



# Sistema de filtrado de agua para laboratorios

Autor:

Ing. Agustín Miguel Grosso

*Versión 1*

25 de mayo de 2023

## Índice

<b>1. Introducción . . . . .</b>	<b>4</b>
1.1 Propósito . . . . .	4
<b>2. Descripción general. . . . .</b>	<b>4</b>
2.1 Perspectiva del producto . . . . .	4
2.2 Funciones del producto . . . . .	6
<b>3. Estrategias generales . . . . .</b>	<b>6</b>
3.1 Características de calidad . . . . .	6
3.2 Importancia relativa de las características de calidad . . . . .	7
3.3 Características de calidad de niveles de prueba . . . . .	7
<b>4. Estrategias por nivel de prueba . . . . .</b>	<b>7</b>
4.1 Características de calidad por nivel de prueba . . . . .	7
4.2 División del sistema en subsistemas . . . . .	8
4.3 Importancia relativa de los subsistemas . . . . .	9
4.4 Determinación de la importancia de test por combinaciones de subsistema y características de calidad . . . . .	9
4.5 Técnicas de test a ser usadas . . . . .	9

## Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
A	Creación del documento	25 de mayo de 2023

## 1. Introducción

### 1.1. Propósito

1. El corriente documento desarrolla el plan de testing para el Sistema de filtrado de agua para laboratorios.
2. Se encuentra dirigido a la cátedra de Testing de Software Embebido de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos.

## 2. Descripción general

### 2.1. Perspectiva del producto

El software debe ser capaz de tomar mediciones y actuar en distintos periféricos incorporados en el equipo de filtrado (figura 1).

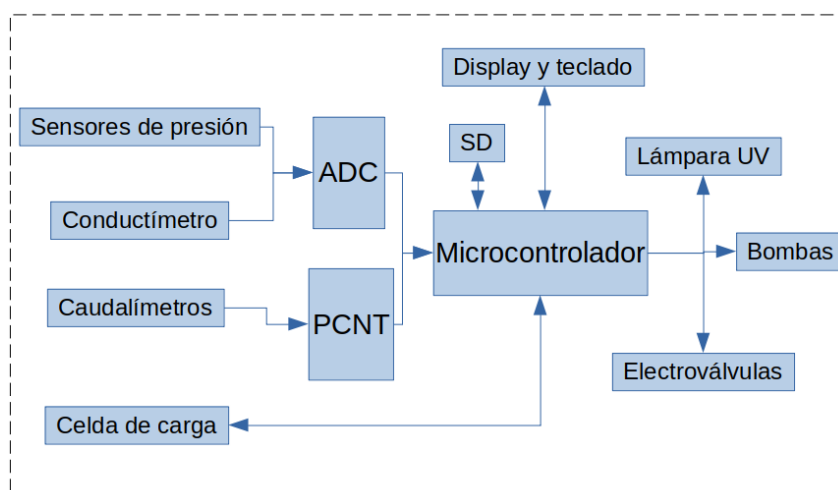


Figura 1. Microcontrolador y sus periféricos.

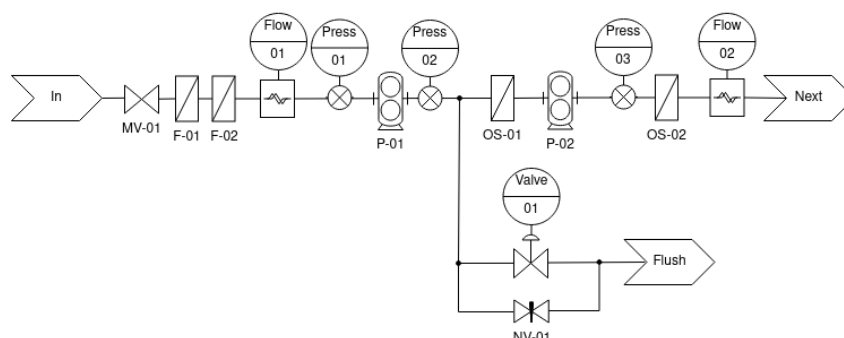
El software se integrará a un sistema diagramado con diferentes etapas (figura 2).

1. Etapa de entrada:
  - Ingreso de agua al sistema.
2. Etapa de flush:
  - Eliminación del descarte de los bloques de ósmosis.
3. Etapa de llenado:
  - Llenado de reservorio de agua.
4. Lazo de filtrado:
  - Re-circulación para el filtrado.

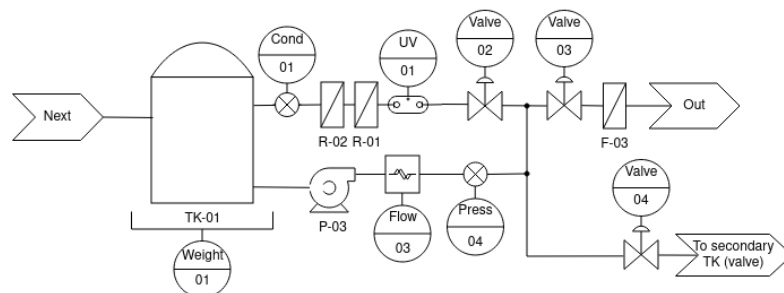
5. Etapa de salida:

- Erogación del agua al usuario final.
- Erogación del agua a segundo sistema conectado.

Etapa de entrada, salida de flush y etapa de llenado



Lazo de filtrado y etapa de salida



**References:**

- F-01: Particle Filter.
- F-02: Activated Carbon Filter
- F-03: Output filter (0.22um).
- MV-01: Input Manual Valve.
- NV-01: Needle Valve.
- P-01: First Stage Osmosis Pump.
- P-02: Second Stage Osmosis Pump.
- R-01: Resin Filter.
- R-02: Resin Filter.
- OS-01: First Stage Osmosis Membrane.
- OS-02: Second Stage Osmosis Membrane.

Figura 2. Esquema del sistema de filtrado.

## 2.2. Funciones del producto

1. El software aquí descripto brindará las siguientes funcionalidades.
  - 1.1. Control de bombas y electro-válvulas.
  - 1.2. Gestión del almacenamiento de agua.
  - 1.3. Control de la presión del sistema.
  - 1.4. Control de vida útil de filtros.
  - 1.5. Medición de conductividad.
  - 1.6. Medición de caudal.
  - 1.7. Medición de sólidos disueltos en agua.
  - 1.8. Erogación de agua.
  - 1.9. Almacenamiento de información de diagnóstico.
  - 1.10. Presentación de información e indicaciones sobre el estado sistema.
2. El software no brindará las siguientes funcionalidades.
  - 2.1. Medición de PH, TOC, sodio, sílice, cloro.
  - 2.2. Integración a sistema IoT.
  - 2.3. Conexión WiFi o Bluetooth.

## 3. Estrategias generales

### 3.1. Características de calidad

Se realiza, a continuación, la selección de las características y subcaracterísticas de calidad seleccionadas:

- **Funcionabilidad - Precisión (accuracy):** el software debe garantizar la precisión de las mediciones para lograr un correcto control de la máquina de estados que gobierna el sistema y, por lo tanto, garantizar su correcto funcionamiento. La precisión deberá cumplirse para que el resultado final sea el esperado.
- **Funcionabilidad - Interoperabilidad (interoperability):** el software debe tener la capacidad de detectar la necesidad de un segundo sistema de ser provisto por agua y ejecutar el proceso correspondiente para cumplir con dicha necesidad.
- **Utilidad - Operabilidad (operability):** la interfaz con el usuario debe ser simple y clara para la interacción usuario-software y debe brindar información importante sobre el estado del uso del sistema.
- **Mantenibilidad - Analizabilidad (analyzability):** el software debe señalar mediante salidas (leds) los estados del sistema y almacenar datos que permitan el análisis del funcionamiento actual e histórico del sistema.

### 3.2. Importancia relativa de las características de calidad

Se definen, en el cuadro siguiente, las características de calidad para la estrategia general de testing y su importancia relativa.

Característica de calidad	Subcaracterística	Importancia relativa
Funcionabilidad	Precisión	60 %
	Interoperabilidad	5 %
Utilidad	Operatividad	15 %
Mantenibilidad	Analizabilidad	20 %

Cuadro 1. Características de calidad del proyecto.

### 3.3. Características de calidad de niveles de prueba

	Precisión	Interoperabilidad	Operabilidad	Analizabilidad
Importancia relativa	60 %	5 %	15 %	20 %
Unit test	+			
Sotware integration test				+
Hardware/software integration test	+			+
System test	++	+	+	++
Acceptance test	++	+	++	
Field test	++	++	++	++

Cuadro 2. Características de niveles de prueba.

Referencias:

- ++ La característica de calidad se cubrirá y es un objetivo principal.
- +
- (vacío) La característica de calidad se cubrirá en este nivel de prueba.
- La característica de calidad no es un problema en este nivel de prueba.

## 4. Estrategias por nivel de prueba

### 4.1. Características de calidad por nivel de prueba

- Unit test

Característica de calidad	Subcaracterística	Importancia relativa
Funcionabilidad	Precisión	80 %
Mantenibilidad	Analizabilidad	20 %

- Sotware integration test

Característica de calidad	Subcaracterística	Importancia relativa
Funcionabilidad	Precisión	25 %
	Interoperabilidad	5 %
Utilidad	Operatividad	10 %
Mantenibilidad	Analizabilidad	60 %

■ Hardware/software integration test

Característica de calidad	Subcaracterística	Importancia relativa
Funcionabilidad	Precisión	35 %
	Interoperabilidad	5 %
Utilidad	Operatividad	20 %
Mantenibilidad	Analizabilidad	40 %

■ System test

Característica de calidad	Subcaracterística	Importancia relativa
Funcionabilidad	Precisión	35 %
	Interoperabilidad	10 %
Utilidad	Operatividad	15 %
Mantenibilidad	Analizabilidad	40 %

■ Acceptance test

Característica de calidad	Subcaracterística	Importancia relativa
Funcionabilidad	Precisión	30 %
	Interoperabilidad	10 %
Utilidad	Operatividad	30 %
Mantenibilidad	Analizabilidad	30 %

■ Field test

Característica de calidad	Subcaracterística	Importancia relativa
Funcionabilidad	Precisión	35 %
	Interoperabilidad	5 %
Utilidad	Operatividad	40 %
Mantenibilidad	Analizabilidad	20 %

## 4.2. División del sistema en subsistemas

Se definen, para el Sistema de filtrado de agua para laboratorios, los siguientes subsistemas.

1. **Subsistema A: Subsistema de adquisición**

Adquisición de datos provenientes de sensores, pulsadores y datos internos (caudal, conductividad, presión, volumen en reservorio, pulsadores, tiempo de funcionamiento).

2. **Subsistema B: Subsistema de análisis y control**

Análisis de los datos adquiridos por el subsistema de adquisición y determinación de estado siguiente del sistema.



**3. Subsistema C: Subsistema de actuación**

Actuación sobre bombas, lámpara UV, electro-válvulas en base al estado del sistema definido por el subsistema de análisis y control.

**4. Subsistema D: Subsistema de almacenamiento de datos**

Almacenamiento en memoria SD de los datos recibidos del subsistema de análisis y control.

**5. Subsistema E: Subsistema de display**

Informe de estado del sistema y mensajes hacia el usuario.

**4.3. Importancia relativa de los subsistemas**

Subsistema	Importancia relativa
Subsistema de adquisición	25 %
Subsistema de análisis y control	25 %
Subsistema de actuación	25 %
Subsistema de almacenamiento de datos	10 %
Subsistema de display	15 %

Cuadro 3. Subsistemas y su importancia relativa.

**4.4. Determinación de la importancia de test por combinaciones de subsistema y características de calidad**

	Sub. A	Sub. B	Sub. C	Sub. D	Sub. E
Importancia relativa	25 %	25 %	25 %	10 %	15 %
Precisión	++	++	++	+	
Interoperabilidad	+	+	+		
Operabilidad	+	+	+		++
Analizabilidad	+	+	+	++	++

Cuadro 4. Características de calidad por subsistema.

Referencias:

- ++ La característica de calidad se cubrirá y es un objetivo principal.
- +
- (vacío) La característica de calidad se cubrirá en este nivel de prueba.
- La característica de calidad no es un problema en este nivel de prueba.

**4.5. Técnicas de test a ser usadas**

Se determinan las técnicas de test a usar sobre el software:

- STT (State Transition Testing)  
Test aplicable a la máquina de estados desarrollada con FreeRTOS.
- CFT (Control Flow Testing)  
Test aplicable a caminos determinados dentro del software desarrollados.

- ECT (Elementary Comparison Testing)  
Test aplicable a las mediciones obtenidas por los sensores y a las decisiones tomadas a partir de los valores medidos.