

CAPÍTULO 2: TECNOLOGIA SELECCIONADA

En el siguiente capítulo, detalla el conjunto de hardware y software principal que se empleará en el desarrollo del sistema de automatización destinado a la lavadora de ropa industrial, la elección de la tecnología utilizada está fundamentada con el objetivo de reducir los tiempos de implementación y optimizar los recursos disponibles.

Este enfoque tecnológico permitirá optimizar y agilizar el proceso de lavado en entornos industriales. A lo largo del capítulo, se analizará cada uno de los componentes involucrados, explicando su funcionalidad y cómo contribuyen a la operación del sistema en su conjunto.

Se analizarán los componentes del hardware seleccionado. Cada uno de ellos ha sido escogido considerando su funcionalidad y su contribución a la operación del sistema en su conjunto. La interacción entre estos elementos es esencial para lograr una sinergia efectiva y garantizar un desempeño óptimo.

Por otra parte, se expondrá el software empleado en el proyecto, justificando su elección con base en su capacidad para la implementación del sistema y mejorar la utilización de los recursos disponibles. Cada componente del software será desglosado minuciosamente para comprender cómo su integración contribuye al funcionamiento armonioso y eficiente del sistema en su conjunto.

Es imperativo destacar que el enfoque técnico aquí presentado se ha desarrollado siguiendo un análisis de las necesidades y objetivos del proyecto, así como considerando las tendencias y mejores prácticas en el campo. Con ello, se busca garantizar una solución adaptable, capaz de enfrentar los retos presentes y futuros.

2.1 Tecnología Click Plus

2.1.1 Click Plus PLC C2-01CPU

El PLC seleccionado, el CLICK PLUS, se destaca por su versatilidad gracias al puerto Ethernet que facilita su configuración con MQTT, permitiendo una conectividad efectiva en el entorno de la Industria 4.0. Asimismo, su puerto RS232 se empleará para establecer la conexión de las entradas analógicas, garantizando una interacción eficiente con los sensores y actuadores. Otro factor determinante en su elección es su asequible

precio, lo que lo convierte en una opción atractiva sin comprometer su rendimiento. Además, la marca Click PLUS, respaldada por Automation Direct, es reconocida por su calidad y confiabilidad en el campo de la automatización. Por último, el entorno de programación del PLC, al ser similar a entornos familiares, simplifica el desarrollo de aplicaciones y acelera el proceso de implementación. En conjunto, estos factores hacen del PLC CLICK PLUS una elección óptima para el proyecto en cuestión [6].

En la Tabla 2.1 se describen las características técnicas del PLC Click Plus de igual manera en la Figura 2.1 se puede observar una descripción grafica del mismo.

Características	Descripción
Marca	CLICK PLUS PLC
Artículo	CPU C2-01
Memoria total	8k palabras
Memoria de escalera	8k pasos
Memoria de datos de usuario	16 KB
Número de ranuras de opciones	1
Lenguaje de programación	Escalera
software de programación	CLICK software de programación v3.0 o posterior y CLICK CPU firmware v3.0 o posterior
Puerto de comunicación y tipo(s) de conexión	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Ethernet 10/100Base-T (RJ45) • (1) RS-232 (RJ12) • (1) USB microB
Protocolo(s) de puerto	<ul style="list-style-type: none"> • Cliente MQTT • Cliente/Servidor Modbus TCP • Modbus RTU maestro/esclavo • Entrada/salida ASCII • Adaptador de mensajería explícita EtherNet/IP • Adaptador de mensajería implícita EtherNet/IP • programación y seguimiento

Velocidad(es) del puerto	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100Mbps • hasta 115,2 kbaudios
Reloj/calendario en tiempo real	Sí
Memoria retentiva	Sí
Batería de reserva	Sí
Módulos de expansión máximos permitidos	8
Requisito de alimentación externa	24 VCC
Número máximo de bucles PID	8
información adicional	Compre la batería de respaldo (D0-MC-BAT) por separado

Tabla 2.1: Click Plus PLC C2-01CPU [6].



Figura 2.1: PLC Click Plus Modelo C2-01CPU [6].

2.1.2 CLICK PLUS- C2-14DR Módulo de entradas y Salidas

Este dispositivo ofrece una alta flexibilidad en cuanto a la gestión de señales discretas y una amplia conectividad, lo que lo hace adecuado para adaptarse a diversas necesidades de circuitos y cargas a controlar. Además, cuenta con comunes aislados para garantizar un óptimo rendimiento y protección del sistema. Se destaca la necesidad de

utilizar fusibles externos proporcionados por el usuario para asegurar una protección adecuada [7].

En la Tabla 2.2 se describen las características técnicas del módulo de entradas y salidas del PLC Click Plus de igual manera en la Figura 2.2 se puede observar una descripción grafica del mismo.

Características	Especificaciones
Entradas	8 puntos de entrada
	Tensión nominal: 24 VDC
	Tipo de configuración: Sinking/Sourcing
	Comunes aislados: 2 (cada uno con capacidad para 4 puntos de entrada)
Salidas	6 puntos de salida
	Rango de voltaje nominal: 6 VAC a 240 VAC / 6 VDC a 27 VDC
	Tipo de salidas: Relé (6 relés de Form A - SPST)
	Comunes aislados: 2 (cada uno con capacidad para 4 puntos de salida o 2 puntos de salida, según la carga)
	Capacidad de corriente por punto de salida: Hasta 1A
Protección	Uso de fusibles externos suministrados por el usuario

Tabla 2.2: Descripción de características CLICK PLUS- C2-14DR Módulo de entradas y Salidas.

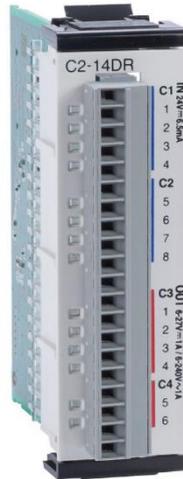


Figura 2.2: Modulo de entradas y salidas C2-14DR [7].

2.1.3 CLICK Programming Software Ver3.41

El CLICK Programming Software Ver3.41 es una herramienta de programación desarrollada específicamente para la serie de controladores lógicos programables (PLCs) CLICK de la empresa AutomationDirect. Este software permite a los usuarios programar y configurar los PLCs de la serie CLICK para automatizar una amplia variedad de aplicaciones industriales y de control.

El “CLICK Programming Software” versión 3.41 ofrece una interfaz de usuario intuitiva y amigable que facilita la creación y edición de programas de control. Proporciona un entorno de programación basado en lenguaje de esquemas de contactos, similar a los diagramas de relés tradicionales, lo que hace que sea más fácil de entender y visualizar la lógica del programa [8].

En la Figura 2.3 se observa el entorno gráfico y de trabajo del software CLICK Programming.

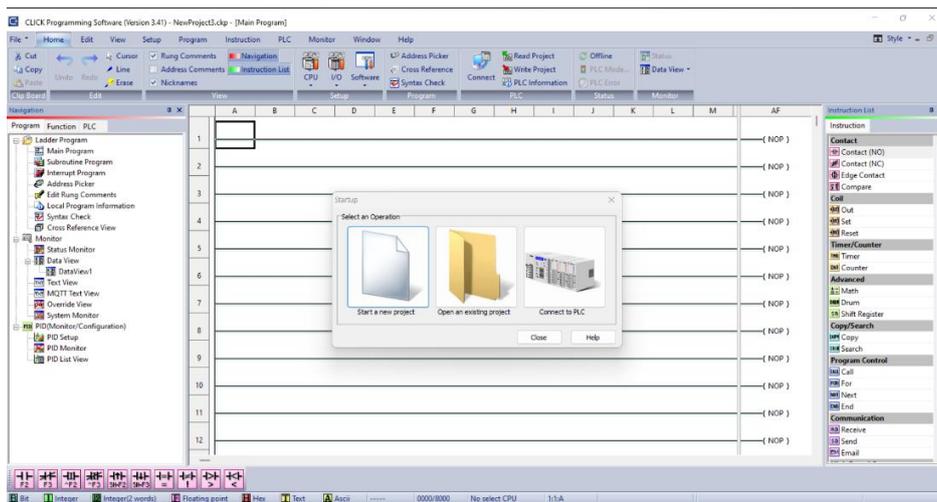


Figura 2.3: CLICK Programming Software Ver3.41.

2.2 Adquisición de datos analógicos

En esta sección se detalla el procedimiento de adquisición de datos analógicos, con el objetivo de optimizar los recursos financieros. Para lograrlo, se implementó un sistema auxiliar que permitiera leer las variables analógicas, empleando la plataforma de desarrollo Arduino. Esta plataforma se basa en una placa electrónica de hardware libre que incluye un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra [9].

2.2.1 Comunicación TTL a RS232

En la automatización industrial, la conjunción de dispositivos electrónicos ha permitido desarrollar soluciones eficientes para el monitoreo y control de procesos. En este contexto, la presente propuesta se enfoca en la integración entre un Arduino y un PLC (Controlador Lógico Programable) para establecer una comunicación bidireccional, permitiendo el intercambio de datos entre ambos dispositivos.

En este escenario, el Arduino asume el papel de un microcontrolador versátil capaz de medir señales analógicas provenientes de sensores y transductores, desempeñando una función esencial en la adquisición precisa de datos. Esta información, una vez recopilada, es transmitida al PLC mediante un enlace de comunicación establecido, lo que posibilita la supervisión y control centralizado del proceso industrial.

El PLC se convierte en el componente encargado de interpretar y ejecutar las lógicas de control diseñadas específicamente para el proceso industrial en cuestión. Una de las aplicaciones particulares que se destaca en este entorno es la funcionalidad de reiniciar el contador de caudal a través del envío de datos desde el PLC al Arduino. Esto

permite un control preciso del flujo de líquidos o gases en el sistema, optimizando el rendimiento operacional y garantizando una operación segura y eficiente.

El MAX232 soluciona la conexión necesaria para lograr comunicación entre el puerto serie y cualquier otro circuito con funcionamiento en base a señales de nivel TTL/CMOS. El circuito integrado posee dos convertidores de nivel TTL a RS232 y otros dos que, a la inversa, convierten de RS232 a TTL. Estos convertidores son suficientes para manejar las cuatro señales más utilizadas del puerto serie del PC, que son TX, RX, RTS y CTS. TX es la señal de transmisión de datos, RX es la de recepción, y RTS y CTS se utilizan para establecer el protocolo para el envío y recepción de los datos [10].

La Figura 2.4 detalla la estructura de comunicación entre el PLC y el Arduino.

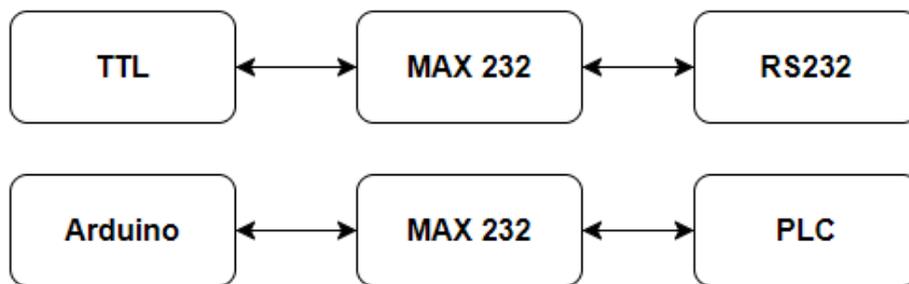


Figura 2.4: Comunicación TTL a RS232

2.3 Interfaz Humano-maquina (HMI)

El Sistema de Interfaz Hombre-Máquina implementado se logró mediante la utilización de la plataforma basada en nodos llamada NODE-RED. Esta solución ha permitido establecer una comunicación bidireccional con el Controlador Lógico Programable a través del protocolo MQTT, posibilitando un intercambio de datos fluido y en tiempo real. Dicha comunicación se materializa gracias a la intermediación de un broker, el cual desencadena un enlace entre el PLC y el HMI. En esta configuración, un dispositivo Android, específicamente una Tablet, funciona para visualizar y además para manipular las variables requeridas, proporcionando una experiencia interactiva para la supervisión y el control de los procesos industriales.

2.3.1 Tableta Android

La elección de la presente Tablet como sistema HMI (Interfaz Humano-Máquina) se basa en consideraciones técnicas clave. En primer lugar, el principal motivo fue el elevado costo de las pantallas HMI tradicionales que cuentan con un protocolo compatible

con el PLC. Optar por la tablet permitirá aprovechar las ventajas de una interfaz de usuario avanzada sin incurrir en los gastos asociados con las pantallas especializadas. Además, se ha tenido en cuenta la selección de un sistema operativo actualizado y con características suficientes para asegurar el funcionamiento sin fallos. La estabilidad y el rendimiento del sistema operativo son fundamentales para garantizar una operación continua y confiable de la HMI en el entorno industrial. Por lo tanto, la elección de esta tablet como sistema HMI representa una solución tecnológicamente sólida y económicamente eficiente para el proyecto. La Figura 2.5 muestra una descripción grafica de la tableta Android utilizada como interfaz HMI



Figura 2.5: Tablet Android [Fuente: RliyOliy].

2.3.2 NODE-RED

NODE-RED es una herramienta de programación basada en flujo (forma de describir el comportamiento de una aplicación como una red de cajas negras o "nodos", como se denominan en NODE-RED), desarrollada originalmente por el equipo de Servicios de Tecnología Emergente de IBM y ahora parte de la Fundación OpenJS.

Es un modelo que se presta muy bien a una representación visual y lo hace más accesible a una gama más amplia de usuarios. Si alguien puede dividir un problema en pasos discretos, puede mirar un flujo y tener una idea de lo que está haciendo; sin tener que comprender las líneas individuales de código dentro de cada nodo [11].

En la Figura 2.6 se muestra el entorno de trabajo y diferentes diagramas de flujo utilizados en la programación del sistema requerido.

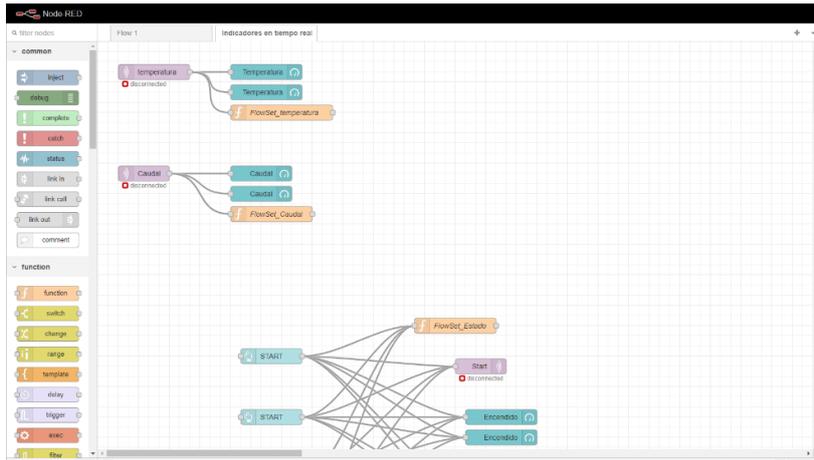


Figura 2.6: NODE-RED.

En el ámbito de la automatización industrial, la optimización de recursos y la reducción de costos son dos factores cruciales para mejorar la eficiencia de los sistemas. En este contexto, se llevó a cabo un proceso innovador utilizando NODE-RED como plataforma principal, con el objetivo principal de sustituir un costoso sistema HMI.

El proceso se enfocó en establecer una comunicación fluida y eficiente con el PLC, permitiendo el intercambio de datos. Mediante la utilización de NODE-RED, se logró diseñar un programa inteligente que se encargaba de gestionar esta interacción, enviando y recibiendo datos del PLC de manera segura y confiable.

2.3.3 NODE-RED Dashboard

Módulo que proporciona un conjunto de nodos en Node-RED para crear rápidamente un tablero de datos en vivo [12].

En la Figura 2.7 se detalla de manera visual los distintos campos de adquisición de datos y control de procesos.

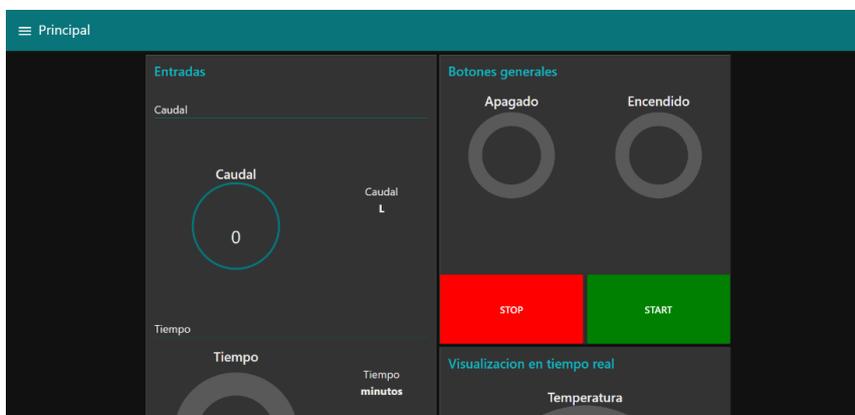


Figura 2.7: Dashboard de NODE-RED.

2.3.4 BROKER

Es un software que permite que las aplicaciones, los sistemas y los servicios se comuniquen entre sí e intercambien información. Para ello, el message broker convierte mensajes entre protocolos de mensajería formal. Esto permite que los servicios interdependientes "hablen" entre sí directamente, incluso si están escritos en diferentes lenguajes o implementados en plataformas distintas.

Los message brokers son módulos de software dentro de las soluciones de middleware de mensajería o middleware orientado a mensajes (MOM). Este tipo de middleware proporciona a los desarrolladores un medio estandarizado de manejo del flujo de datos entre los componentes de una aplicación para que puedan enfocarse en su lógica central. Puede servir como una capa de comunicaciones distribuidas que permite que las aplicaciones que abarcan múltiples plataformas se comuniquen internamente.

Los message brokers pueden validar, almacenar, enrutar y enviar mensajes a los destinos adecuados. Sirven como intermediarios entre otras aplicaciones, permitiendo a los remitentes emitir mensajes sin saber dónde están los receptores, si están activos o no, o cuál es su número. Esto facilita el desacoplamiento de procesos y servicios en los sistemas [13].

La Figura 2.8 se detalla la arquitectura de la comunicación para el envío y adquisición de datos del sistema implementado.

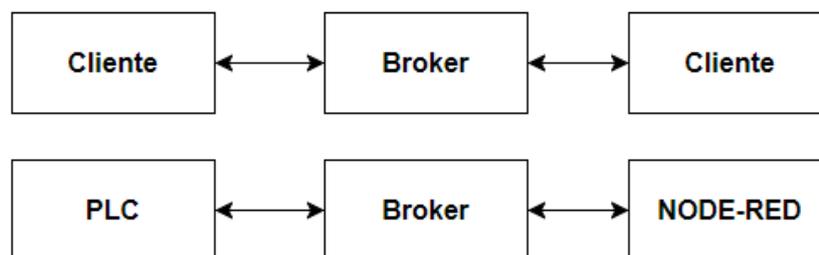


Figura 2.8: Funcionamiento Broker.

2.3.5 BROKER Mosquito

Es un intermediario de mensajes de código abierto (con licencia EPL/EDL) que implementa las versiones 5.0, 3.1.1 y 3.1 del protocolo MQTT. Mosquitto es liviano y es

adecuado para su uso en todos los dispositivos, desde computadoras de placa única de bajo consumo hasta servidores completos.

El protocolo MQTT proporciona un método ligero para enviar mensajes utilizando un modelo de publicación/suscripción. Esto lo hace adecuado para la mensajería de Internet de las cosas, como sensores de baja potencia o dispositivos móviles como teléfonos, computadoras integradas o microcontroladores.

El proyecto Mosquitto también proporciona una biblioteca C para implementar clientes MQTT y los muy populares clientes MQTT de línea de comandos `mosquitto_pub` y `mosquitto_sub` [14].



Figura 2.9: BROKER Mosquito [Fuente: Eclipse Mosquitto™].

2.3.6 Protocolo MQTT

MQTT al principio fue llamado Message Queing Telemetry Transport. Es un protocolo de comunicación machine-to-machine de clase message queue. Por tratarse de un protocolo ligero, la arquitectura sencilla de MQTT y el reducido diseño del código resultan idóneos para el creciente número de dispositivos de microcontroladores de bajo coste y bajo consumo empleados en aplicaciones IoT. MQTT se ejecuta mediante el protocolo TCP/IP y se ha diseñado específicamente para redes de baja calidad en las que las latencias pueden ser altas [15].



Figura 2.10: Protocolo MQTT [Fuente: Mqtt.org].