### Subsistema de selección

Este es el primer subsistema que presenta tres alternativas de solución para cada función de los dominios de la estructura de funciones, se toman algunas consideraciones que faciliten el traslado para la etapa de fermentación que se puede observar en las funciones de almacenamiento, así como la relación entre las alternativas de la función de identificación de color y las alternativas de procesar información.

**Tabla 10. Matriz morfológica del subsistema de selección.**

Fuente: Elaboración propia

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Función (funciones parciales) | Portadores de funciones (Alternativas de solución) | | | |
|  |  | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | |
| Dominio mecánico | | Albergar/ soportar/ proteger componentes varios (estructura) | Carcasa metálica | Carcasa de plástico | Carcasa acrílica | |
| Almacenar granos de cacao | Tolva  Tolvas Portátiles y Fijas | EPSA | Plataforma transportadora | Bandejas cuadradas  Amazon.com: Bandeja cuadrada de aluminio martillada de 18.0 x 18.0 x 10.1  in por KINDWER : Hogar y Cocina | |
| Organizar granos de cacao | Paletas | Bandeja o mesa vibratoria  Mesa Vibradora De Fundición Con Molde De Hormigón De Larga Vida Útil - Buy  Fundición De Vibración De Molde De Hormigón De La Mesa De Vibración De  Larga Vida De Servicio De | Tajadera de dosificación  https://vidmargroup.com/wp-content/uploads/2018/02/compuerta-de-martillos_tajadera-alta-temperatura-400x225.png | |
| Transportar granos a zona de captura de parámetros | Faja transportadora  Fajas Transportadoras | Bandas Transportadoras Perú | Cinta transportadora    Abreu - Cinta transportadora - CT-0400 | Tren de engranajes | |
| Transportar granos a zona de selección |
| Transportar granos de cacao a zona de almacenamiento |
| Almacenar granos para captura de parámetros | Cámara de selección | Estructura de plástico en C  Imagen en blanco y negro  Descripción generada automáticamente con confianza media | Estructura metálica en C | |
| Seleccionar granos de cacao | Paletas | Aire a presión (eyector)  Eyector de aire - 300 - PIAB - multietapa / compacto / de acero inoxidable | | |
| Almacenar granos en recipiente | Recipiente de acero  Recipiente de Acero Inoxidable - Goldblatt | Recipiente de plástico  IKEA 365+ Recipiente, cuadrado/plástico, 1.4 l - IKEA | Cajones de madera  Cajones de Fermentación para Cacao. | Cocoa chocolate, Cacao, Cocoa | |
| Dominio de sensores | | Sensar temperatura | Sensor de temperatura resistivo  Sensor de Temperatura multipunto para silos de almacenamiento | Sensor inteligente de T ° y H con comunicación automática de información de datos  En blanco y negro  Descripción generada automáticamente con confianza baja | Sensor de temperatura y humedad digital que trabaja con batería  Calendario  Descripción generada automáticamente con confianza baja | |
| Detectar granos de cacao | Sensor difuso fotoeléctrico  Texto, Pizarra  Descripción generada automáticamente con confianza media | Sensor ultrasónico | Sensor capacitivo  Sensor de proximidad capacitivo LJC18A3-H-Z/BX (NPN) | |
| Capturar imágenes de los granos de cacao | Sensor de color  Sensores de color | Cámara digital  https://lh6.googleusercontent.com/wxBrblARG51Td2s5H9wCdwBxJP1Bu0EJPHyuLysbk1KNTI0tO2FiPcQ-vuPpP3z4I8vvDp6WEsT_mdPQFtB4rHCRm1bYsspdpE6F--KOvx-2lr2DTS3ypyP6RE51f7BmJQCu1v89 | Escáner de objetos  Escáner 3D inalámbrico | Artec Leo | Las mejores soluciones de escaneo 3D | |
| Sensar la capacidad del recipiente | Sensor capacitivo  Sensor de proximidad capacitivo LJC18A3-H-Z/BX (NPN) | Celda de carga  https://lh4.googleusercontent.com/YHCuqtCtVLdRPVh-UWFfBHw9vl_JYtxRcC4szT5vlZ_tll42FVvw0INHQq7WhU5ScJqKZXw0cJnCELYruiIpeEqkToQjRJJ6-nR6ZkRuxDgYXjOLBpYyvk45NDRg7eQ67z4Vqy3D | Sensor de distancia  Sensor de distancia de precisión - Todos los fabricantes industriales -  Vídeos | |
| Medir flujo de cacao | Sensor infrarrojo réflex  https://lh4.googleusercontent.com/dwuSA0DrwTNGr9xcfuU_tiQdyLaRS3HsS8ZluORbmio_NgScyETYowkex4ZvmdL1GXCkRCG2v_heF-lmKKHHX_V519dSc4SHAPhHGdc4vQeG3nOMHDKE3-xPRYrOZ-hD9tbd3mzA | Celda de carga  https://lh4.googleusercontent.com/YHCuqtCtVLdRPVh-UWFfBHw9vl_JYtxRcC4szT5vlZ_tll42FVvw0INHQq7WhU5ScJqKZXw0cJnCELYruiIpeEqkToQjRJJ6-nR6ZkRuxDgYXjOLBpYyvk45NDRg7eQ67z4Vqy3D | Sensor de ultrasonido  Sensores Industriales - Sensores de Ultrasonido | Everest Ingeniería | |
| Dominio de actuadores | | Accionar organización de granos de cacao | Servomotor  https://pe.wiautomation.com/164098-large_default/SGMJV08AAA6C.jpg | Actuador lineal  Actuador Lineal 24VDC 250mm 900N | Motor vibrador  Gama estándar MVE | OLI Vibrators | |
| Accionar mecanismo de transporte a zona de captura | Motor AC  Motor AC - AMD / AMDE series - Lafert - monofásico / 110 V / con  condensador permanente y de arranque | Motor DC  Motor DC de Corriente Directa, SolarMachine - Todo en Ventilación SA de CV | Servomotor  https://pe.wiautomation.com/164098-large_default/SGMJV08AAA6C.jpg | |
| Accionar mecanismo de transporte a zona de selección | Motor AC  Motor AC - AMD / AMDE series - Lafert - monofásico / 110 V / con  condensador permanente y de arranque | Motor DC  Motor DC de Corriente Directa, SolarMachine - Todo en Ventilación SA de CV | Servomotor  https://pe.wiautomation.com/164098-large_default/SGMJV08AAA6C.jpg | |
| Accionar mecanismo de clasificación | Actuador lineal eléctrico  Qué es un actuador lineal eléctrico y cómo elegirlo? - TiMOTION | Servomotor  https://pe.wiautomation.com/164098-large_default/SGMJV08AAA6C.jpg | Compresor de aire + electroválvula  wolfox mini compresor aire p/autos 300psi silenciosa wf1011 | |
| Accionar mecanismo de transporte a zona de almacenamiento | Motor AC  Motor AC - AMD / AMDE series - Lafert - monofásico / 110 V / con  condensador permanente y de arranque | Motor DC  Motor DC de Corriente Directa, SolarMachine - Todo en Ventilación SA de CV | Servomotor  https://pe.wiautomation.com/164098-large_default/SGMJV08AAA6C.jpg | |
| Dominio de energía | | Acondicionar energía | Fuente lineal | Fuente conmutada  ELECTRÓNICA MOLGAR | | |
| Encendido del sistema | Botón switch  https://img.joomcdn.net/99a59536477a74bda2782e1b7d16f0ad66023e0c_400_400.jpeg | Interruptor de palanca  Interruptor de Palanca 2 Tornillos VOLTECK | | |
| Energizar actuadores | Fuente lineal | Fuente conmutada  ELECTRÓNICA MOLGAR | | |
| Energizar sensores | Regulador de conmutación | Regulador integrado lineal  Regulador integrado LM7805C | 3D Warehouse | | |
| Energizar controlador | Fuente lineal | Fuente conmutada  ELECTRÓNICA MOLGAR | | |
| Energizar interfaz | Fuente lineal | Fuente conmutada  ELECTRÓNICA MOLGAR | | |
| Dominio de interfaz | | Mostrar Alerta de Fallo de Sistema | Tablero eléctrico con botones e indicadores visuales  Tablero para tienda... - Tableros Eléctricos Padilla | Facebook | | Panel HMI  Panel HMI TD240 - ALLTRONICS PERU | |
| Mostrar Indicador de Temperatura |
| Mostrar Indicador de recipiente lleno |
| Ingresar Parámetros |
|  |
| Dominio de control | | Identificar color | Segmentación | Regresión lineal | | K-means |  |
|  |
|  |
|  |
| Control de velocidad | Control PID | | Control proporcional  Control PID y su aplicación en la automatización - Monografias.com | |  |
| Identificar si el recipiente está lleno | Control proporcional  Control PID y su aplicación en la automatización - Monografias.com | | | |  |
| Control de actuador de clasificación | Control difuso | | Control PID | |  |
| Procesar información | Microcontrolador | | PLC  Plc Siemens Logo 8! Ethernet 12/24rce - Programacion De Plc | Mercado Libre | |  |

### Subsistema de secado

Este es el segundo subsistema que presenta tres alternativas de solución para cada función de los dominios de la estructura de funciones, el principal objetivo es que el secado sea uniforme y rápido por eso se presentan diversas alternativas en la función de almacenar granos en la zona de secado, así como evaluar si estas requieren accionar un movimiento giratorio.

**Tabla 11. Matriz morfológica del subsistema de secado.**

Fuente: Elaboración propia

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Función (funciones parciales) | Portadores de funciones (Alternativas de solución) | | | |
|  |  | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | |
| Dominio mecánico | | Albergar/ soportar/ proteger componentes varios (estructura) | Carcasa metálica | Carcasa de plástico | Carcasa acrílica | |
| Almacenar/recibir granos de cacao | Tolvas | Contenedor horizontal  TOLVA PARA MOLINO DE MALTA AUTOMÁTICO "MICRO" | Cerveza Artesana | Contenedor circular | |
| Transportar granos a zona de secado | Faja transportadora  Fajas Transportadoras | Bandas Transportadoras Perú | Cinta transportadora  Abreu - Cinta transportadora - CT-0400 | Tubería o ductos  sistemas de aireacion, conchas de aireacion, ductos de aireacion, secado de  granos | |
| Almacenar granos en zona de secado | Cilindro termostático | Cámara de secado | Tambor rotatorio  Tambores giratorios para coque | |
| Transmitir calor | Intercambiador de calor y colector solar  Intercambiador de calor: sistemas de recuperación - Naturgy - Negocios y  autónomos  Captador Solar Chromagen QR-D PRO - Merkasol Energías Renovables | Resistencias eléctricas | Quemador GLP  QUEMADOR RECTO GLP 50.000Kcal/h - Industrial llobera | |
| Transmitir movimiento giratorio | Piñón -cremallera | Ruedas de fricción | No trabaja con movimiento giratorio | |
| Recibir granos de cacao en la zona de secado | Bandeja plana | Plataforma | | |
| Transportar granos de cacao a zona de dispensa | Faja transportadora  Fajas Transportadoras | Bandas Transportadoras Perú | Cinta transportadora  Abreu - Cinta transportadora - CT-0400 | Tubería o ductos | |
| Dominio de sensores | | Sensar temperatura | Sensor de temperatura resistivo  Sensor de Temperatura multipunto para silos de almacenamiento | Sensor inteligente de T ° y H con comunicación automática de información de datos  En blanco y negro  Descripción generada automáticamente con confianza baja | Sensor de temperatura y humedad digital que trabaja con batería  Calendario  Descripción generada automáticamente con confianza baja | |
| Sensar humedad | Sensor inteligente de T ° y H con comunicación automática de información de datos  En blanco y negro  Descripción generada automáticamente con confianza baja | Sensor de temperatura y humedad digital que trabaja con batería  Calendario  Descripción generada automáticamente con confianza baja | Sonda digital  HANNA Instruments - HI98509 CHECKTEMP 1 Termómetro digital con sonda de  acero inoxidable | |
| Sensar velocidad de giro | Sensor inductivo | Tacómetro láser | | No trabaja con movimiento giratorio |
| Medir flujo de cacao | Sensor infrarrojo réflex  https://lh4.googleusercontent.com/dwuSA0DrwTNGr9xcfuU_tiQdyLaRS3HsS8ZluORbmio_NgScyETYowkex4ZvmdL1GXCkRCG2v_heF-lmKKHHX_V519dSc4SHAPhHGdc4vQeG3nOMHDKE3-xPRYrOZ-hD9tbd3mzA | Celda de carga  https://lh4.googleusercontent.com/YHCuqtCtVLdRPVh-UWFfBHw9vl_JYtxRcC4szT5vlZ_tll42FVvw0INHQq7WhU5ScJqKZXw0cJnCELYruiIpeEqkToQjRJJ6-nR6ZkRuxDgYXjOLBpYyvk45NDRg7eQ67z4Vqy3D | Sensor de ultrasonido  Sensores Industriales - Sensores de Ultrasonido | Everest Ingeniería | |
| Dominio de actuadores | | Accionar mecanismo de transporte de cacao | Variador + motor AC | Driver + Motor DC  Driver para Motor DC de Alta Potencia [L298N]  Motor DC de Corriente Directa, SolarMachine - Todo en Ventilación SA de CV | Servomotor  https://pe.wiautomation.com/164098-large_default/SGMJV08AAA6C.jpg | |
| Accionar mecanismo de transmisión de calor | contactor + resistencia térmica  LC1DFKM7 - Schneider - TeSys – FCM Solutions E.I.R.L. (RUC : 20602949690) | Controlador de resistencia térmica  Xmt-604 Controlador De Temperatura Inteligente,Admite Termopar Y Resistencia  Térmica - Buy Los Controladores Digitales De Temperatura,Diferencial De  Temperatura Controlador,Tipo K Controlador De Temperatura Product on  Alibaba.com | | |
| Accionar mecanismo de rotación | Variador + motor AC | Driver + Motor DC  Driver para Motor DC de Alta Potencia [L298N]  Motor DC de Corriente Directa, SolarMachine - Todo en Ventilación SA de CV | No trabaja con movimiento giratorio | |
| Accionar mecanismo de transporte a zona de dispensa | Variador + motor AC | Driver + Motor DC  Driver para Motor DC de Alta Potencia [L298N]Motor DC de Corriente Directa, SolarMachine - Todo en Ventilación SA de CV | Servomotor  https://pe.wiautomation.com/164098-large_default/SGMJV08AAA6C.jpg | |
| Dominio de energía | | Acondicionar energía | Fuente lineal | Fuente conmutada  ELECTRÓNICA MOLGAR | | |
| Encendido del sistema | Botón switch  https://img.joomcdn.net/99a59536477a74bda2782e1b7d16f0ad66023e0c_400_400.jpeg | Interruptor de palanca  Interruptor de Palanca 2 Tornillos VOLTECK | | |
| Energizar actuadores | Fuente lineal | Fuente conmutada  ELECTRÓNICA MOLGAR | | |
| Energizar sensores | Regulador de conmutación | Regulador integrado lineal  Regulador integrado LM7805C | 3D Warehouse | | |
| Energizar controlador | Fuente lineal | Fuente conmutada  ELECTRÓNICA MOLGAR | | |
| Energizar interfaz | Fuente lineal | Fuente conmutada  ELECTRÓNICA MOLGAR | | |
| Dominio de interfaz | | Mostrar Alerta de Fallo de Sistema | Tablero eléctrico con botones e indicadores visuales  Tablero para tienda... - Tableros Eléctricos Padilla | Facebook | | Panel HMI  Panel HMI TD240 - ALLTRONICS PERU | |
| Mostrar Indicador de Temperatura |
| Mostrar Indicador de Humedad |
| Ingresar Parámetros |
|  |
| Dominio de control | | Procesar información | Microcontrolador | | PLC  Plc Siemens Logo 8! Ethernet 12/24rce - Programacion De Plc | Mercado Libre | |  |
| Control de humedad | PID | | Difuso | |  |
| Controlar la velocidad de giro |  |
| Controlar el tiempo para cada variedad |  |
| Controlar el proceso de secado |  |