

# MANUAL TÉCNICO ESP32 PLC 19R

# 1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

El **ESP32 PLC 19R** es un Controlador Lógico Programable (PLC) industrial de tipo abierto diseñado para su instalación en armarios eléctricos, gabinetes o salas de control. Su función principal es la automatización de procesos, la monitorización remota y la adquisición de datos en entornos industriales.

## Principio de Operación y Procesamiento

El núcleo del equipo está basado en el procesador de alto rendimiento **ESP32**, el cual cuenta con una memoria Flash externa de **16 MB** y una memoria SRAM interna de **520 KB**. El reloj del sistema opera a una velocidad externa de **80 a 240 MHz**. El procesamiento de las instrucciones de control se ejecuta de forma cíclica, leyendo el estado de las entradas físicas, ejecutando la lógica de usuario programada y actualizando las salidas correspondientes.

## Arquitectura de Zonas de Entrada/Salida (E/S)

La estructura de hardware del modelo **ESP32 PLC 19R** se organiza específicamente en zonas modulares internas que gestionan las interfaces físicas:

- **Zona A:** Dedicada a interfaces de comunicación y control base de la CPU.  
PDF
- **Zona B:** Equipada específicamente con un bloque de **8 salidas de tipo Relé**.  
PDF
- **Configuración de Pines de Entrada:** Dispone de un total de 11 entradas, divididas en **4 entradas Analógicas/Digitales** y **2 entradas Digitales Aisladas** configuradas con soporte para interrupciones de hardware.
- **Configuración de Pines de Salida:** Además de los 8 relés de la Zona B, cuenta con **3 salidas Analógicas/Digitales/PWM**. No dispone de salidas digitales aisladas tradicionales en transistor (valor 0).

## Interfaces de Comunicación Incorporadas

El dispositivo proporciona conectividad física a través de los siguientes puertos integrados directamente desde la CPU o mediante selectores:

- **Ethernet:** x1 puerto RJ45 de 100 Mbit para redes LAN industriales.
- **RS-485:** Puerto Half-Duplex con resistencia de terminación de 120  $\Omega$  integrada.
- **RS-232 y Serial TTL (3.3V):** Configurables y seleccionables por el usuario mediante interruptores DIP físicos.
- **Interfaces de Bus Inter-Chip:** Buses **I2C (DDC)** a 5V directos desde la CPU y **SPI** a 3.3V para la intercomunicación con subsistemas y placas de expansión internas.

## 2. SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN CELULAR (4G/LTE Y 2G)

El modelo **ESP32 PLC 19R** incorpora de manera interna y fija un módulo de comunicación inalámbrica RF de grado profesional para redes móviles de larga distancia.

- **Marca del Módulo RF: u-blox**
- **Modelo del Módulo RF: SARA-R412M** (Específicamente la variante comercial *SARA-R412M-02B*)
- **Estándar de Comunicación:** Cumple estrictamente con las especificaciones del estándar **3GPP Release 13**.

### Parámetros Técnicos de Operación Celular

A continuación se detallan las bandas de frecuencia de operación en Megahertz (MHz), las potencias máximas de transmisión y las modulaciones correspondientes soportadas por el módulo incorporado:

#### A. Tecnologías LTE Cat M1 / Cat NB1 (4G LPWA)

- **Estándar Inalámbrico:** LTE Half-Duplex con soporte para Power Saving Mode (PSM) y eDRX.
- **Potencia Máxima de Transmisión: 23 dBm** ( $\approx 0.2$  W), correspondiente a la Clase de Potencia 3 (UE Power Class 3).
- **Tipos de Modulación: QPSK** (tanto en transmisión como en recepción).
- **Bandas de Frecuencia de Operación (FDD):**
  - **Banda 2 (1900 MHz):** UL: 1850 – 1910 MHz | DL: 1930 – 1990 MHz.
  - **Banda 3 (1800 MHz):** UL: 1710 – 1785 MHz | DL: 1805 – 1880 MHz.
  - **Banda 4 (1700 MHz):** UL: 1710 – 1755 MHz | DL: 2110 – 2155 MHz.
  - **Banda 5 (850 MHz):** UL: 824 – 849 MHz | DL: 869 – 894 MHz.
  - **Banda 8 (900 MHz):** UL: 880 – 915 MHz | DL: 925 – 960 MHz.
  - **Banda 12 (700 MHz):** UL: 699 – 716 MHz | DL: 729 – 746 MHz.
  - **Banda 13 (750 MHz):** UL: 777 – 787 MHz | DL: 746 – 756 MHz.
  - **Banda 20 (800 MHz):** UL: 832 – 862 MHz | DL: 791 – 821 MHz.
  - **Banda 26 (850 MHz):** UL: 814 – 849 MHz | DL: 859 – 894 MHz.
  - **Banda 28 (700 MHz):** UL: 703 – 748 MHz | DL: 758 – 803 MHz.

## B. Tecnología 2G (Fallback GSM / GPRS / EGPRS)

- **Estándar Inalámbrico:** GSM Quad-band, GPRS/EGPRS Multi-slot Class 33.  
PDF
- **Bandas de Frecuencia y Potencias Máximas:**
  - **GSM 850 MHz:** UL: 824–849 MHz | DL: 869–894 MHz. Potencia Máxima (GMSK): **33 dBm** (2 W, Clase 4).
  - **E-GSM 900 MHz:** UL: 880–915 MHz | DL: 925–960 MHz. Potencia Máxima (GMSK): **33 dBm** (2 W, Clase 4).
  - **DCS 1800 MHz:** UL: 1710–1785 MHz | DL: 1805–1880 MHz. Potencia Máxima (GMSK): **30 dBm** (1 W, Clase 1).
  - **PCS 1900 MHz:** UL: 1850–1910 MHz | DL: 1930–1990 MHz. Potencia Máxima (GMSK): **30 dBm** (1 W, Clase 1).
- **Tipos de Modulación en 2G:**
  - Modulación **GMSK** para servicios estándar de voz/datos GSM y GPRS.
  - Modulación **8-PSK** para servicios de datos avanzados EGPRS (Clase E2: 27 dBm en bandas GSM/E-GSM y 26 dBm en DCS/PCS).

### 3. SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN LOCAL (WI-FI Y BLUETOOTH)

Para la conectividad de corto alcance, configuración inalámbrica local y pasarela de sensores, el transceptor integrado en la CPU del equipo provee operación nativa en Wi-Fi y Bluetooth.

#### Especificaciones Técnicas de Wi-Fi

- **Estándares de Comunicación Inalámbrica:** IEEE 802.11 b, 802.11 g y 802.11 n.
- **Banda de Frecuencia de Operación:** 2.4 GHz (Rango de operación dentro de los 2.4 GHz a los 2.5 GHz).
- **Potencia Máxima de Transmisión (EIRP):** 9 dBm medidos en la banda activa.
- **Tipos de Modulación Wi-Fi:**
  - **DSSS** (Direct Sequence Spread Spectrum) utilizando modulaciones **DBPSK** y **DQPSK**, complementado con **CCK** para tasas de datos estándar de legado (802.11b).
  - **OFDM** (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) utilizando modulaciones portadoras **BPSK**, **QPSK**, **16-QAM** y **64-QAM** para transmisiones de alta velocidad (802.11g/n).

#### Especificaciones Técnicas de Bluetooth (BLE)

- **Estándar de Comunicación Inalámbrica:** Bluetooth Low Energy (BLE).
- **Banda de Frecuencia de Operación:** Rango de 2402 MHz a 2480 MHz distribuido de forma reglamentaria en 40 canales.
- **Potencia Máxima de Transmisión (EIRP):** 2.7 dBm evaluados a la frecuencia extrema de 2480 MHz.
- **Tipo de Modulación Bluetooth:** GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying).

## 4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS

### Alimentación y Consumo Eléctrico

- **Tensión de Entrada Nominal:** Requiere una fuente de corriente continua regulada de **12 a 24 Vdc**.
- **Protección:** Incorpora protección de hardware contra inversión de polaridad por diodo.
- **Consumo Energético Máximo:** Medido a 24 Vdc con todos sus núcleos al 100%, el consumo nominal del modelo 19R se sitúa en **4.58 W**.
- **Potencia Máxima de la Fuente Soportada:** Hasta un límite estructural de **30 W** con corrientes pico máximas de **1.5 A**.

### Especificaciones Eléctricas de los Bloques de Entrada/Salida

- **Entradas Digitales Aisladas:** Rango de operación de **5 a 24 Vdc** (Voltaje nominal de 24 Vdc). Cuentan con aislamiento de tipo **Optoacoplado**, una corriente mínima de activación de **2 mA** y admiten frecuencias de conteo por hardware de hasta **1 KHz**.
- **Entradas Analógicas:** Resolución nativa de conversión analógica-digital de **11 bits**, rango de entrada de voltaje de **0 a 10 Vdc** (Voltaje nominal de 10 Vdc) y frecuencia de muestreo máxima de **50 Hz**.
- **Salidas de Relé (Zona B):** Operan de forma optoacoplada para conmutación de cargas. Soportan un rango de tensión de hasta **230 Vac** en corriente alterna y **24 Vdc** en corriente continua. La corriente máxima admisible por contacto es de **4 A (en AC)** y de **2 A (en DC)**.

### Parámetros Mecánicos y Ambientales

- **Dimensiones Físicas:** El encapsulado del modelo 19R presenta una altura de **70.1 mm**, una anchura de **119.5 mm** y una profundidad de **101 mm**.
- **Peso Total Neto:** **380 gramos**.
- **Montaje:** Diseñado para anclaje directo sobre riel estándar DIN tipo **TS35**.
- **Grado de Protección Ambiental:** Clasificación **IP20**.
- **Condiciones de Operación:** Humedad relativa ambiental del **10% al 90% sin condensación**, operando en atmósferas libres de gases corrosivos. Temperatura de almacenamiento segura de **-20°C a 60°C**.