor, disminuyendo la probabilidad de tener que realizar mantenimientos correctivos. Estas variables entregan señales digitales o analógicas según sea el requerimiento, a un dispositivo PLC (Controlador lógico programable), los mismos que se presentan de manera digitalizada en el tablero mejorando la interfaz entre el operador y la máquina.

Esto permitirá efectuar la elaboración del manual de mantenimiento, para el cual se iniciará con la recolección de datos obtenidos durante la operación del tractor, además se obtendrán valores de las variables instaladas en el tablero, las recomendaciones técnicas obtenidas por el fabricante del motor y la información referencial que finalmente serán evaluadas de manera

periódica logrando una revisión completa del tractor.

**Palabras Clave:** Tractor agrícola monoplaza, tablero digital, manual de mantenimiento, medidor de inclinación del tractor, horómetro.

### Abstract

*The research has its purpose the implementation of a monitoring system through data visualization and graphics, it involves mechanical systems operations, electrical and electronic systems in current state of machine, for to keep track prevent wear of components and moving tractor parts.*

*The variables to be monitored are: engine oil pressure and hydraulic transmission, engine temperature and hydraulic oil, state of battery charge (voltmeter), level of fuel and hydraulic oil, tilt meter, RPM and functioning time accumulated. Keeping track of these variables is crucial for future fixes, adjustments and calibrations necessary. In addition, the variables can be converted into data to plan regular maintenance according to the tractor working hours, reducing the likelihood of having to perform corrective maintenance. These variables deliver digital or analog signals as the requirement to a PLC (Programmable Logic Controller) device, the same way they are presented on the board digitized improving the interface between the operator and the machine.*

*This will make the development of maintenance manual, for which will begin with the collection of data obtained during the tractor operation, also variable values installed on the board will be obtained, the*



*technical recommendations obtained by the engine manufacturer and the reference information that will eventually be evaluated periodically making a complete tractor review.*

**Keywords:** Tractor, dashboard, maintenance manual, tilt meter, hour meter.

## 1. Introducción

Esta investigación consiste en la implementación de un sistema de monitoreo de variables, a través de la visualización de datos y gráficos, que representan el funcionamiento de los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos en estado actual de la máquina, con el fin de llevar un registro para el mantenimiento periódico que evite el desgaste de los componentes y partes móviles del prototipo de tractor agrícola monoplaza a diésel.

Mantener el registro de las variables es fundamental para realizar futuras correcciones, ajustes y calibraciones necesarias. Además, que estas variables pueden ser convertidas en datos para planificar el mantenimiento preventivo y predictivo en función de las horas de trabajo del tractor, disminuyendo la probabilidad de tener que realizar mantenimientos correctivos.

El uso de diferentes softwares computacionales de diseño mecánico, diseño hidráulico y programación, permite el desarrollo y construcción del tablero a bordo.

El término Mecanización Agraria indica la realización con máquinas de los trabajos que en el campo en otros tiempos se hacían con fuerza animal o mediante la actividad del hombre.

Dos son los objetivos básicos de la mecanización agrícola:

- Aumentar la productividad.
- Mejorar la ergonomía del trabajo agrícola.

El tractor es un vehículo de trabajo que posee motor propio diseñado para desplazarse por sí mismo, traccionar o arrastrar y empujar los distintos implementos o equipos utilizados en las labores agrícolas.

Se debe conocer los parámetros principales del tractor monoplaza a diésel como:

Los sistemas eléctricos de los tractores agrícolas, son similares a los utilizados en los automóviles, en el caso del tractor con motor a diésel, el sistema eléctrico es más sencillo porque comprende el sistema de encendido del motor de gasolina. [1]

El sistema hidráulico es utilizado para transferir el movimiento a distancias largas o a sitios de difícil acceso, utilizando bombas accionadas por motores eléctricos, válvulas, motores hidráulicos, mangueras y un fluido a presión que en el caso de la maquinaria es un aceite sintético. Ha reemplazado al mecánico, en el accionar de dispositivos de conducción o control del propio tractor, tales como dirección, freno, traba diferencial.

El sistema hidráulico transmite energía mediante un fluido (aceite). [1]

Las orugas de goma mejoran la tracción significativamente sin reducir las capacidades de velocidad, a la vez son capaces de transitar en concreto sin dañarlo y son capaces de operar a más altas velocidades. [1]

Sistemas de lubricación encargado de distribuir el aceite por las piezas de los motores y mantener lubricadas todas las partes móviles de un motor.

El sistema de alimentación que es un sistema de inyección a alta presión (en el orden de los 200 Kg/cm<sup>2</sup>). Sirve para inyectar, de acuerdo a la secuencia de encendido de un motor, cierta cantidad de combustible a alta presión y finamente pulverizado en el ciclo de compresión del motor, el cual, al ponerse en contacto con el aire muy caliente, se mezcla y se enciende produciéndose la combustión.

Este sistema consta fundamentalmente de una bomba de desplazamiento positivo con capacidad para inyectar cantidades variables de combustible y con un émbolo por inyector o cilindro del motor; encargado de la inyección directamente en la cámara de combustión (inyección directa) o en una cámara auxiliar (inyección indirecta). [1]

El Software H.M.I. donde un operario continuamente esta interactuando con los objetos que lo rodean y crea expectativas sobre estas, dando órdenes sobre cómo deben comportarse, basándose en experiencias con los objetos. Este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos mediante la comunicación. Se configura la aplicación deseada,

y luego queda corriendo en el PC un software de ejecución (Run Time).

HMI que significa “Human Machine Interface”, es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas.

El Panel View es un dispositivo electrónico de interface de operador, proporciona un poderoso control de planta y capacidades de monitoreo de datos para una mayor productividad. Todos los terminales Panel View están diseñados para ofrecer capacidad de escalado, confiabilidad y compatibilidad. [1]

Los operarios a cargo de un tractor ya sea para labores agrícolas o de transporte deben conocer la forma correcta de funcionamiento del mismo, desde cómo debe operarlo y realizar las tareas de mantenimiento que se establecen para prolongar la vida útil del mismo.

Existen mantenimientos por: avería, preventivo, predictivo, correctivo y proactivo los mismos que permiten realizar diagnósticos sobre el estado del tractor monoplaza a diésel con la ayuda de equipos y software especializados para la medición. [2]

Para aprovechar los usos del tractor monoplaza a diésel se debe mantener un plan de mantenimiento donde los registros de la maquinaria deben llevarse fielmente. Se debe producir un registro consecutivo de todo el trabajo mecánico y de servicio hecho en una máquina o equipo. Estos deben ser fáciles de llevar, fáciles de leer, y que puedan estar siempre disponibles y al día.

Para un diagnóstico adecuado del funcionamiento del tractor monoplaza a diésel se debe tomar en cuenta la interacción de los parámetros de deslizamiento y rodadura con el suelo influye desfavorablemente en el aprovechamiento de la potencia del motor y en el consumo de combustible de los tractores, incidiendo sobre sus requerimientos energéticos. [3]

Existen estudios donde se evalúa la resistencia a la rodadura y el consumo de combustible de un tractor agrícola operando bajo diferentes condiciones de labranza (ocho niveles) y niveles de carga en la

barra de tiro (tres niveles) en un diseño de parcelas grandes. Basándose en análisis teóricos realizadas a nivel mundial, operar el tractor es aparentemente fácil, pero hay que tener en cuenta ciertas consideraciones. Como:

Antes de operar el tractor hay que hacer una detallada revisión preliminar, para ver el estado de las orugas de goma; los niveles de aceite en el cárter y del sistema hidráulico, del tanque del combustible y del agua de refrigeración. [4]

Observar el suelo debajo de la máquina para ver si no hay derrames o fugas. Una vez hecha esta revisión, se puede poner en funcionamiento el motor del tractor y en los primeros minutos no exigir altas velocidades ni grandes esfuerzos.

La velocidad de operación del tractor y por tanto la fuerza disponible, depende de la operación que se esté realizando y del tipo de suelo, lo cual está ligado con el cultivo a establecer.

En primer término, se debe tener en cuenta el suelo. Un suelo muy arenoso es suelto, es liviano, por ello no opone resistencias altas para ser trabajado y aparentemente puede aplicarse alta velocidad de trabajo, pero esta apreciación es incorrecta y puede ser grave para las características físicas de ese suelo. Si por el contrario el suelo tiene alto contenido de arcilla, es un suelo pesado que exige esfuerzos grandes para ser laborado; a mayores esfuerzos de tracción, menos disponibilidad de velocidad.

Si la operación de labranza es a profundidades considerables, se requiere esfuerzos altos y eso sacrifica la disponibilidad de velocidad. Si la operación es pasando el implemento muy superficial, la posibilidad de velocidades alta. Todo esto está ligado con el cultivo para el cual se está realizando la operación agrícola mecanizada, pues no es lo mismo preparar el suelo para sembrar soja que para sembrar algodón o para caña.

Una vez terminada la actividad diaria, el tractor debe quedar en reposo en su sitio habitual, donde se tanqueará de combustible para la próxima faena. Se revisará en el horómetro sus horas de trabajo para saber cuándo debe hacerse el próximo mantenimiento periódico. [5]

## 2. Materiales y Métodos

Mediante un PLC (Controlador lógico programable), las variables mencionadas presentan señales digitalizadas, obtenidas durante la operación del tractor, con el registro de estos datos permitirá la elaboración del manual de mantenimiento y finalmente serán evaluadas de manera periódica logrando una revisión completa.

Las variables del tractor a monitorear son:

- Temperatura del motor, aceite hidráulico
- Presión de aceite motor, aceite hidráulico (orugas)
- Nivel de combustible, aceite hidráulico
- Carga de la batería
- Revoluciones del motor
- Velocidad
- Medidor de inclinación
- Contador de tiempo de funcionamiento acumulado

Cada uno de estos parámetros al no ser controlados a tiempo causa deterioro en el motor y sistemas del automóvil o a su vez accidentes, mismos que podemos minimizar instalando un buen sistema de monitoreo y alarmas para que puedan ser corregidas a tiempo y evitar cualquier percance en el vehículo o en sus ocupantes.

Las señales de salida del sistema de medición de las variables presentes en el tractor agrícola monoplaa a diésel se procesaron de forma adecuada para las diferentes etapas de operación, al presentarse señales muy pequeñas se amplificaron y se linealizaron; se realizó un cambio de resistencia a voltaje y a un cambio de corriente.

Los sensores presentes en el sistema son de tipo resistencia variable por lo tanto se usa como divisor de voltaje para tomar la señal en el convertor de voltaje a corriente.

$$\frac{V_0}{V_{IN}} = \left( 1 + \frac{R_f}{R_a} \right) \quad \text{Ec.1}$$

$$R_f = 68 \text{ k}$$

$$R_a = 27 \text{ k}$$

$$I_L = \frac{E_1}{R} \quad \text{Ec.2}$$

$$I_L = 0.45 \text{ mA}$$

$$V_L = I_L \cdot R \quad \text{Ec.3}$$

$$V_0 = 2V_L - E_2 \quad \text{Ec.4}$$

$$V_0 = 2V_L$$

Máxima resistencia a 0,20 v y 5v

$$\Delta = \frac{5}{0,20} = 25$$

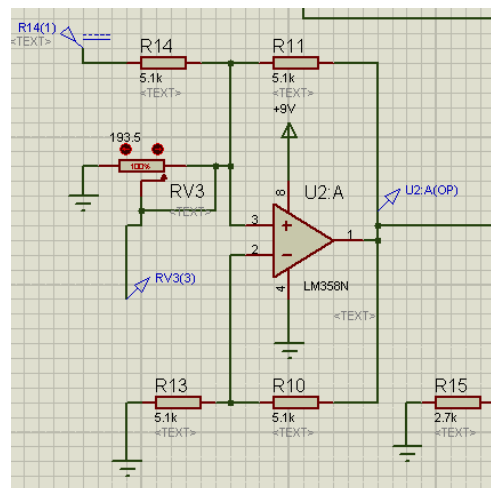


Figura 1: Circuito conversor de resistencia a corriente

Conociendo que el voltaje de carga tolerado para un sistema de 12V está entre 13,8 y 14,4V, es necesario leer el valor directamente desde el acumulador a través de un divisor de tensión.

Para el monitoreo de este parámetro se diseñó un divisor de tensión a fin de que la variación de la carga de la batería sea proporcional a la variación de voltaje que ingresa al PLC, asumiendo que el máximo de voltaje que pueda cargar la batería sea de 13.8 voltios, esto representará 5 voltios de ingreso al PLC y también será lo máximo.

$$V_0 = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) * V_{in} \quad \text{Ec.5}$$

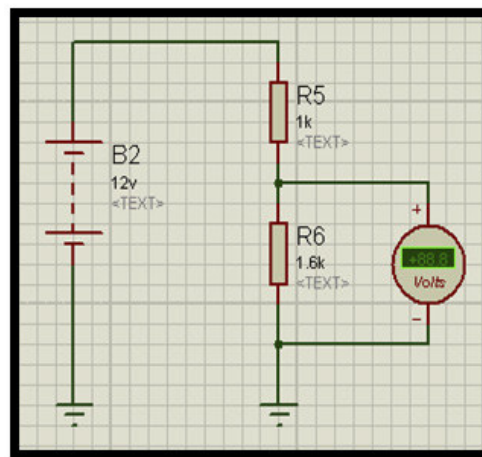


Figura 2.- Circuito para monitorear la carga de la batería.

Se implementó un HMI a través del touch panel, con el objetivo de facilitar el control y visualización de las variables presentes en el tractor.

El diseño del HMI es amigable y eficaz con el usuario, ya que debe comunicarse con los sensores para controlar a todas las variables del prototipo en forma

manual o en forma automática, llevando el monitoreo de las variables de los sistemas del tractor así como también el encendido y apagado del electroventilador, también recibir la señal dada por los diferentes sensores de (nivel, temperatura, presión, proximidad, acelerómetro), visualización del estado de la batería y posteriormente promocionará el conteo de las horas de trabajo del tractor agrícola monoplaza a diésel.

El diagrama de acoplamiento electrónico de los elementos constitutivos del sistema del tractor monoplaza a diésel se observa en la figura 3.

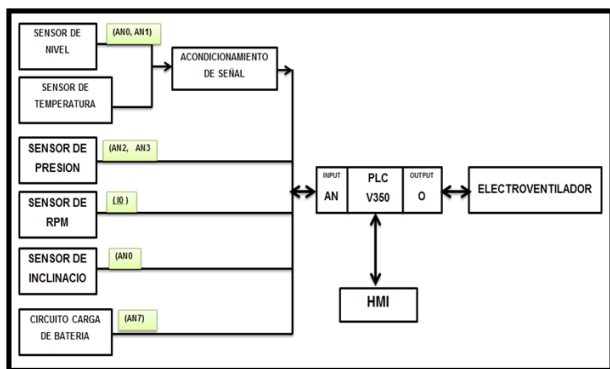


Figura 3: Diagrama de bloques de acoplamiento electrónico

Para determinar la programación del proyecto se basó en el siguiente diagrama de flujo:

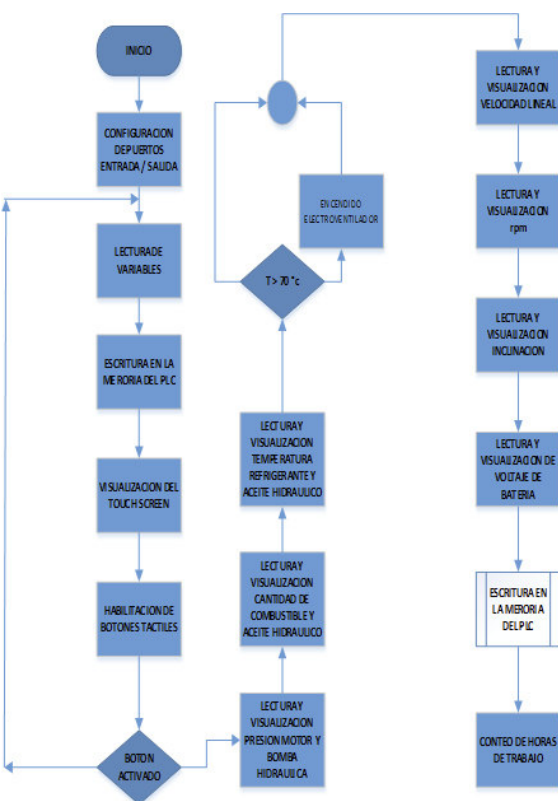


Figura 4 Diagrama de flujo del programa principal

Para el HMI se implementó de forma visual los datos que arroja el algoritmo de programación para cada sensor, se puede observar los valores de medición de cada variable del tractor.

Tabla 1. Botones principales del tablero

MODO	DESCRIPCIÓN	GRAFICA
NIVEL	muestra los niveles del tanque de combustible y el tanque de aceite hidráulico	
KM	muestra los kilómetros totales y las RPM del motor	
PRESIÓN	muestra la presión del motor y presión de la bomba hidráulica	
MANTENIMIENTO	Muestra los diferentes procesos para el mantenimiento del tractor según las horas de trabajo.	
INCLINACIÓN	Muestra los diferentes grados de inclinación del tractor.	
TEMPERATURA	Muestra la temperatura del refrigerante y la temperatura del aceite hidráulico	
HOROMETRO	Muestra las horas de trabajo de todo el sistema.	

Las pruebas realizadas al sistema son de vital importancia en el ciclo de desarrollo tanto del hardware como el software, consistiendo en la revisión final de los requerimientos, análisis y diseño para finalmente obtener los resultados requeridos.

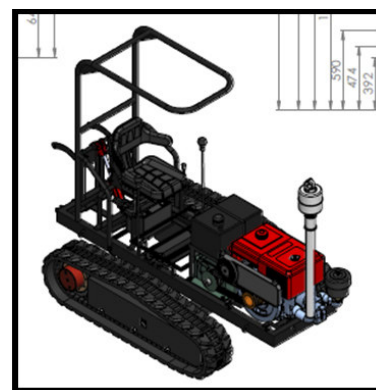


Figura 5: Implementación del diseño mecánico.

Se utilizó el software de diseño SolidWorks para el análisis de la inclinación máxima a la que se someterá el tractor.

Realizando un estudio de movimiento estático rotacional, con puntos fijos se obtuvo la siguiente simulación:

El tractor agrícola monoplaza a diésel se encuentra montado sobre una plataforma de prueba para determinar el vuelco máximo al que puede estar sometido el tractor.

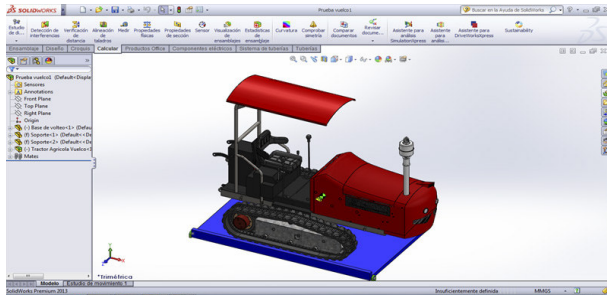


Figura 6: Tractor agrícola sobre plataforma de prueba

Como se observa en la figura 7 se empieza el análisis de vuelco aplicando una velocidad de 2 rpm sobre la plataforma para iniciar el giro.

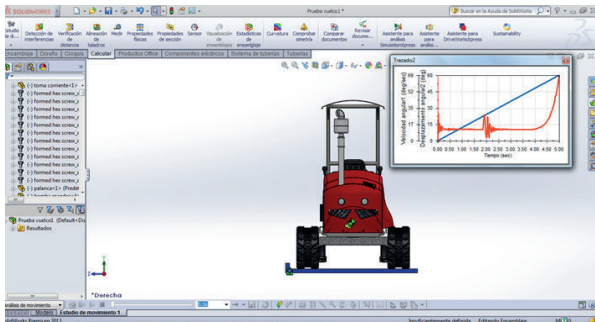


Figura 7: Inicio de simulación

Como se observa en la figura 8 a medida que se va inclinando la plataforma va determinando el ángulo de vuelco al que está sometido el tractor el cual se determina a los 52°C, determinando una precaución a los 42°C.

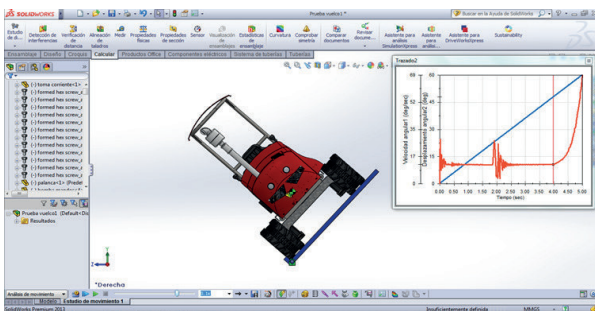


Figura 8: Máximo grado de inclinación del tractor

### 3. Resultados y Discusión

Las tablas a continuación se describen los resultados obtenidos bajo tres parámetros de análisis encendido, apagado y encendido con falla; en los cuales se puede observar los valores óptimos de funcionamiento como el nivel de combustible lleno a 6 litros, presión motora 60 PSI, presión sistema hidráulico 400 PSI, inclinación máxima de trabajo 30 grados entre otros valores de funcionamiento.

### 4. Conclusiones

Tabla 2. Nivel de combustible en línea recta

Aceleración	Recorrido	Consumo	Equivalencia
1.88 m/min	200 m	1 litros.	BAJO
	800 m	4 litros.	MEDIO
	1200 m	6 litros.	LLENO

Tabla 3. Consumo de combustible en pendiente

Aceleración	pendiente	consumo
0.66 m/min	10 °	0,5 litros.
0.88 m/min	25 °	0,7 litros.
0.88 m/min	45 °	1,5 litros.

Tabla 4. Nivel de aceite hidráulico

2 litros.	BAJO
14 litros.	MEDIO
20 litros.	LLENO

Tabla 5. Indicador de valores de presión motor

Rangos (PSI)	Rangos (BAR)	condiciones
0 PSI	0 BAR	APAGADO
De 60 a 50 PSI	De 4.136847 a 3.447372 BAR	FUGA
60 PSI	4.1368 BAR	ENCENDIDO Funcionamiento óptimo
Menor a 42 PSI	Menor a 2.89 BAR	NO HAY PRESIÓN ALERTA
CON CARGA		
100 Kg	60 PSI	4.1368 BAR
600 Kg	60 PSI	4.1368 BAR

Tabla 6. Indicador de valores de presión del sistema hidráulico

Rangos (PSI)	Rangos (BAR)	condiciones
0 PSI	0 BAR	EN PARADA
400 PSI	27.57897 BAR	DESPLAZAMIENTO EN LINEA RECTA
	9 BAR	

DE 1000 A 1500 PSI	DE 68.95 a 103.42 BAR	Desplazamiento Sobre Una Pendiente No Mayor A 30 Grados
CON CARGA		
100 Kg 600 kg	1500 PSI 2000 a 2200 PSI Máximo valor mostrado sobre una pendiente	103.42 BAR 137.89 a 151.68 BAR

Tabla 7. Indicador de funcionamiento temperatura motor

Condiciones	Temperatura	Indicadores
Apagado	15 °C	TEMPERATUR A AMBIENTE
Encendido	90 °C	TEMPERATUR A NORMAL DE FUNCIONAMIE NTO
Encendido con falla	100 °C	SOBRECALEN TAMIENTO

Tabla 8. Indicador de funcionamiento de temperatura aceite hidráulico

Condiciones	Temperatura	Indicadores
Apagado	20 °C	TEMPERATURA AMBIENTE
Encendido	De 40 °C	TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO
Encendido con falla	100 °C	SOBRECALENTAMI- ENTO

Tabla 9. Inclinación

Aceleración	Consumo de combustible	Grados	Condiciones
0 m/min	0 lts. 0	°	DESPLAZAMI ENTO HORIZONTAL
0.88 m/min	0.7 lts. 3	0 °	INCLINACION MÁXIMA POR CADA ORUGA
0.88 m/min	1.5 lts.	52°	VUELCO

Se determinó el rendimiento mediante la simulación con el uso del software SolidWorks y la realización de cálculos matemáticos como se indica en la Figura 9:

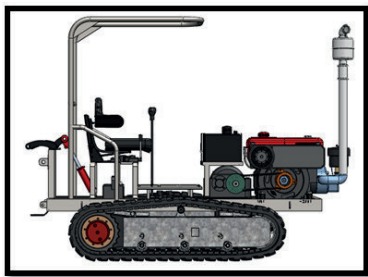


Figura 9 Tractor agrícola monoplaa a diésel

Sumatoria de momentos

$$\sum m A=0 \quad \text{Ec.6}$$

$$- 7523,19N * 0,685m + w_2 * 1,435 = 0$$

$$w_2 = 3591,2 N$$

$$\sum Fy = 0 \quad \text{Ec.7}$$

$$w_1 + w_2 - w = 0$$

$$w_1 = w - w_2$$

$$w_1 = 3931,99 N$$

## 5. Conclusiones

Se optimizó el tablero a bordo mediante su digitalización y se elaboró el manual de mantenimiento con sus respectivos protocolos en el tractor agrícola monoplaa a diésel.

Se Implementó un sistema digital de registro de las variables del automotor como presión de aceite del motor, presión hidráulica de la transmisión, temperatura del motor, estado de carga de la batería, nivel de combustible, medidor de estabilidad, tiempo de funcionamiento acumulado y revoluciones por minuto.

Se desarrolló la Interfaz Humano Máquina (HMI) para monitoreo de las variables descritas en un sistema a bordo del tractor que son visualizadas en tiempo real.

Se evaluó el rendimiento mecánico de los sistemas que conforman el motor de combustión interna del tractor en tiempo real mediante diferentes pruebas de funcionamiento en diversos ambientes de trabajo del tractor.

Se estableció los valores óptimos de funcionamiento del tractor agrícola monoplaa a diésel para el mantenimiento programado.

Se creó el protocolo o manual de mantenimiento en función de las horas de trabajo de los sistemas del tractor mediante la información obtenida del monitoreo e inspecciones previas.

Se proporcionó seguridad en el funcionamiento del vehículo, mediante la implementación de instrumentos de información y mantenimiento.

## 6. Referencias

- [1] electromecanicafacil, « electromecanicafacil,» 30 junio 2012. [En línea]. Available: <http://professionalautomotive.wordpress.com/2012/06/30/el-alternador-principio-de-funcionamiento/>.
- [2] J. G. Sierra, «circuitos hidraulicos,» de Elementos hidráulicos en los tractores y máquinas agrícolas, barcelona, Mundi-Prensa Libros s. a., (1998 ), pp. 139-152.
- [3] ritchiewiki., «ritchiewiki,» 11 enero 2010. [En línea]. Available: [http://www.es.ritchiewiki.com/wikies/index.php/Tractor\\_de\\_orugas\\_de\\_goma,](http://www.es.ritchiewiki.com/wikies/index.php/Tractor_de_orugas_de_goma,) [Último acceso: 12 noviembre 2013].
- [4] eeacarboni, « scribd,» 24 junio 2010. [En línea]. Available: [http://es.scribd.com/doc/33510046/MANUAL-DE-MECANICA-AGRICOLA,](http://es.scribd.com/doc/33510046/MANUAL-DE-MECANICA-AGRICOLA) [Último acceso: 10 noviembre 2013].
- [5] norberto, «SISMA,» SISMA, 10 mayo 2008. [En línea]. Available: <http://www.sisma.com//tipos de matenimiento>. [Último acceso: 20 noviembre 2013].
- [6] unitronics, «unitronics,» 13 noviembre 2006. [En línea]. Available: [www.unitronics.com](http://www.unitronics.com). [Último acceso: 10 diciembre 2013].
- [7] T. S.A., «TRATECO S.A.,» 14 septiembre 2007. [En línea]. Available: <http://www.trateco.net/>; <http://www.trateco.net/>. [Último acceso: 8 noviembre 2013].
- [8] T. M. S. L., «TRANSPORTES MARSIO S. L.,» 20 febrero 1978. [En línea]. Available: [http://www.transportesmarsio.com/?page\\_id=5,](http://www.transportesmarsio.com/?page_id=5) [Último acceso: 9 noviembre 2013].
- [9] «blogspo,» 2 mayo 2011. [En línea]. Available: <http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/>, [Último acceso: 3 noviembre 2012].
- [10] caterpillar, «caterpillar,» 25 mayo 1930. [En línea]. Available: <http://www.caterpillar.com/>. [Último acceso: 9 noviembre 2013].
- [11] D. Gutierrez, « ehowenespanol,» 12 julio 2011. [En línea]. Available: <http://www.ehowenespanol.com/definicion-maquinaria->

pesada-hechos\_104163/, [Último acceso: 9 noviembre 2013].

## 7. Biografías



<sup>1</sup>Cristina Sánchez Lara. - nació en la ciudad de Latacunga-Ecuador. Ingeniera Mecatrónica Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Latacunga. Ingeniera de ejecución de proyectos y automatización. Instructora de Robótica Educativa con Legos Mecatrónicos. Docente

Tiempo completo en el Instituto Superior Tecnológico Guayaquil del área de automotriz – en la ciudad de Ambato.

Autor para correspondencia:  
csanchezlara@gmail.com

### REGISTRO DE LA PUBLICACIÓN

Fecha recepción	02 septiembre 2019
Fecha aceptación	05 noviembre 2019