

Comparativa entre las diferentes versiones de la tarjeta ESP

La tarjeta ESP desarrollada por multinacional Espressif Systems es la opción más adecuada en el desarrollo de aplicaciones y sistemas enfocados a soluciones AIoT (Ya sea para Artificial Intelligence of the Things o solamente Internet of the Things), al poseer módulos dedicados a la conexión por medio de Wifi y Bluetooth que hacen posible la obtención de información por medio de sensores del mundo físico para posteriormente enviarlos por medio de internet haciendo uso de la arquitectura de tres capas en la que se basa el internet de las cosas, estas tarjetas basan su funcionamiento en un único chip SoC(System on a Chip) el cual posee un alto grado de integración al incluir gran cantidad de módulos que posee cualquier microcontrolador convencional entre otros más que las convierten en una opción robusta, asequible y confiable para su implementación en casi cualquier proyecto.

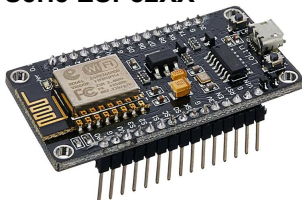
Entre las principales ventajas de usar estas tarjetas se mencionan las siguientes:

- Bajo coste: A la fecha 2 de febrero 2023 su valor ronda los 8 dólares (150 pesos mexicanos aproximadamente) lo cual es bastante más asequible a comparación de otras tarjetas que hay en el mercado.
- Alto nivel de integración: Además de poseer las funcionalidades típicas de un microcontrolador la familia ESP integra periféricos tales como: Convertidor Digital a Analógico, Protocolo I2S, controlador para LCD, contador de pulsos, controlador para periféricos touch, soporte para protocolo TWAI, soporte para protocolo SPI, entre otros. Incluye también una memoria flash de hasta 4MB, modos de ultra bajo rendimiento y la posibilidad de desempeñar tareas concurrentes al poseer 2 procesadores en algunos casos.
- Alto rendimiento: Cuenta con una arquitectura de 32 bits, típicamente poseen un reloj interno con velocidades de 80MHz que puede llegar hasta los 160MHz, SRAM de 520 KiB, ROM de 448 KiB.
- Versatilidad en la forma de programación: Gracias a su popularidad es que se han realizado variedad de implementaciones en diferentes lenguajes y entornos de desarrollo por lo que la decisión de cual usar queda a criterio del desarrollador en base a preferencias, facilidades y necesidades del proyecto a desarrollarse.

Características de las familias ESP

A lo largo del tiempo la serie ESP ha lanzado diferentes versiones de la tarjeta, mejorando en el proceso al incluir otras características y dedicando modelos a diferentes propósitos.

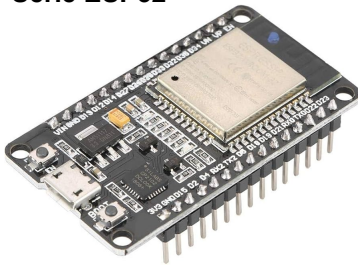
Serie ESP82XX



Las primeras versiones de la tarjeta siendo más extendido el modelo 8266 revolucionario en su tiempo, lanzado en el año 2014, de pequeño tamaño, es ideal en cualquier aplicación, mas específicamente en proyectos usables o portables, posee la característica antena PCB de estos modelos pero a diferencia de las demás familias este no tiene compatibilidad con Bluetooth además de poseer pocos pines de E/S. Típicamente se usa como periférico de ampliación WIFI para otras tarjetas de desarrollo. Sus características son:

- Procesador de 32-bit Xtensa LX106 con velocidad de 80-160 MHz.
- 17 Pines.
- Soporte para WIFI4, no incluye Bluetooth.
- Periféricos integrados: UART, GPIO, I2C, I2S, SDIO, PWM, ADC y SPI.

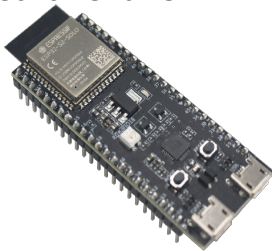
Serie ESP32



Actualmente la opción más popular y versátil, se podría decir que es el modelo insignia además de ser un estándar para las siguientes series. Lanzada en el 2016, este modelo buscó mejorar las capacidades de su antecesor integrando más periféricos y pines de E/S, a partir de este modelo ya se incluyen los módulos para Bluetooth y Bluetooth Low Energy(BLE), seguro de usar en ambientes industriales robustos posee un microprocesador con dos núcleos permitiendo trabajar con tareas en segundo plano y en modo de ultra bajo rendimiento(ULP). Posee las siguientes características:

- Procesador de 32-bit Xtensa Single/Dual-Core LX6 con velocidades de 80-240MHz.
- 38 Pines
- Soporte para WIFI4, Bluetooth Classic y Low Energy 4.2.
- Incluye los periféricos de su antecesor además de: Sensores touch capacitivos, sensor hall, interfaz para tarjeta SD, Soporte para Ethernet, High-Speed SPI, DAC, entre otros.

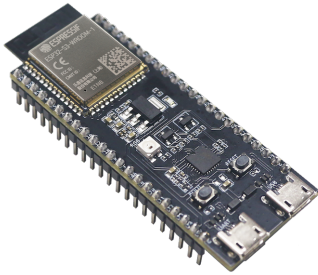
Serie ESP32-S2



La primer versión mejorada de la ESP32 enfocándose en la seguridad y aumentando las capacidades con más pines de E/S, lanzada en el 2020, si bien está pensada para compensar algunas capacidades de su antecesor en realidad esta serie no es más potente que la serie ESP32 en términos de rendimiento, tiene características similares y algunas carencias como por ejemplo, en esta serie se carece del soporte para Bluetooth. Pensadas a enfocarse más en la seguridad, pues posee encriptación para flash basado en AES-128/192/256-XTS, aceleradores criptográficos, claves privadas protegidas para restringir el acceso al software por parte de dispositivos externos, protección contra fallas físicas debidas a ataques, entre otras. Tiene las siguientes características:

- Procesador de 32-bit Xtensa Single Core LX7 con velocidad de hasta 240MHz.
- 65 Pines
- Soporte para WIFI4 pero no posee Bluetooth.
- Periféricos: 43 GPIOs, Interfaz USB OTG, SPI, I2S, UART, I2C, LED PWM, interfaz para LCD, interfaz para cámara, ADC, DAC, sensor touch, sensor de temperatura, entre otros.

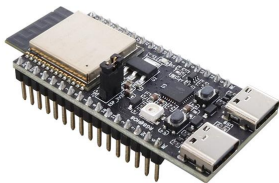
Serie ESP32-S3



La segunda versión mejorada de la ESP32, lanzada a finales de 2020, muy similar a la serie anterior S2 pero con mejoras significativas en cuanto a rendimiento. Pensada para entregar potencia, pues, es ideal en aplicaciones AIoT, integra las características de las series ESP32 y ESP32-S2. Cuenta con soporte de instrucciones vectoriales lo que permite una aceleración para redes neuronales y procesamiento de señales, además de una rica variedad de periféricos y las capacidades de seguridad integradas en la serie S2 convirtiendo al grupo en la más completa y potente.

- Procesador de 32-bit Xtensa Dual Core LX7 con velocidad de hasta 240MHz
- 65 Pines.
- Soporte para WIFI4, Bluetooth Classic y Low Energy 5
- Periféricos: 45 GPIOs, SPI, I2S, I2C, PWM, RMT, ADC, DAC, UART, SD/MMC, TWAITM, interfaz USB-OTG, entre otros.

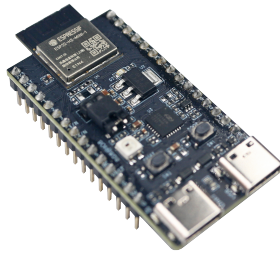
Serie ESP32-CX



La línea más reciente, lanzada en 2022 por Espressif, esta familia se compone de otras tres series: C2, C3 y C6 siendo la serie C2 la primera en ser comercializada. Siguiendo la descripción de Espressif, esta línea se enfoca en entregar un microcontrolador pequeño pero eficiente, de bajo costo y su principal fortaleza, mantener una alta capacidad de conectividad, como muestra de ello, la última serie lanzada(C6) permite soporte tanto para WIFI6, Bluetooth, Zigbee y Threads, estos dos últimos estándares permiten conectividad inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo y conectividad de redes de malla de baja potencia basada en el protocolo IPv6. A diferencia de las demás series que mantienen la arquitectura Xtensa, la línea CX cambia al implementar el modelo RISC-V en su microprocesador por lo que mantiene una eficiencia en el rendimiento minimizando el consumo energético, cumpliendo así con su propósito. Si bien esta serie no es la más ideal en cuanto rendimiento dado que no es su objetivo, siendo su fuerte las grandes alternativas de conexión, por lo que es la más ideal para implementarse en proyectos que busquen una eficiente conectividad en ambientes puramente de IoT en los que se desee conectar y enviar información entre múltiples dispositivos. Sus características son las siguientes:

- Procesador de 32-bit RISC-V con velocidades de hasta 160MHz.
- 53 pines.
- Soporte para WIFI4(WIFI 6 en la serie C), Bluetooth Classic y Low Energy 5, Zigbee y Thread(estos dos últimos a partir de la serie C6).
- Periféricos: 30-22 GPIOs, SPI, UART, I2C, I2S, RMT, TWAI, PWM, entre otros.

Serie ESP32-H



En primera instancia esta serie fue anunciada en el año 2021 pero no fue comercializada hasta el 2023, se desconocen los motivos en el retraso de su salida pero se sugiere que fue la base en el diseño de la serie C6 ya que mantiene las mismas características base y carece de otras que se incluyeron más tarde en las series sucesoras, el gran problema que tiene es su carencia de aquella característica esencial de las tarjetas ESP, la conexión WIFI, siendo la única familia que no posee soporte para este protocolo, por lo que no se recomienda mucho su uso ya que la serie CX posee más características. A todo esto su uso se recomienda para sistemas que requieran conectividad entre sí en una red local.

- Procesador de 32-bit RISC-V con velocidades de hasta 96MHz.
- 53 pines.
- Soporte para Bluetooth Classic y Low Energy 5, Zigbee y Thread.
- Periféricos: 19 GPIOs, UART, SPI, I2C, I2S, periférico para control remoto, LED PWM, GDMA, MCPWM,

Comparativa entre Tarjetas ESP:

	ESP8266	ESP32	S2	S3	C6	H2
Fecha de anuncio:	2014	2016	2019	2020	2020	2021
Procesador:	Xtensa LX106	Xtensa LX6	Xtensa LX7(Single Core)	Xtensa LX7(Dual Core)	RISC-V 32-bit	RISC-V 32-bit
Núcleos:	1	1 ó 2	1	2	1	1
Frecuencia (MHz):	160	240	240	240	160	96
SRAM:	160KB	520KB	320KB	512KB	512KB	320KB
ROM:	N/A	448KB	128KB	384KB	320KB	128KB
Wi-Fi:	Wi-Fi4	Wi-Fi4	Wi-Fi4	Wi-Fi4	Wi-Fi6	N/A
Bluetooth:	N/A	Classic/BLE 4.2	N/A	Classic/BLE 5.0	Classic/BLE 5.0	Classic/BLE 5.0
Zigbee / Thread:	N/A	N/A	N/A	N/A	Disponible	Disponible
GPIO:	17	34	43	45	30	19
ADC:	1*10-bit, 1 canal	2*12-bit, 18 canales	2*13-bit, 20 canales	2*12-bit, 20 canales	1*12-bit, 7 canales	1*12-bit, 5 canales
DAC:	N/A	2*8bit	2*8bit	N/A	N/A	N/A
Touch:	N/A	10	14	14	N/A	N/A
Temp sensor:	N/A	N/A	1	1	1	1
UART:	2	3	2	3	3	2
SPI:	2	4	4	4	1	3
I2C:	1	2	2	2	2	2
I2S:	1	2	1	2	1	1
RMT:	N/A	1*8 Canales	1*4 Canales	1*8 Canales	1*6 Canales	N/A
LED PWM:	N/A	2*8 Canales	1*8 Canales	1*8 Canales	1*6 Canales	N/A
MCPWM:	N/A	2	N/A	2	N/A	N/A
USB-OTG:	N/A	N/A	1	1	1	1
HALL:	N/A	1	N/A	N/A	N/A	N/A
TWAI:	N/A	1	1	1	2	1
Cámara:	N/A	1*DVP 8/16-bit	1*DVP 8/16-bit	1*DVP 8/16-bit	N/A	N/A

En la tabla se comparan los módulos más utilizados, debido a que hay variedad de versiones por cada familia los datos pueden variar entre los diferentes módulos existentes.

Referencias

- [1] ESP Product Selector". ESP Product Selector. Accedido el 15 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible: <https://products.espressif.com//product-comparison>
- [2] Wi-Fi Bluetooth MCUs and AIoT Solutions | Espressif Systems". Wi-Fi Bluetooth MCUs and AIoT Solutions | Espressif Systems. Accedido el 15 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.espressif.com/en>
- [3] Comparación de los microcontroladores Espressif". electroimc.com. Accedido el 15 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible: https://www.electroimc.com/es/doc/proyectos/microcontroladores/81_tabla-comparacion-microcontroladores-espressif-esp8266-esp32-esp32c6