

Lista de ensayos

realizados

Ensayo de rutina completa de lavadora de ECUs

Objetivo

Validar el funcionamiento integral del sistema automático de lavado de ECUs, verificando:

- Correcta secuencia de etapas (aspersión → ultrasonido).
- Cumplimiento de los tiempos programados.
- Activación adecuada de actuadores (bombas, válvulas, módulo ultrasónico).
- Ausencia de fallas eléctricas, mecánicas o de sincronización.
- Confirmación de fin de ciclo y retorno al estado seguro.

Variables a evaluar

- Tiempo real etapa de aspersión
- Tiempo real etapa ultrasónica
- Tiempo total de ciclo
- Confirmación correcta de fin de ciclo
- Errores o pérdidas en comunicación serial

Procedimiento detallado

Verificación previa

- 1.1 Confirmar nivel adecuado de líquido en tanque.
- 1.2 Verificar conexiones eléctricas de bombas y módulo ultrasónico.
- 1.4 Confirmar comunicación serial estable.

Ejecución de rutina completa

Para cada ciclo:

- a) Depositar ECU en bandeja de lavado.
- b) Enviar comando de inicio de lavado.
- c) Registrar timestamp de inicio.

Etapa 1 – Aspersión

- d) Confirmar activación de bomba.
- e) Medir duración real.
- f) Verificar uniformidad del rociado.
- g) Registrar consumo eléctrico.

Etapa 2 – Ultrasonido

- h) Confirmar activación del módulo ultrasónico.
- i) Medir duración real.
- j) Verificar ausencia de vibraciones anómalas.
- k) Registrar temperatura antes y después.

Finalización

- n) Confirmar señal de fin de ciclo.
- o) Registrar tiempo total.

Criterios de aceptación

- Desviación temporal $< \pm 5\%$
- 100% activación de actuadores
- Sin sobrecalentamiento
- Sin bloqueos mecánicos

Resultados esperados

- Funcionamiento completamente automático
- Ciclos repetibles
- Sistema estable bajo operación continua

Ensayo de obtención de coordenadas mediante visión artificial

Objetivo

Validar la precisión y estabilidad del sistema de visión artificial implementado en VisionArtificial.py, verificando:

- Correcta detección de la ECU.
- Precisión en la obtención de coordenadas (X, Y, θ).
- Estabilidad frente a variaciones de iluminación.
- Repetibilidad de medición.
- Correcta transmisión de datos al SCARA.

Variables a evaluar

- Error en X (mm)
- Error en Y (mm)
- Error angular θ ($^{\circ}$)
- Tiempo de procesamiento (ms)
- Tasa de detección exitosa (%)

Procedimiento

Calibración

- 1.1 Verificar calibración de cámara.
- 1.2 Confirmar transformación píxel → mm.

Ensayo estático

- a) Colocar ECU en posición conocida.
- b) Ejecutar detección automática.
- c) Registrar coordenadas detectadas.
- d) Comparar con medición real.

Repetir para múltiples posiciones del área de trabajo.

Ensayo con variación de iluminación

e) Modificar intensidad de luz.

f) Repetir mediciones.

Ensayo dinámico

g) Colocar ECU en posiciones aleatorias.

h) Ejecutar detección automática continua.

i) Registrar tasa de detección exitosa.

Criterios de aceptación

- Error lineal $\leq \pm 2$ mm
- Error angular $\leq \pm 2^\circ$
- Tiempo procesamiento < 500 ms
- Tasa de detección $> 95\%$

Resultados esperados

- Detección robusta
- Baja dispersión de error
- Comunicación estable con SCARA

Ensayo de repetibilidad del SCARA

Objetivo

Evaluar la repetibilidad posicional del robot SCARA bajo condiciones normales de operación.

Variables a evaluar

- Desviación en X (mm)
- Desviación en Y (mm)
- Desviación en Z (mm)
- Desviación angular
- Desviación estándar

Procedimiento

Definición de punto de prueba

- 1.1 Definir coordenada objetivo dentro del workspace.
- 1.2 Instalar comparador fijo en punto de contacto.

Ensayo

- a) Mover robot a posición inicial.
- b) Ejecutar movimiento al punto objetivo.
- c) Registrar posición alcanzada.
- d) Retornar a posición inicial.
- e) Repetir.

Criterios de aceptación

- Repetibilidad $\leq \pm 1$ mm
- Sin pérdida de pasos
- Sin vibraciones excesivas

Resultados esperados

- Distribución de error centrada
- Baja dispersión
- Movimiento suave y consistente

Ensayo de integración completa del sistema

Objetivo

Validar el funcionamiento integrado del sistema completo:

Visión Artificial → SCARA → Lavadora → Retiro automático.

Variables a evaluar

- Tiempo total desde detección hasta depósito final
- Errores acumulados de posicionamiento
- Fallas de comunicación
- Sincronización entre subsistemas
- Tasa de ciclos completos exitosos (%)

Procedimiento

Inicialización

- 1.1 Encender sistema completo.
- 1.2 Confirmar comunicación entre todos los módulos.

Ciclo automático completo

- a) Detección automática de ECU.
- b) Envío de coordenadas al SCARA.
- c) Pick automático.
- d) Depósito en lavadora.
- e) Ejecución de lavado completo.
- f) Retiro automático.
- g) Depósito en zona final.

Criterios de aceptación

- $\geq 95\%$ ciclos exitosos
- Sin intervención manual
- Sin errores de sincronización
- Desviación temporal $< \pm 5\%$

Resultados esperados

- Sistema totalmente automático
- Operación continua estable
- Integración robusta entre hardware y software