



**Universidad de La Sabana**  
**Facultad de Ingeniería**

**Automatización y Control de Procesos**  
**Parcial número dos**  
**2022-1**

**Juan David Baldion**  
**Hadden Carolina Diaz**  
**Juan Fernando Martínez**  
**Julián Roa**

## 1. Etapas de automatización del proceso

### 1.1 Etapa de diseño

Teniendo en cuenta el proceso en estudio de la empresa Líquidos 1A S.A que requiere una transformación para incrementar su producción, se llevó a cabo un diseño de automatización que implemente sensores de proximidad capacitivos, en los cuales se altera la capacitancia cuando se aproxima al campo de actuación cualquier líquido. Un timer que mide el tiempo de mezcla, un contador que calcula la cantidad de líquido en el tanque final y dos botones, uno de inicio y uno de emergencia.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseña la activación de dos actuadores en cada motobomba, los cuales se activan y desactivan por medio de una señal enviada por los botones; señales tanto de empezar el proceso, como de parar el proceso. De igual forma, se sitúa un sensor de proximidad capacitivo que indica señal de encontrarse vacío y un sensor adicional que indica señal de estado lleno, en cada tanque de liquido y en la mezcladora.

Por último, se dispone de un actuador adicional al de las motobombas en la mezcladora, el cual se activa si el sensor de la misma se encuentra en estado lleno y se desactiva cuando el tiempo de mezcla llega a 100 segundos. Igualmente, se emplea un actuador en cada válvula, la cual permite el paso del liquido entre los tanques; estos se activan en el momento en que los tanques de liquido 1 - 2 se encuentren en estado llenos, el tanque de la mezcladora se encuentre en estado vacío y el actuador de la misma se encuentre en estado apagado.

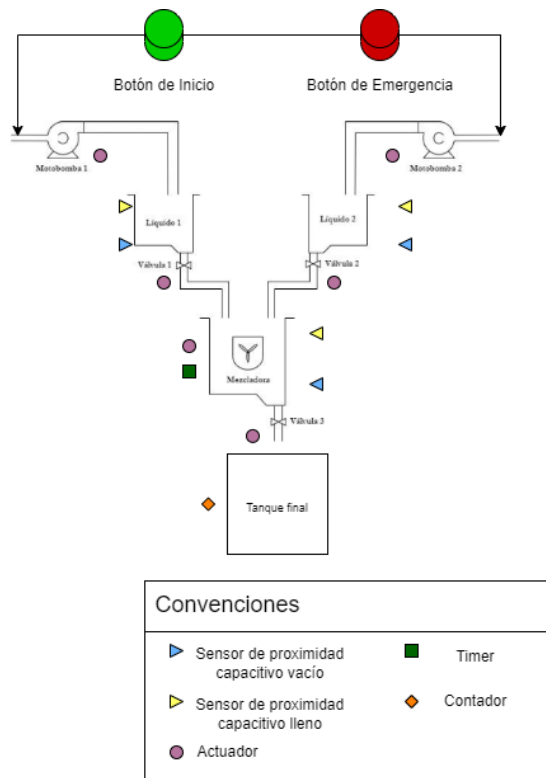


Imagen 1. Diseño de proceso

## 1.2 Etapa de desarrollo

### 1.2.1 programación Ladder

Considerando la etapa del diseño, se implementó el mismo en lenguaje de programación Ladder con ayuda del programa Codesys.

En primer lugar, se dispone la programación de inicio del sistema con los botones de prendido y apagado de emergencia. Esta lógica se llevo a cabo a partir de un latch, el cual mantiene el sistema encendido hasta que culmine su ciclo de 20.000 L o se presione el botón de emergencia. En segundo lugar, si el sensor de vacío del tanque 1 se encuentra encendido, hay un paso de corriente de la motobomba para el flujo de líquido. Así pues, en el momento en que empiece ese flujo de líquido, el sensor de vacío se apaga y si el sistema no detecta que se encuentra lleno, este continuara con el flujo de liquido hasta que el sensor de estado lleno se active. Cuando esto suceda, al actuador de la válvula uno se activa y permite el paso del liquido a la mezcladora. Lo anterior si y solo si, el sensor de estado vacío se encuentra desactivado y el sensor de estado lleno se encuentra activo. En el momento en que el sensor de estado vacío se encuentre de nuevo en estado activo, la válvula se cierra instantáneamente. Por consiguiente, se estima el mismo proceso para el tanque 2.

En tercer lugar, el liquido del tanque 1 y 2 pasa directamente a la mezcladora. Cabe mencionar, que el tanque de la mezcladora llega a su capacidad máxima de 2.000 L cuando hay descarga de los dos tanques anteriores. Entonces, si el sensor de estado lleno se encuentra activo y el sensor de estado vacío se encuentra desactivado, se enciende tanto el actuador de inicio del rotor de la mezcladora, como el Timer que se apaga después de 100 segundos transcurridos. Culminado el tiempo de mezcla, se activa el actuador de la válvula 3 e inmediatamente se apaga el rotor de la mezcla, para así empezar la descarga del líquido.

Finalmente, el contador del último tanque funciona tal como la lógica de un Flip-Flop, el cual cada vez que hay una descarga de la válvula 3, se cuenta sucesivamente una unidad hasta llegar al numero 10. Esto quiere decir que, con 10 descargas de 2.000 L provenientes de la mezcladora, se llega a la meta diaria de 20.000 L. Por ello, el proceso termina y se apaga el PLC.

Nota: no hay descarga por parte de la válvula 1 y 2 si el sensor de estado lleno de la mezcladora se encuentra activo.



- Activa Válvula 3

Dicho proceso se representa de forma gráfica por medio de HMI para una comprensión mucho más sencilla del sistema.

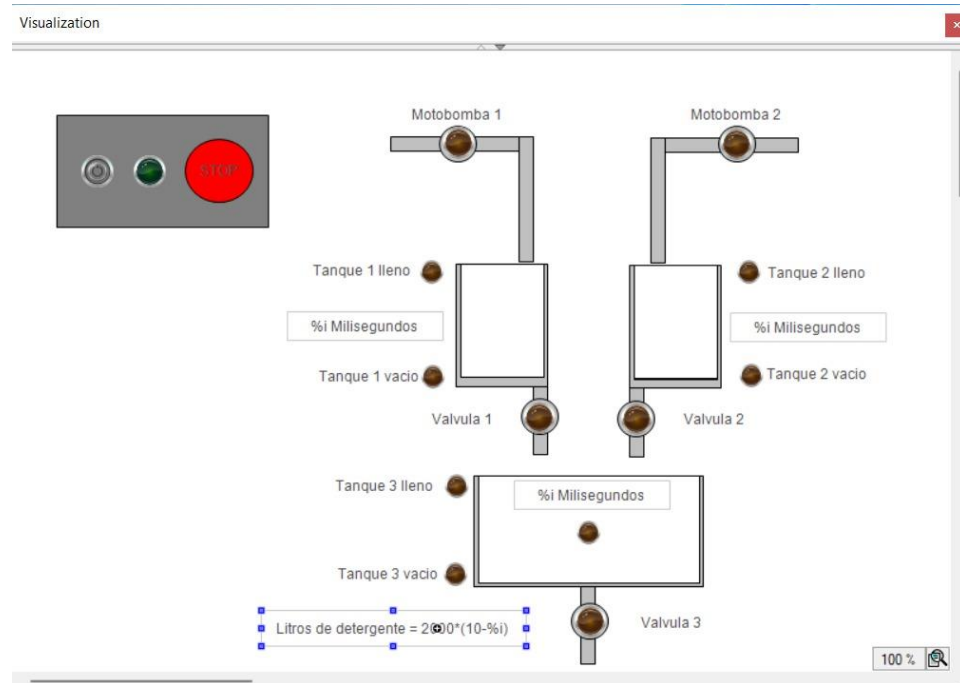


Imagen 3. HMI

### 1.3 Etapa de implementación

El desarrollo de la etapa de implementación se llevó a cabo por medio de las siguientes tres fases:

#### 1.3.1 Fase de diseño de circuito

Se diseñó el sistema del circuito teniendo en cuenta las características de Arduino UNO r3, el cual se alimenta por medio de una fuente de 5V y se conecta a un GND. Así pues, se realiza la conexión de los sensores de proximidad, resistencias de 220  $\Omega$  y Leds genéricos.

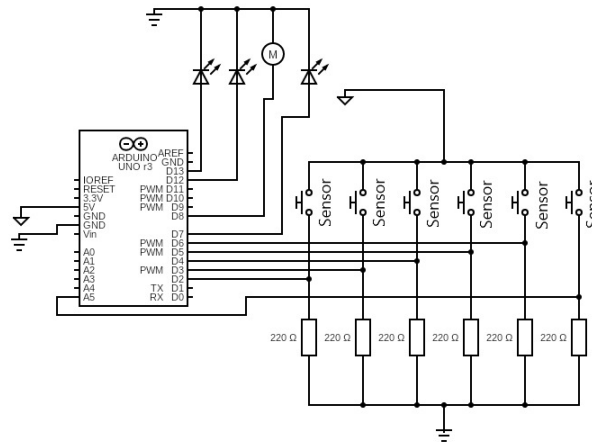


Imagen 4. Circuito

### 1.3.2 Fase de prototipo físico

Dada la implementación del diseño del circuito, se realizó el prototipado físico del sistema. En primer lugar, se usaron 4 pulsadores, de los cuales 2 cumplen la función de botón de inicio y botón de emergencia. Los dos botones restantes, representan los sensores de proximidad en estado lleno y estado vacío. En segundo lugar, un Led simula una motobomba, un led que simula la válvula 1 y el ultimo led que simula la válvula de la mezcladora. Por último, se encuentra la presencia de un motor que simula el funcionamiento del rotor en la mezcladora.

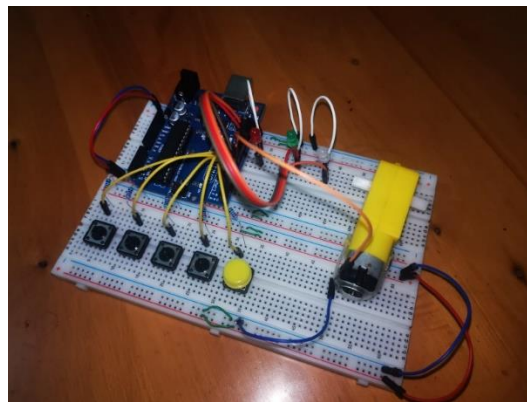


Imagen 5. Prototipo físico

### 1.3.3 Fase de conexión de Arduino UNO r3 y Open PLC

Como ultimo paso de la fase de implementación, se dispuso de la conexión del Arduino UNO r3 con el Open PLC. A continuación, se muestra la variable representada por pines en el Arduino y su respectiva conexión con OpenPLC I/O.

	Arduino Pin	OpenPLC I/O
Digital Inputs	2	%IX0.0
	3	%IX0.1
	4	%IX0.2
	5	%IX0.3
	6	%IX0.4
Digital Outputs	7	%QX0.0
	8	%QX0.1
	12	%QX0.2
	13	%QX0.3
Analog Inputs	A0	%IW0.0
	A1	%IW0.1
	A2	%IW0.2
	A3	%IW0.3
	A4	%IW0.4
	A5	%IW0.5
Analog Outputs	9	%QW0.0
	10	%QW0.1
	11	%QW0.2

Imagen 6. Conexión PLC

## 2. Definición de variables

Definición de variables		
Nombre	característica	Descripción
start: BOOL	Variable de Inicio	Variable de entrada: Botón que inicia el sistema
out1: BOOL	Variable de Inicio	Variable de entrada y salida: Activador Latch de inicio
stop: BOOL	Variable de Inicio	Variable de entrada: Botón de detención del sistema
Inicio: BOOL	Variable de Inicio	Variable de entrada y salida: Actuador de inicio de todo el proceso
SensorTanque1Vacio: BOOL	Variable Primer Tanque	Variable de entrada: Sensor del tanque 1 para verificar si se encuentra vacío
SensorTanque1Lleno: BOOL	Variable Primer Tanque	Variable de entrada: Sensor del tanque 1 para verificar si se encuentra lleno
MotorTanque1Salida: BOOL	Variable Primer Tanque	Variable de Salida: Salida de poder para motor de válvula del tanque 1
MotorTanque1Entrada: BOOL	Variable Primer Tanque	Variable de Salida: Salida de poder para motobomba del tanque 1

outMotorTanque1Salida: BOOL	Variable Primer Tanque	Variable de entrada y salida: Activador latch para correcto funcionamiento de válvula de salida al momento de desocupar el tanque 1
SensorTanque2Vacio: BOOL	Variable Segundo Tanque	Variable de entrada: Sensor del tanque 2 para verificar si se encuentra vacío
SensorTanque2Lleno: BOOL	Variable Segundo Tanque	Variable de entrada: Sensor del tanque 2 para verificar si se encuentra lleno
MotorTanque2Salida: BOOL	Variable Segundo Tanque	Variable de Salida: Salida de poder para motor de válvula del tanque 2
MotorTanque2Entrada: BOOL	Variable Segundo Tanque	Variable de Salida: Salida de poder para motobomba del tanque 2
SensorTanque3Vacio: BOOL	Variable Tercer Tanque	Variable de entrada: Sensor del tanque 3 para verificar si se encuentra vacío
SensorTanque3Lleno: BOOL	Variable Tercer Tanque	Variable de entrada: Sensor del tanque 3 para verificar si se encuentra lleno
MotorMezcladora: BOOL	Variable Tercer Tanque	Variable de salida: Salida de poder para motor de la mezcladora en el tanque 3
TimerMezcladora: TON	Variable Tercer Tanque	Variable de salida: Variable que corresponde a las propiedades del temporizador que verifican el tiempo de funcionamiento de la mezcladora
ETTimerMezcladora: TIME	Variable Tercer Tanque	Variable de salida: Variable que indica el tiempo restante para acabar el proceso de mezclado
MotorTanque3Salida: BOOL	Variable Tercer Tanque	Variable de salida: Salida de poder para motor de válvula del tanque 3
outTanque3: BOOL	Variable Tercer Tanque	Variable de entrada y salida: Activador latch para correcto funcionamiento de válvula de salida al momento de desocupar el tanque 3
contador: CTD	Contador de capacidad	Variable que corresponde a las propiedades del contador que verifica las veces que la válvula 3 ha desocupado el detergente



CVCContador: WORD	Contador de capacidad	: Corresponde al número de veces actuales que se ha cronometrado una salida de la válvula en el tercer tanque
FinalOutput: BOOL	Contador de capacidad	Variable de entrada y salida: Variable que permite el reseteo del contador en el momento que se cumplen las 10 iteraciones

### 3. Diagrama de actividades

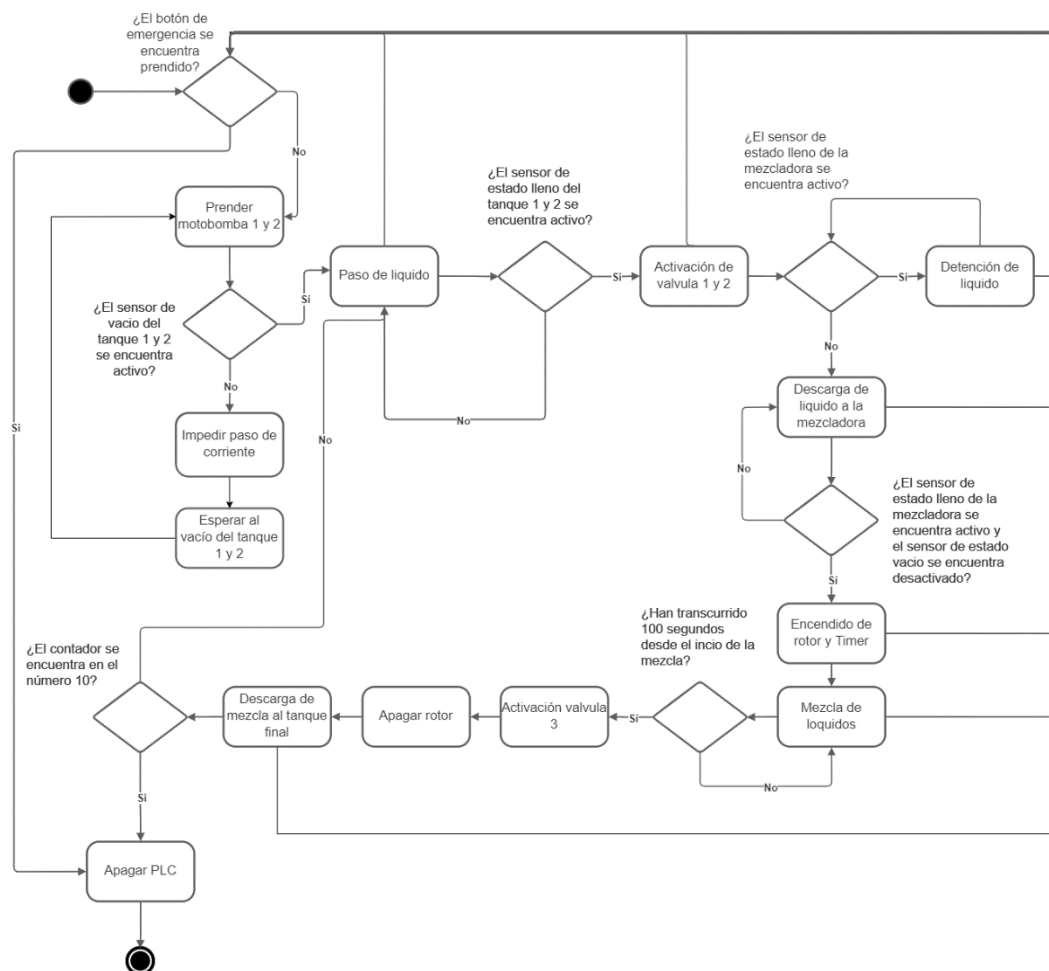


Imagen 7. Diagrama de actividades