



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga

Tecnología Superior en Electromecánica

Implementación de un horno de secado de granos mediante el uso de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos para la mejora de producción agrícola.

**Autor:**

Sánchez Sánchez, Dennis Alexander

**Director:**

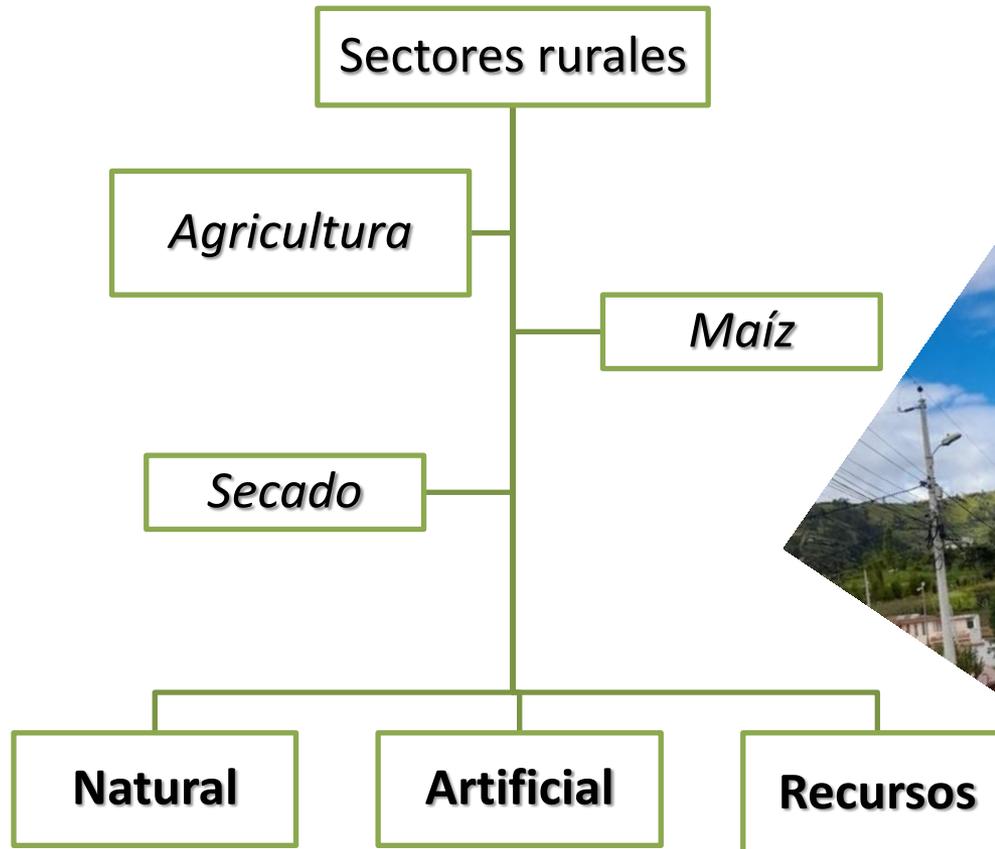
Ing. Culqui Tipán, Javier Fernando, Mgtr.

16 de febrero del 2023

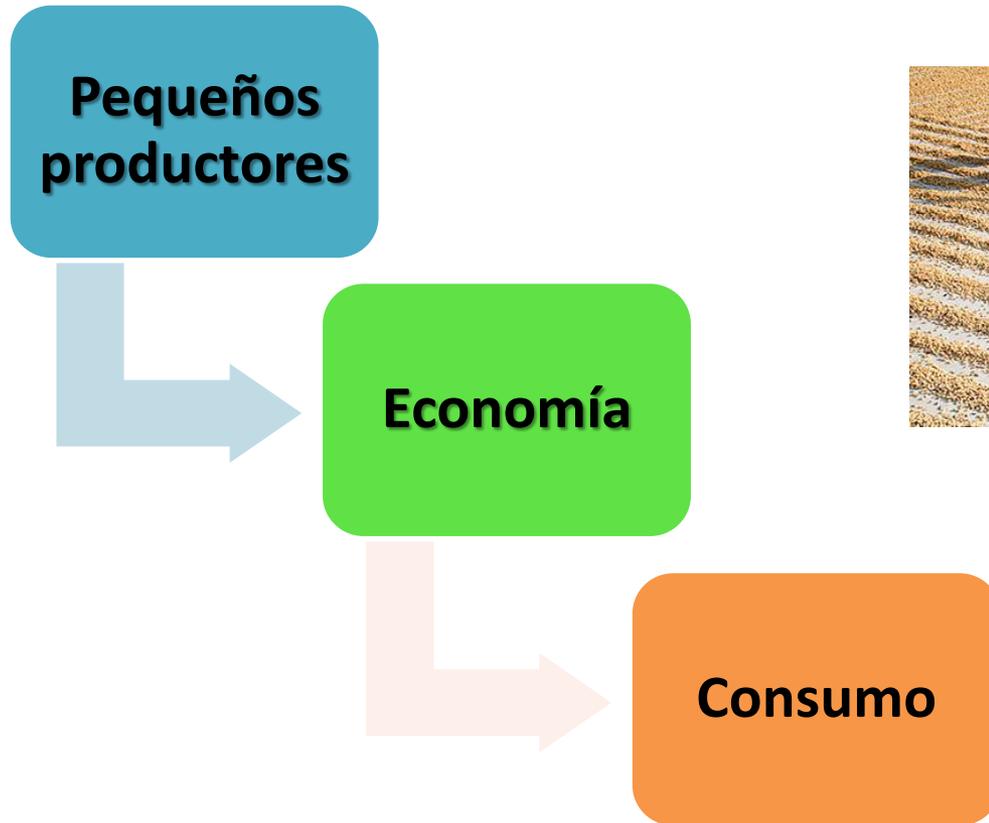
Latacunga



# Planteamiento del problema



# SECTORES AGRÍCOLAS



# Objetivos

## General

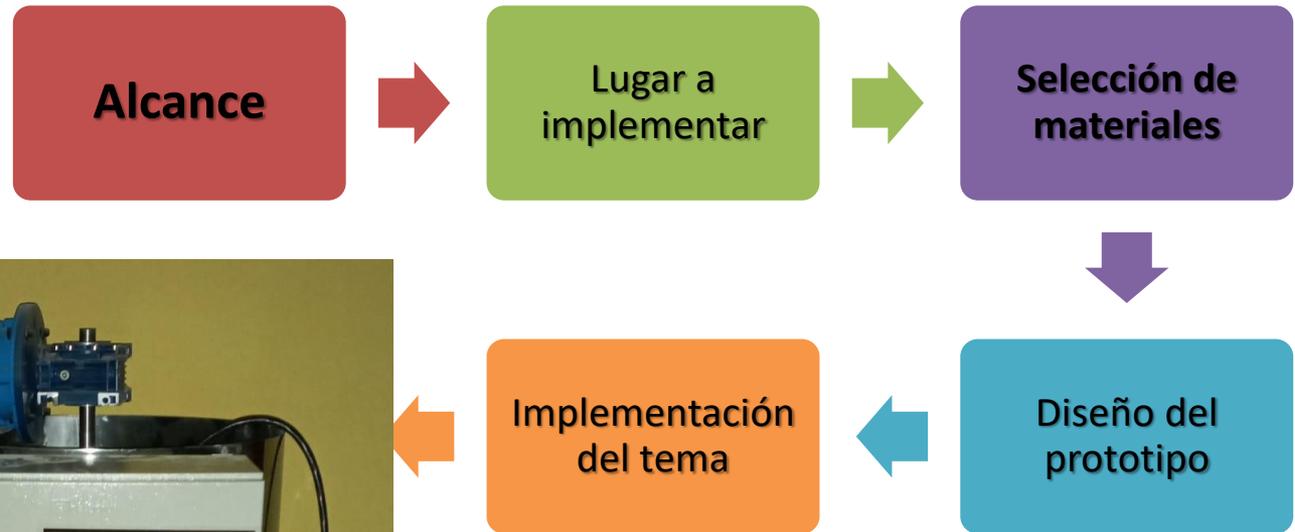
- *Implementar un horno de secado de granos mediante el uso de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos para la mejora de producción agrícola.*

## Específicos

- *Identificar literatura técnica especializada.*
- *Diseño de los componentes del horno.*
- *Implementación del horno propuesto.*

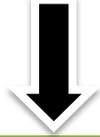


# Alcance



# Desarrollo

Literatura técnica especializada



Secadores directos o adiabáticos



Secadores indirectos o no adiabáticos.

Diseño del prototipo



# Desarrollo

## Selección de elementos Eléctricos.

### Motor

Para calcular la fuerza requerida se utilizó la siguiente formula.

$$T = F * d$$

$$T = 10kg(9.81 m/s^2) * 1.27m$$

$$T = 98.1 N * 1.27m$$

$$T = 124.59$$

La potencia requería para mover el eje de mezcla se obtiene.

La velocidad a la cual se desplaza el eje de mezcla es de 3.2min/s.

$$P = 124.59Nm * 3.2min/s$$

$$P = 398.69Watts$$

Si transformamos a KWatts nos queda:

$$P = 0.398 KWatts$$

Para transformar los Watts en HP debemos realizar lo siguiente:

$$398.69Watts \frac{1HP}{746Watts}$$

$$P = 0.53HP$$



# Motor de 1Hp a 1750 rpm

## W22 - Eficiencia Premium - 60 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (Nm)	Corriente con rotor trabado Ii/In		Par de arranque Ta/Tn	Par máximo Tm/Tn	Inercia J (kgm <sup>2</sup> )	Tiempo máx. con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	460 V							
				Letra	Ia/In				Caliente	Frio			RPM	% de la potencia nominal			Corriente nominal In (A)			
														Rendimiento		Factor de potencia				
HP	KW												50	75	100	50	75	100		
IV polos																				
1	0,75	143/5T	3,99	L	8,4	3,2	3,5	0,0049	18	40	18,5	51,0	1760	80,0	84,0	85,5	0,55	0,68	0,75	1,47
1,5	1,1	143/5T	6,00	L	8,4	2,5	3,4	0,0060	14	31	22,0	51,0	1755	82,5	85,5	86,5	0,60	0,70	0,79	2,02
2	1,5	143/5T	8,03	K	8,0	2,7	3,2	0,0066	11	24	23,0	51,0	1750	85,5	86,5	86,5	0,57	0,70	0,79	2,76
3	2,2	182/4T	12,0	K	8,1	2,3	3,4	0,0143	23	51	41,0	56,0	1760	87,5	88,5	89,5	0,61	0,73	0,79	3,91
5	3,7	182/4T	20,0	J	7,5	2,3	3,2	0,0169	15	33	43,0	56,0	1755	88,5	89,5	89,5	0,62	0,74	0,80	6,45
7,5	5,5	213/5T	29,9	H	7,1	2,2	3,1	0,0566	20	44	70,0	58,0	1765	89,5	91,0	91,7	0,66	0,76	0,82	9,18



# Conductores

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos(\varphi)}$$

$$I = \frac{746 \text{ W (1Hp)}}{\sqrt{3} * 220\text{V} * 0.8}$$

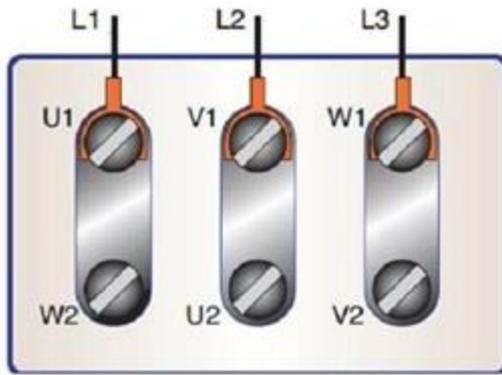
$$I = 2.17 \text{ A}$$

La corriente nominal es de 2.17 amperios y la corriente de arranque tiende a aumentar su valor hasta 8 veces, obteniendo así una corriente de arranque de 10,85 amperios. Con este parámetro se procede a seleccionar el valor más próximo según la especificación técnica mostrada.

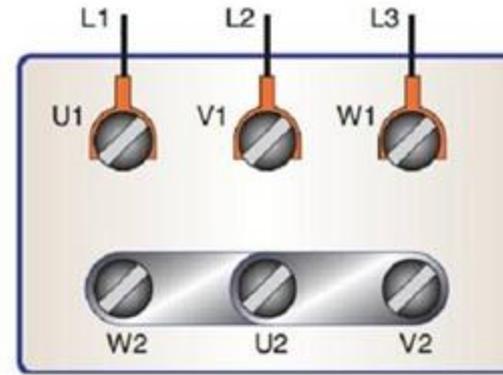
Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A		
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	18 AWG	10 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	16 AWG	13 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A		
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A	14 AWG	18 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		



# Conexión del motor



Conexión Triángulo



Conexión Estrella



# Resistencia eléctrica Industrial



Material	Acero Inoxidable
Potencia	3500 Watts
Amperaje	15.9 A
Voltaje	220V
Horas de trabajo continuo	8 h
Temperatura Máxima	60° C

# Blower



# Blower



$$I = 1.18 \text{ A.}$$

$$E = 115 \text{ V.}$$

$$P = E * I$$

$$P = 115\text{V} * 1.18\text{A}$$

$$P = 135.7 \text{ Watts}$$

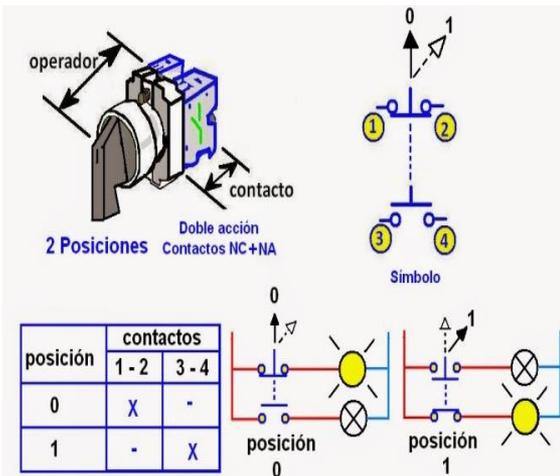
# Contacto



Paro de emergencia



# Selector

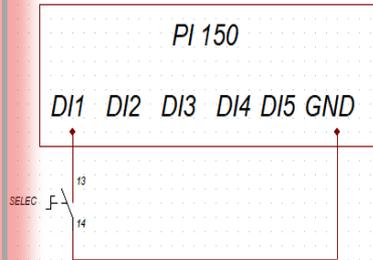


# Elementos electrónicos

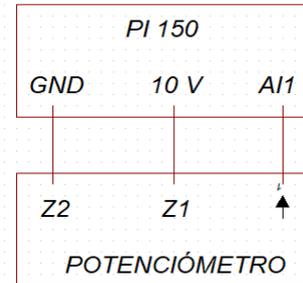
## Variador de frecuencia Relkom



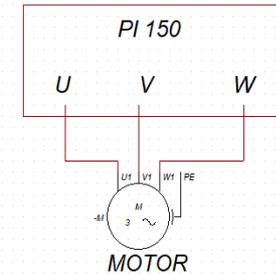
CONEXIÓN DEL SELECTOR



CONEXIÓN DEL POTENCIÓMETRO



CONEXIÓN AL MOTOR



### PROGRAMACIÓN



#### Selector:

Presionar el botón de PRG, acceder al menú "F0" presionar ENTER y acceder al menú "F0.03", presionar ENTER y cambiar el valor existente por "02", presionar ENTER una vez habilitada el bloque de contactos, presionando dos veces PRG salimos y finalizamos el proceso.



#### Potenciometro:

Presionar el botón de PRG, acceder al menú "F0" presionar ENTER y acceder al menú "F0.11", presionar ENTER y cambiar el valor existente por "1", presionar ENTER una vez habilitada el bloque de contactos, presionando dos veces PRG salimos y finalizamos el proceso.



# Controlador de temperatura

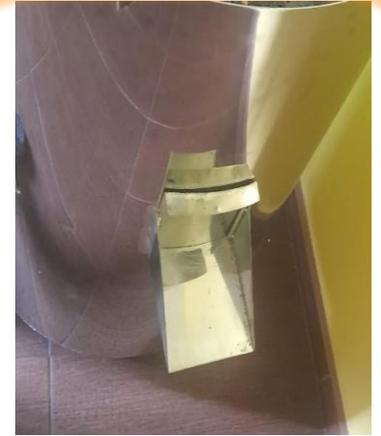


Accionar el selector de 2 posiciones. Presionar el botón superior izquierdo que cuenta con una flecha inclinada y buscar el parámetro de funciones "Func" presionar SET y acceder al menú "F 01", presionar SET y cambiar el valor existente por "123", presionar SET, el sistema nos regresa a "F 01" para lo cual debemos cambiar a "F 02" (con los botones de la derecha). En el parámetro "F 02" presionamos SET y modificamos la temperatura deseada. Una vez que seleccionamos la temperatura presionamos SET y automáticamente se guarda la temperatura solicitada y finalizamos el proceso.

## Programación



# Elementos mecánicos



# Relación de velocidad entre la caja reductora y el motor

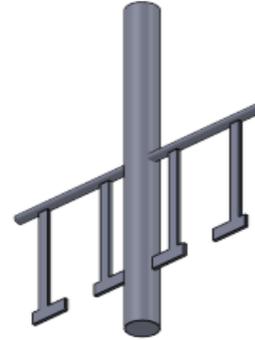
$$v_{motor} = v_{reductor} * relación$$

$$v_{motor} = 115 \text{ rpm} * 15$$

$$v_{motor} = 1725 \text{ rpm}$$



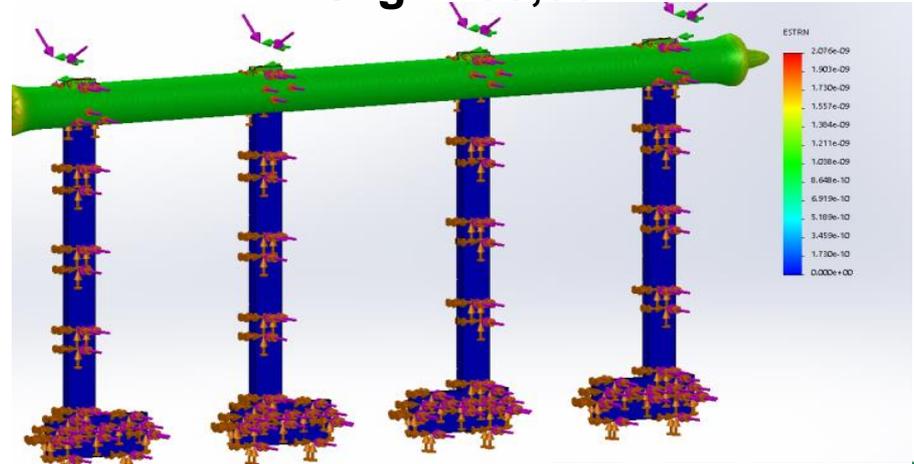
## Ensayos computacionales.



**Elemento:**  
Palas del eje para la mezcla.

**Material:** AISI 316L  
Acero inoxidable

**Carga aplicada:**  
10kg-f "98,06N"



# Desarrollo del sistema mecánico,

## Ensamblaje

1



1



2

2. Montaje de la chumacera, resistencia y base central.



3

3. Montaje de las ruedas

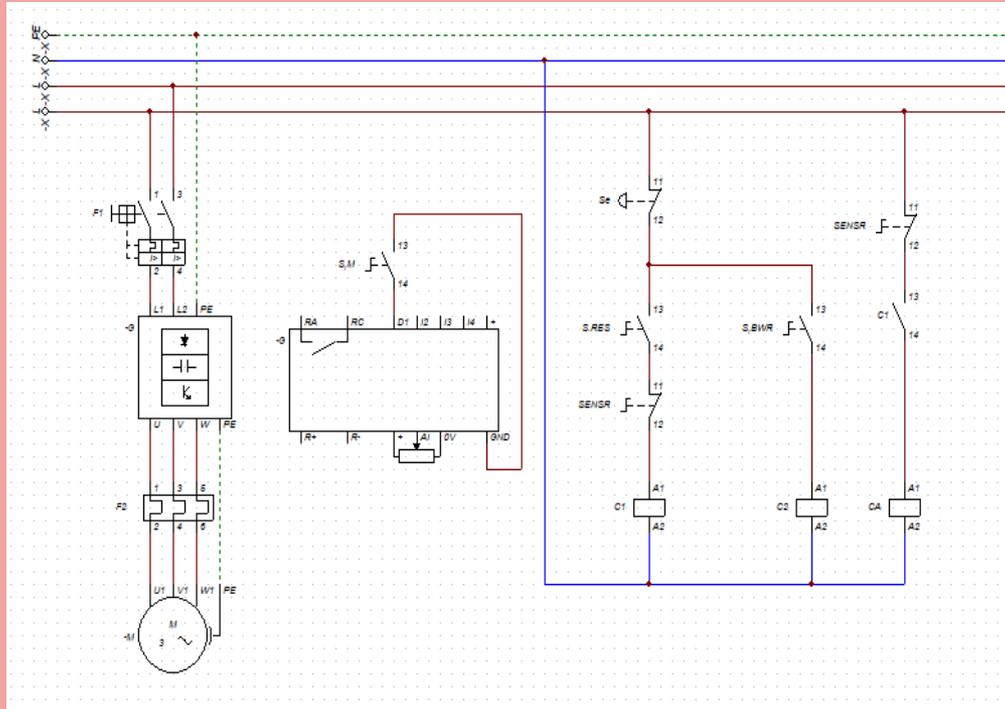


1.

Elaboración del la cámara de secado

# Desarrollo del sistema de control semiautomático

## Diagrama de control y potencia



- El funcionamiento consiste en activar los interruptores termomagnéticos, de la resistencia y el variador de frecuencia,
- Activar mediante el selector de dos posiciones el blower.
- Activar la resistencia mediante el selector de dos posiciones.
- Realizar la programación del controlador de temperatura:

# Integración del sistema mecánico y de control



Conexión del gabinete

Panel de control



# Integración del sistema mecánico y de control

## Pruebas de funcionamiento



1. Encendido y programación.



2. Etapa de secado.

3. Fin del proceso.



# Resultados

## Granos secados

Grano a secar		Maiz	
Temperatura	% de humedad	Horas h	Cantidad Kg
60° C	99%	8 h	10Kg
50° C	50%	5 h	10Kg
30° C	10%	3h	10Kg
60° C	99%	5:30 H	5Kg
50° C	50%	4H	5Kg
30° C	10%	2H	5Kg



# Mantenimiento del horno de secado de granos.



## Mantenimiento preventivo

- **Limpieza regular:** Limpiar el horno después de cada uso para evitar la acumulación de residuos y la corrosión.
- **Revisión de componentes:** Revisar periódicamente los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos para detectar y solucionar cualquier problema a tiempo.
- **Lubricación:** Asegurarse de lubricar los componentes móviles regularmente para reducir el desgaste y la fricción.
- **Verificación eléctrica:** Revisar el sistema eléctrico del horno para detectar y solucionar problemas de conexión y aislamiento.
- **Calibración del sensor:** Calibrar periódicamente el sensor para asegurar una medición precisa de la temperatura y la humedad.

## Mantenimiento correctivo.

- **Reparación de componentes:** Reparación de piezas rotas o desgastadas.
- **Reemplazo de componentes:** Reemplazo de componentes que ya no funcionan correctamente, como el sensor o los actuadores.
- **Solución de problemas eléctricos:** Identificación y solución de problemas eléctricos, como cortocircuitos, mal funcionamiento del sensor, etc.



# Conclusiones

Se realizó el análisis de los distintos tipos de hornos de secado, destacando sus características y aplicaciones. Dando a conocer que el sistema de secado automático se usa como una solución altamente eficiente, capaz de acortar significativamente el tiempo requerido para secar los granos ayudando a mejorar la producción agrícola a gran escala.

Determinamos mediante la selección elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos los materiales necesarios para esta implementación. Basándonos en las especificaciones de los fabricantes, datos técnicos y cálculos de funcionamiento. Para asegurar que el equipo sea adecuado y cumpla con las necesidades requeridas.

Mediante el desarrollo del diseño 3D en el software Solid Works de los componentes a implementar en el horno, con la finalidad de llevar a cabo un análisis estático de las palas para la mezcla de los granos puesto que este elemento es el que más trabaja. Además, se verificó su capacidad máxima de granos a secar es de 10kg durante 8 horas continuas.

Con la implementación de los componentes de manera secuencial, se realizó las conexiones de manera segura para evitar problemas al poner en marcha el equipo. También se buscó maximizar la movilidad del equipo construyendo una base con ruedas que permita su fácil traslado, sin importar su peso y tamaño. Esto mejora la funcionalidad del equipo



# Recomendaciones

Una vez realizado la investigación se determinó que se debe seleccionar de manera adecuada el sistema de secado artificial que cumpla con los parámetros necesarios para realizar la implementación del tema.

Tomar en consideración que este horno secador es para granos de maíz o granos que tengan una mayor robustez ya que si son más pequeños estos pueden traspasar por los orificios de la base central y ser triturados al insertarse en los orificios de la base y reciban un golpe de las palas del eje de mezcla.

Una vez que se haya realizado las pruebas de funcionamiento se debe tomar en cuenta el tiempo de secado y la carga insertada ya que de estos factores son cruciales para determinar el tiempo a secar.

Cuando se ponga en funcionamiento este equipo debe ser monitoreado constantemente para precautelar la integridad de los granos que estén siendo secados puesto que estos pueden necesitar ser mezclados a mayor o a menor velocidad dependiendo el calor que se haya configurado.

Después de cada uso se debe realizar una inspección de rutina para conocer el estado de los componentes verificando que se encuentren limpios y lubricados, en caso de que un elemento no se encuentre en buen estado se debe realizar un mantenimiento correctivo con el fin de solucionar a tiempo la falla y que esta no afecte al equipo.



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

