



universidade de aveiro

# Dispositivos Conectados

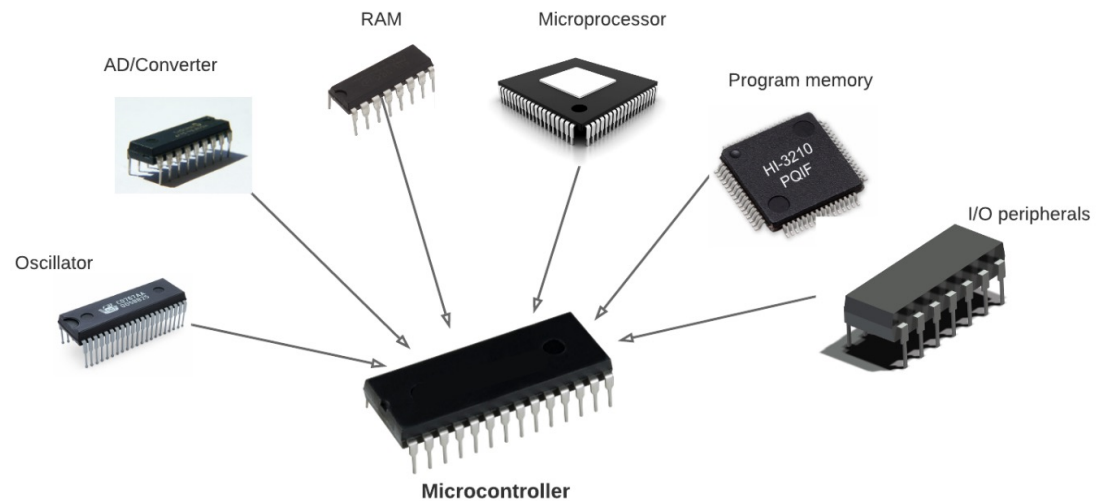
## Microcontroladores e SoC

Paulo C. Bartolomeu

# Microcontrolador

## O que é?

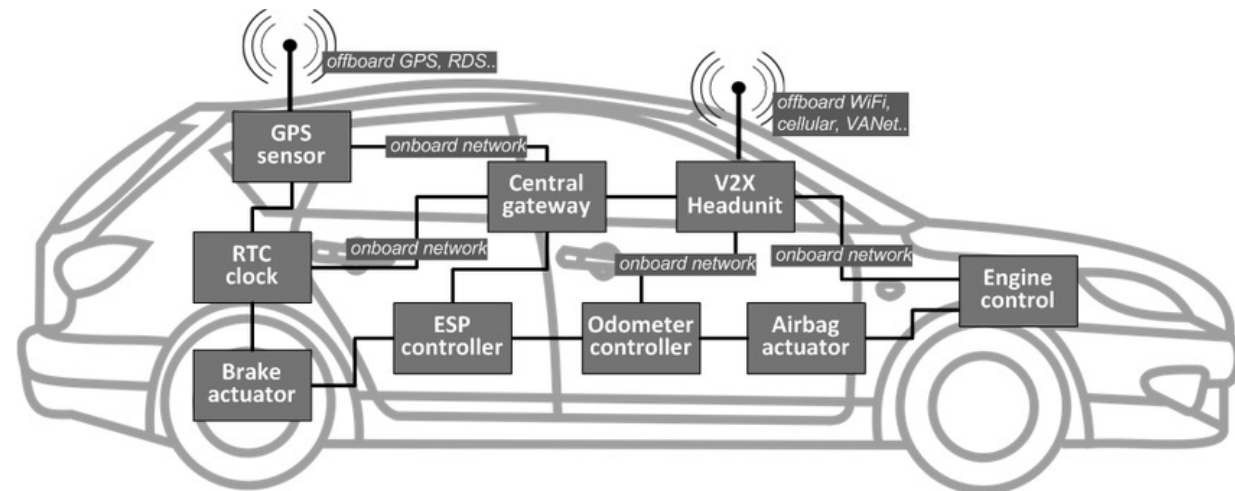
- Circuito integrado projetado para realizar tarefas específicas dentro de um sistema.
- Combina um processador, memória e dispositivos periféricos num único *chip*,
- Ideal para aplicações que exigem baixo consumo de energia, eficiência de custos e otimização de espaço.



## Microcontrolador

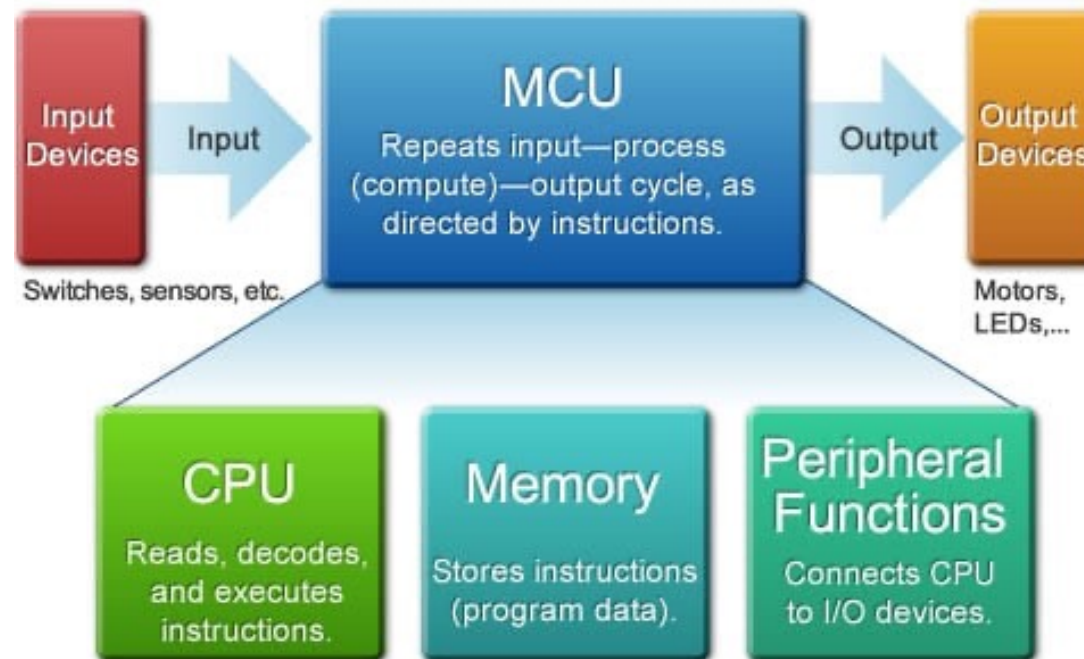
### Exemplo

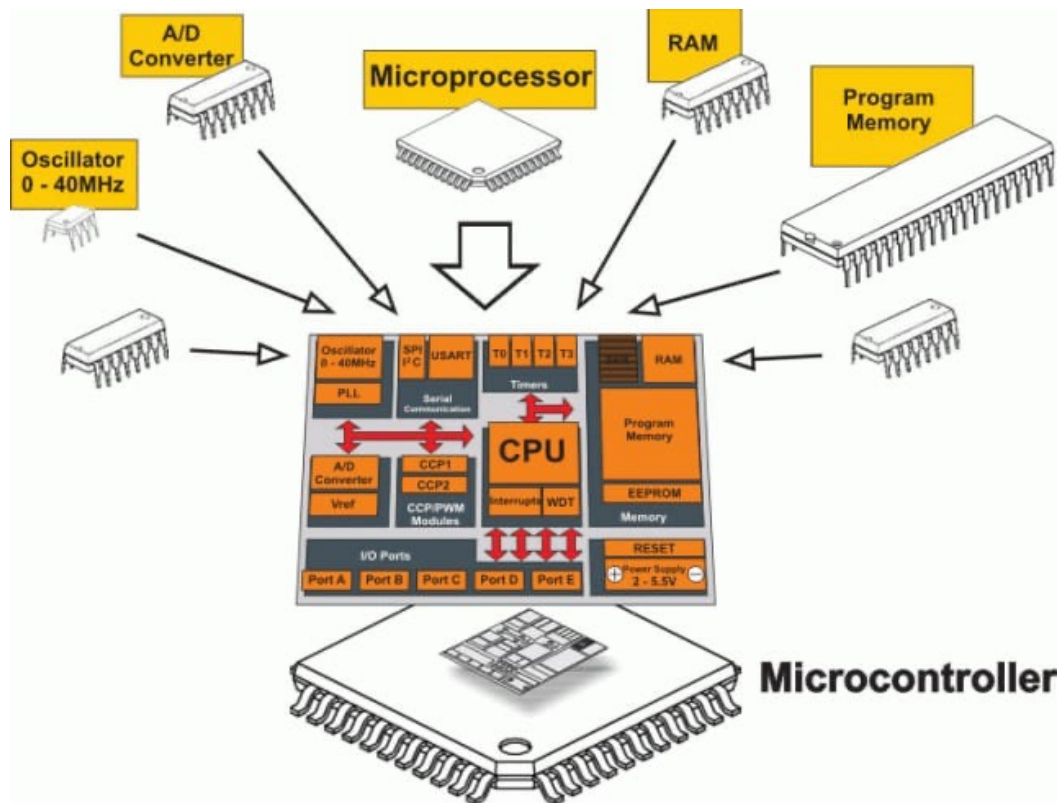
- Um automóvel contém vários MCUs que gerem diferentes sistemas.
- Comunicam entre si para coordenar ações, garantindo o desempenho adequado do sistema.
- Algumas podem interagir com um computador central, enquanto outras comunicam diretamente com MCUs próximas.



# Microcontrolador

## Funcionamento

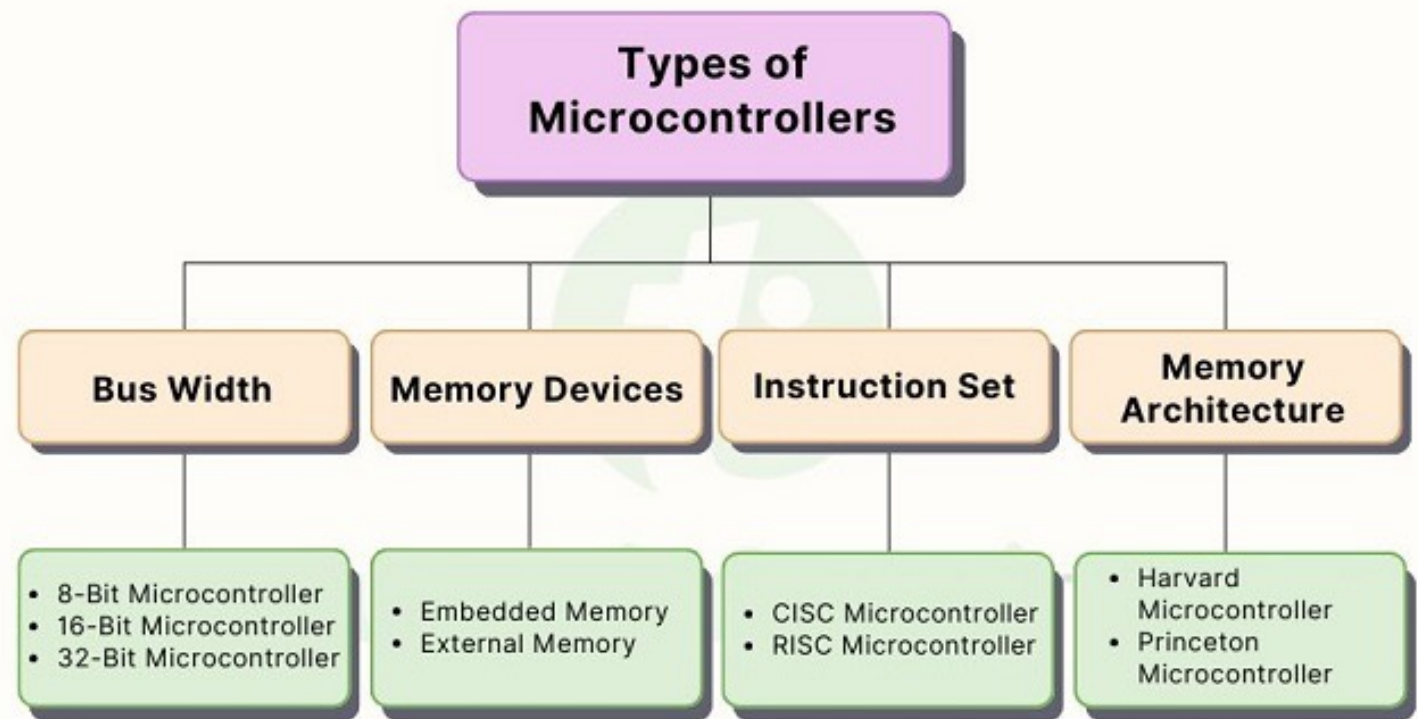




## Anatomia de um MCU

- **Unidade Central de Processamento (CPU):** O núcleo do microcontrolador, responsável pela execução de instruções. Pode ser de 8 bits, 16 bits ou 32 bits, dependendo dos requisitos de desempenho.
- **Memória:** Os microcontroladores utilizam dois tipos de memória — memória de programa para armazenamento de código e memória de dados para armazenamento temporário. A memória flash é normalmente utilizada para armazenamento de programas, enquanto a RAM armazena dados.
- **Portas de entrada/saída (I/O):** permitem que o microcontrolador faça a interface com dispositivos externos, como sensores e atuadores.
- **Periféricos:** periféricos como conversores analógico-digitais (ADCs), temporizadores e interfaces de comunicação, como UART, SPI e I2C, para lidar com tarefas específicas.

## Tipos de Microcontroladores



# Microcontrolador

## 8 bits

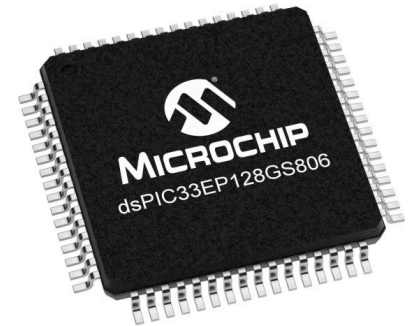
- Construídos com um barramento de dados de 8 bits, o que significa que podem processar 8 bits (ou 1 byte) de dados de cada vez.
- Ideais para aplicações simples, nas quais o baixo consumo de energia e o custo são as principais prioridades.
- Frequentemente utilizados em dispositivos nos quais apenas tarefas básicas precisam de ser geridas, como em eletrodomésticos e sistemas de controlo básicos.
- **Exemplos:** controlos remotos, controladores básicos de motores e pequenos dispositivos de consumo, como cafeteiras ou máquinas de lavar. Estas aplicações exigem uma lógica de tomada de decisão simples, como ligar ou desligar motores com base nas entradas do sensor.



## Microcontrolador

### 16 bits

- Têm um barramento de dados que permite o processamento de 16 bits (ou 2 bytes) de uma só vez.
- O barramento mais amplo oferece melhor desempenho do que as arquiteturas de 8 bits, permitindo tarefas mais complexas e mantendo o consumo de energia relativamente baixo.
- São tipicamente usados em aplicações que exigem mais precisão ou processamento mais rápido, mas onde o custo e a eficiência energética ainda são importantes.
- **Exemplos:** aplicações automotivas, tais como painéis digitais ou unidades de controlo do motor (ECUs), e sistemas industriais, como controladores de temperatura ou sistemas de automação que exigem um equilíbrio entre desempenho e eficiência.





## Microcontrolador

### 32 bits

- Projetados para aplicações de alto desempenho, com a capacidade de processar 32 bits de dados em um único ciclo.
- Oferecem um poder de processamento significativo, velocidades mais rápidas e podem lidar com instruções mais complexas.
- Consomem mais energia e são normalmente mais caros do que os seus equivalentes de 8 ou 16 bits.
- Ideais para aplicações que exigem computação intensiva, processamento de dados e *multitasking*.
- **Exemplos:** robótica avançada, dispositivos IoT que requerem processamento de dados em tempo-real, dispositivos médicos e *hubs* domésticos inteligentes. Nestas aplicações, o microcontrolador lida com algoritmos complexos, gere grandes volumes de dados de sensores e executa várias tarefas simultaneamente.



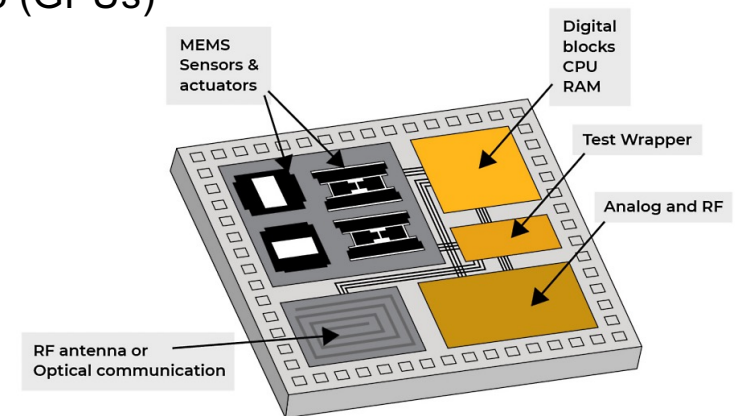
# System-on-Chip (SoC)

## O que é?

- Circuito integrado que integra todos os componentes necessários de um sistema numa única peça de silício.
- Ao eliminar a necessidade de componentes separados e de grandes dimensões, os SoCs ajudam a simplificar o design das placas de circuito, resultando em maior potência e velocidade sem comprometer a funcionalidade do sistema.

## Os componentes contidos num SoC podem ser:

- Unidades de processamento de dados
- Memória
- Unidades de processamento gráfico (GPUs)
- Interfaces USB
- Processamento de vídeo e áudio
- ...

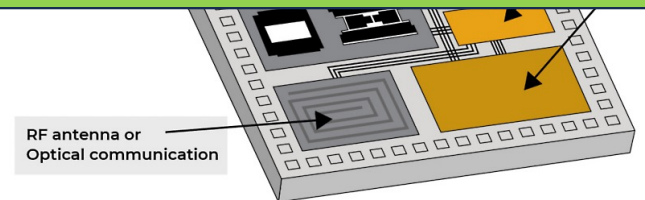


## System-on-Chip (SoC)

### O que é?

- Circuito integrado que integra todos os componentes necessários de um sistema numa única peça de silício.
- Ao eliminar a necessidade de componentes separados e de grandes dimensões, os SoCs ajudam a simplificar o design das placas de circuito, resultando em maior potência e velocidade sem comprometer a funcionalidade do sistema.

Os SoCs tornaram-se soluções indispensáveis para vários mercados, abrangendo desde aplicações com fios, como centros de dados, inteligência artificial (IA) e computação de alto desempenho (HPC), até dispositivos alimentados por bateria, como telemóveis e dispositivos vestíveis.



## System-on-Chip (SoC)

### Vantagens

- **Otimização de espaço:** os SoCs ocupam menos espaço do que vários componentes discretos, possibilitando projetos de dispositivos de menores dimensões.
- **Eficiência energética:** a substituição de componentes e circuitos grandes por SoCs leva a uma redução significativa no consumo de energia e permite atingir as métricas de PPA (potência, desempenho e área) necessárias.
- **Mais barato:** Um único *chip* SoC é mais barato do que o conjunto de vários *chips* separados que seriam necessários.
- **Confiabilidade:** Um único SoC tem menos conexões e, portanto, é significativamente mais confiável do que um sistema com múltiplas partes conectadas.
- **Desempenho:** Como os sinais permanecem no *chip*, um SoC pode atingir desempenho e velocidade mais elevada do que uma solução com múltiplas partes conectadas.

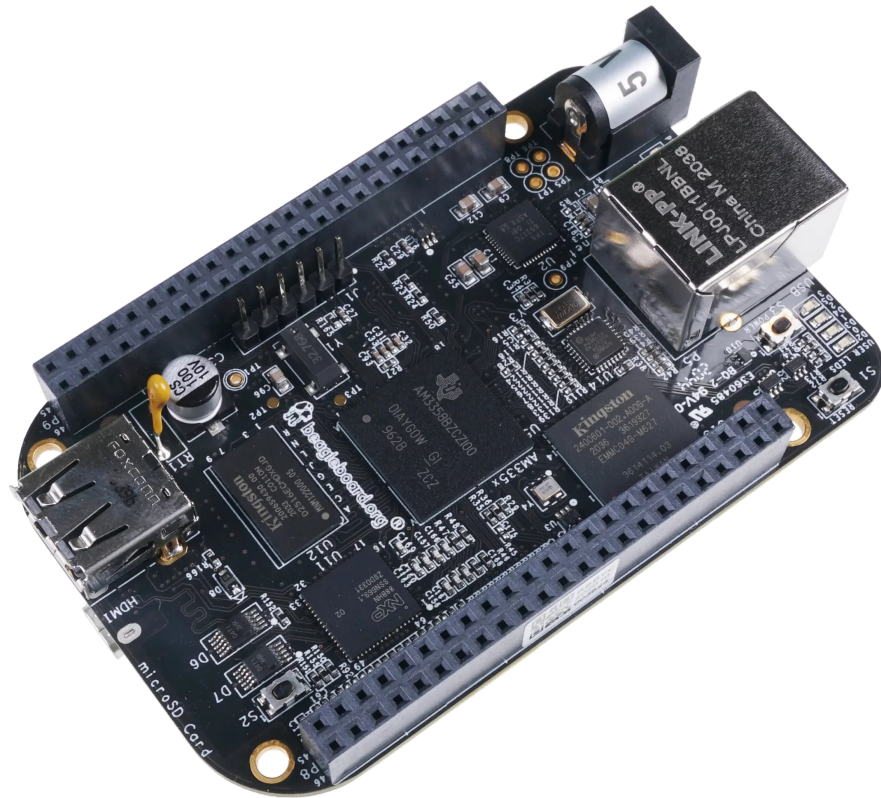


## System-on-Chip (SoC)

### Desvantagens

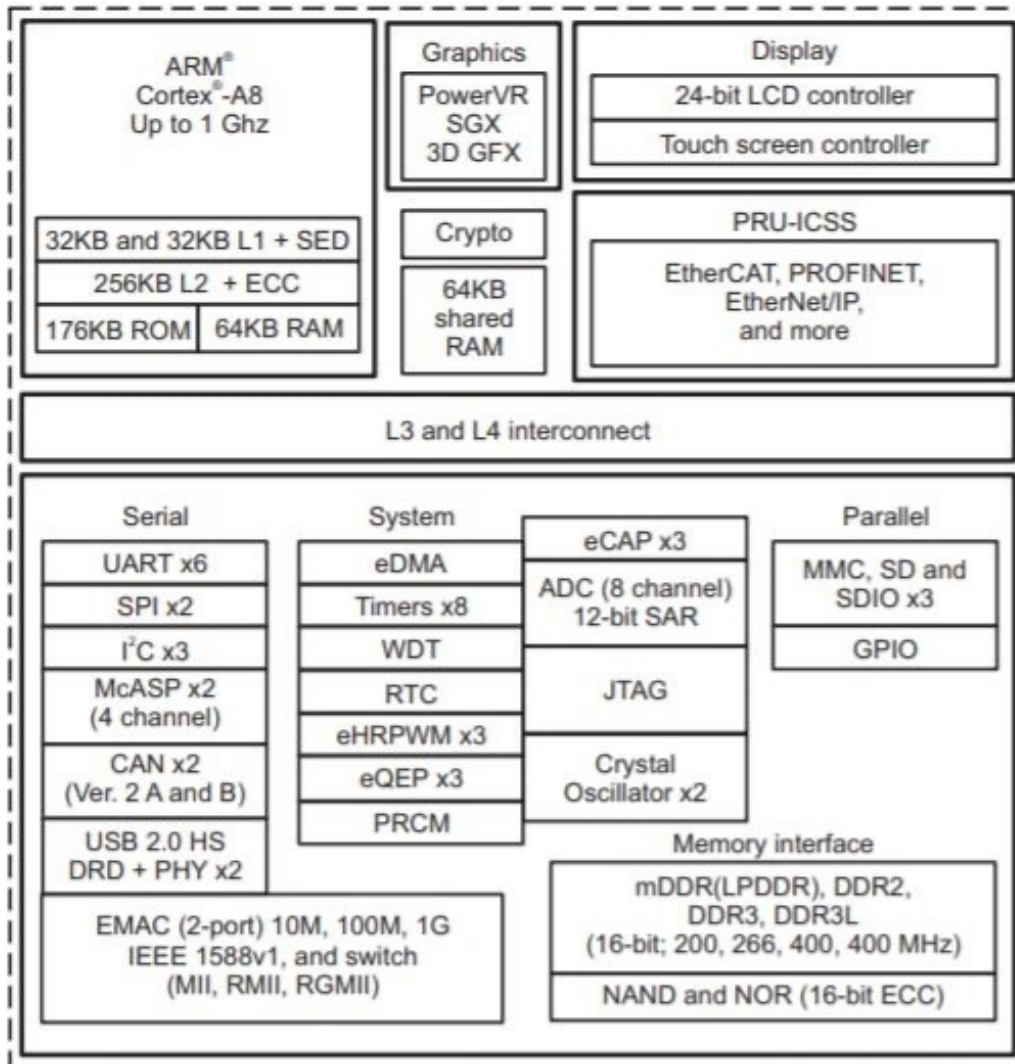
- **Ponto único de falha:** com todos os componentes num único *chip*, uma falha num componente afeta todo o sistema (o que também limita as atualizações).
- **Tempo de comercialização:** quando comparado com componentes *off-the-shelf*, o projeto de SoCs personalizados requer conhecimento e ferramentas especializadas, com maior tempo e custos de desenvolvimento. Esses custos mais elevados só podem ser recuperados se o mercado para o SoC for grande o suficiente para os absorver.
- **Analógico/digital misto:** Como todos os componentes de um SoC são fabricados com uma única tecnologia de processo, não há opção de usar a tecnologia ideal para as seções analógicas. Isso leva à redução do desempenho analógico e torna os SoCs mais adequados para aplicações digitais.
- **Flexibilidade:** Um SoC é ideal para a tarefa pretendida, mas tem alcance limitado para ser aplicado em qualquer outra tarefa.





## Beaglebone Black

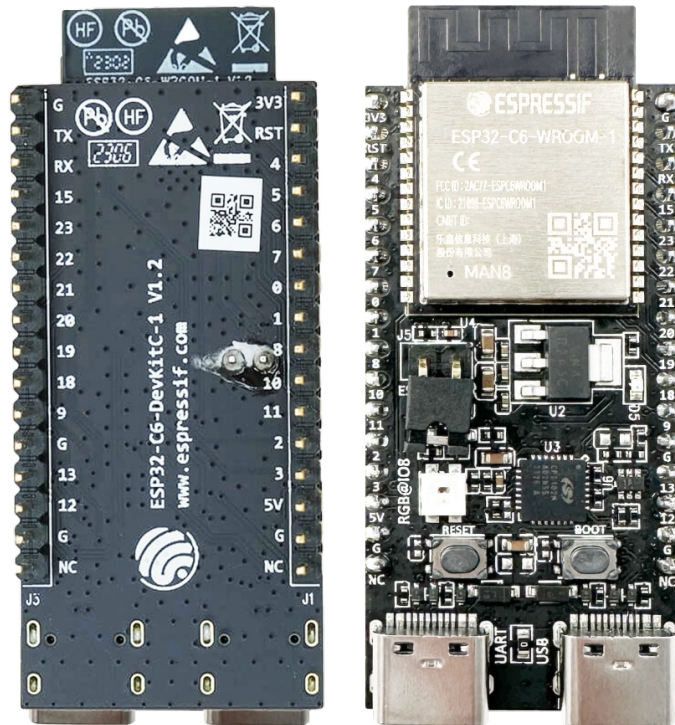
- A placa contém um SoC baseado no microprocessador AM335x.
- Este SoC contém todos os periféricos dentro de um único *chip*, juntamente com o processador Cortex A8.
- O diagrama de blocos mostra todos os componentes internos do SoC AM335x.



## Beaglebone Black

- A placa contém um SoC baseado no microprocessador AM335x.
- Este SoC contém todos os periféricos dentro de um único *chip*, juntamente com o processador Cortex A8.
- O diagrama de blocos mostra todos os componentes internos do SoC AM335x.

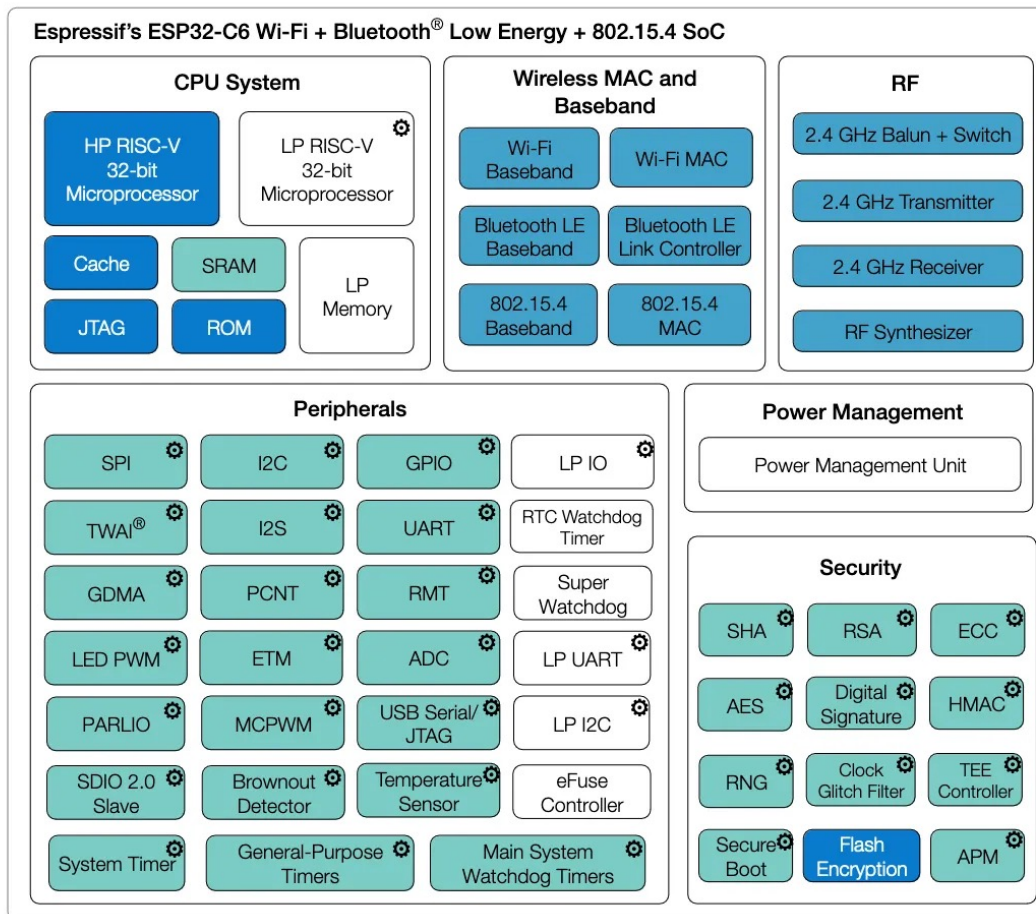




## ESP32-C6-DevKitC-1

- A placa utiliza o módulo ESP32-C6-WROOM-1, combinando o chip C6, flash de 4–8 MB, cristal, antena PCB e componente
- Este módulo possui um SoC que integra um processador *single core* RISC-V de 32 operando a 160 MHz. O SoC C6 oferece suporte para:
  - Wi-Fi 6 (802.11ax)
  - Bluetooth 5 (LE)
  - IEEE 802.15.4 (Zigbee / Thread)
  - Dispositivo USB 1.1 full speed
  - Arranque seguro + encriptação flash





## ESP32-C6-DevKitC-1

- A placa utiliza o módulo ESP32-C6-WROOM-1, combinando o chip C6, flash de 4–8 MB, cristal, antena PCB e componente
- Este módulo possui um SoC que integra um processador *single core* RISC-V de 32 operando a 160 MHz. O SoC C6 oferece suporte para:
  - Wi-Fi 6 (802.11ax)
  - Bluetooth 5 (LE)
  - IEEE 802.15.4 (Zigbee / Thread)
  - Dispositivo USB 1.1 full speed
  - Arranque seguro + encriptação flash

universidade de aveiro



theoria poiesis praxis