

# Manual Técnico – Alpha-X Pro

O **Alpha-X Pro** é um módulo industrial de alto desempenho projetado para integração em sistemas embarcados, linhas de automação e soluções de IoT. Desenvolvido para garantir confiabilidade e flexibilidade, o Alpha-X Pro combina baixo consumo energético, ampla compatibilidade e um firmware robusto com suporte a atualizações seguras.

## 1. Interfaces

O Alpha-X Pro conta com múltiplas interfaces físicas e lógicas para integração em diversos ambientes operacionais: **USB 3.1** – Conector tipo C com suporte a alimentação e comunicação serial. **Ethernet Gigabit (RJ-45)** – Interface compatível com redes 10/100/1000 Mbps. **UART / SPI / I<sup>2</sup>C** – Barramentos internos para comunicação com sensores e periféricos. **Wi-Fi 6 e Bluetooth 5.2** – Módulo sem fio integrado para conectividade avançada. **GPIOs configuráveis** – 16 pinos de uso geral com suporte a PWM e interrupções externas.

## 2. Consumo

O Alpha-X Pro foi desenvolvido com foco em eficiência energética, operando em diferentes modos de potência: **Modo Ativo:** até 3,2 W sob carga total (CPU + Wi-Fi + Ethernet). **Modo Idle:** 0,8 W com interfaces em espera. **Modo Deep Sleep:** 0,15 W com retomada instantânea em até 500 ms. A fonte de alimentação deve fornecer tensão entre 4,5 V e 5,5 V com corrente mínima de 1 A para garantir a estabilidade durante o pico de processamento.

### 3. Ambiente Operacional

O dispositivo é adequado para aplicações industriais e comerciais em ambientes controlados e não controlados. **Temperatura de operação:** -20 °C a +70 °C. **Umidade relativa:** 10% a 90% sem condensação. **Altitude:** até 3000 metros acima do nível do mar. **Proteção EMC:** compatível com EN 55032 Classe B. **Grau de proteção:** IP40 (versão padrão) e IP65 (versão selada).

## 4. Firmware Update

O firmware do Alpha-X Pro pode ser atualizado via rede ou localmente. São suportados os seguintes métodos: **OTA (Over-The-Air)**: atualização remota segura via Wi-Fi, com validação de integridade SHA-256. **USB**: atualização direta via cabo tipo C utilizando o utilitário AlphaFlash. **Serial Bootloader**: disponível via UART para recuperação de emergência. Durante o processo de atualização, recomenda-se manter a alimentação estável e evitar interrupções para prevenir corrupção do sistema de boot.

## 5. Certificações

O Alpha-X Pro foi projetado e testado conforme normas internacionais de qualidade e segurança, atendendo aos seguintes requisitos e certificações: **CE** – Conformidade Europeia para segurança e compatibilidade eletromagnética. **FCC** – Certificação de comunicação sem fio (Parte 15B e 15C). **RoHS** – Restrição de substâncias perigosas em equipamentos eletrônicos. **ISO 9001** – Fabricado sob sistema de gestão da qualidade certificado. **UL Listed** – Ensaaios elétricos e de segurança conforme normas UL 60950-1. Versões personalizadas podem incluir certificações adicionais conforme o mercado de destino.