

# Vestavné Systémy

Úvod

# Vestavné systémy (Embedded Systems)

Kombinace hardwaru a softwaru, jejímž smyslem je řídit externí proces, zařízení nebo systém.

- ♦ Speciální deska s procesorem a ostatní elektronikou
- ♦ Většinou jednoduché uživatelské rozhraní (tlačítka, rotační ovladače...)
- ♦ Optimalizovány pro zpracování událostí v reálném čase
- ♦ Požadavky na rozměry, spotřebu energie, cenu
- ♦ Robustnost, spolehlivost, klimatická odolnost (např. automobilový průmysl)

# Specifické vlastnosti

- **Kritičnost:**

stupeň kritičnosti závisí na vlivu odchylek od normálního chování na spolehlivé a bezpečné splnění úkolu

- **Reaktivnost:**

vestavné systémy jsou ve stálém spojení s prostředím, v němž jsou umístěny, práce v reálném čase je často do jisté míry omezená, protože zpracování je limitováno rychlostí zpracování

- **Autonomie:**

funkce musí být prováděny bez lidského zásahu po dosti dlouhou dobu. Autonomie je zejména vyžadovaná tam, kde by lidská reakce byla příliš pomalá nebo nedostatečně předvídatelná (např. systém ABS u automobilu)

# Hardware

- **Procesory**

- 4 .. 128+ bitové
- Celkem ročně vyrobeno 9 miliard procesorů, z toho 2% pro pracovní stanice (PC, MAC, UNIX), zbytek většinou v ES
- Programování v Assembleru, C, C++
- Obsahují mnoho periférií přímo na čipu, většinou i paměťi nebo jejich část
- V poslední době podpora komunikace USB a Ethernet přímo na čipu

- **Platformy PC**

- Embedded PC, jednodeskové počítače (Single Board Computer, SBC)
- Standardní nástroje a prostředí

- **FPGA a ASIC**

- Zákaznické obvody pro speciální požadavky (výkon, paralelní zpracování...)
- Mohou obsahovat i mikroprocesor pro podpůrné účely

# Software – bez OS

- U jednodušších systémů
- Vývoj SW většinou na PC
- Jazyk C, C++, Java, kritické části Assembler
- Podpora ladění, obvykle přes rozhraní JTAG
- Obsluha periférií ve vlastní režii programu
- Nejsou velké nároky na výkon procesoru, velikost paměti, program může být zcela pod kontrolou a dokonale optimalizován.

# Software – s použitím OS

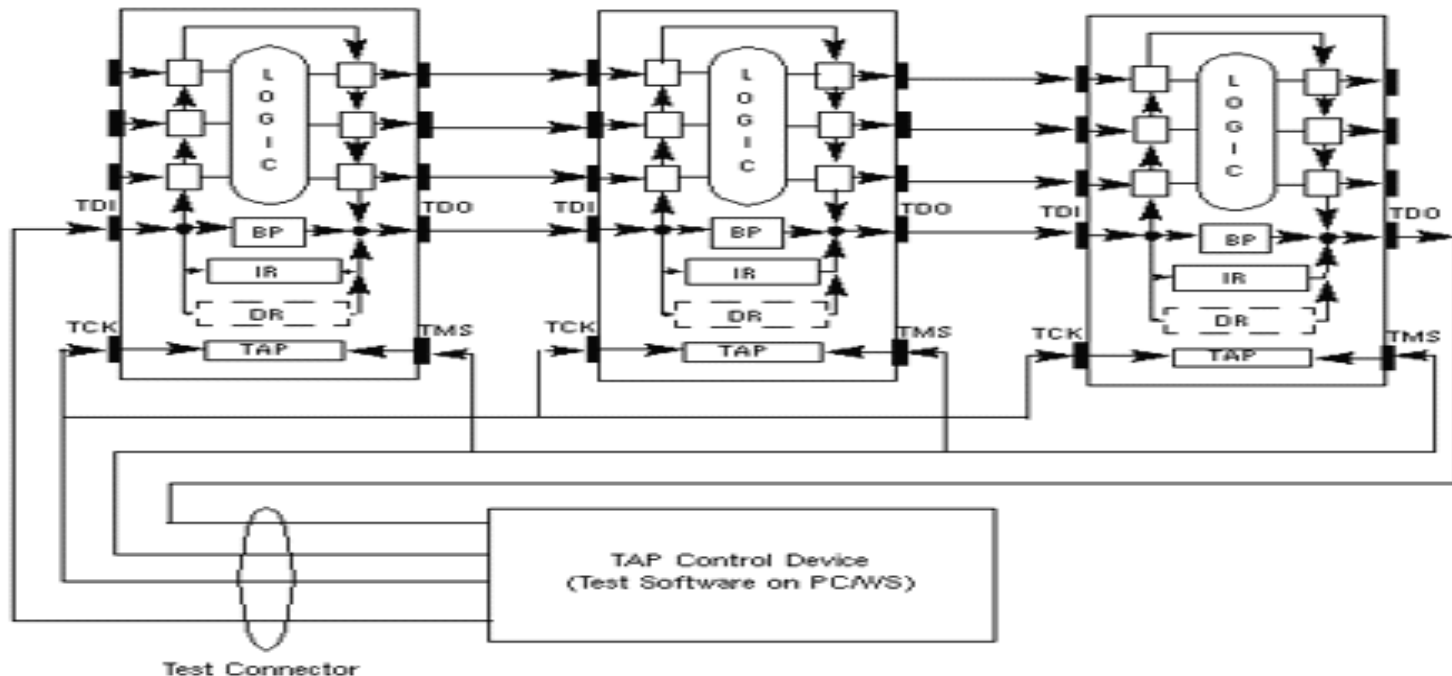
- U složitějších systémů
- Vhodné pro týmovou práci
- Vývoj SW buď na hostitelském systému (cross development) nebo ve vlastním prostředí (self hosted)
- Potřeba vybrat OS vhodný pro danou aplikaci
  - Obecné úlohy: VxWorks, QNX, RT Linux, Win CE
  - Specializované RTOS: CMX RTOS, DeltaOS, eCos, embOS, **FreeRTOS**, Fusion, Embedded, Nimble, OSEK/VDX (pro automobilový průmysl), Salvo, ThreadX, TinyOS aj.
  - Pro PC procesory: eRTOS, Phar Lap ETS nebo On Time, RTOS-32

# Vývojové prostředí

- Editace zdrojových textů
- Správa souborů v projektu
- Podpora překladačů, knihovny (toolchain)
- Podpora ladění – Debug, nutné propojení s cílovým zařízením prostřednictvím speciálního HW
- Příklady komerčních produktů:
  - Atollic, TrueSTUDIO
  - IAR, EWARM
  - Keil, MDK-ARM
- Volně použitelné překladače na bázi GCC a prostředí Eclipse (používá i řada komerčních produktů), Code Blocks...

# JTAG rozhraní *IEEE 1149.1*

- Normalizované rozhraní pro testování integrovaných obvodů metodou Boundary Scan
- U mikrokontrolérů se používá také pro programování pamětí a pro ladění metodou OCD (On Circuit Debugging)
- Alternativně bývají používána jednodušší rozhraní s méně signály – SWD...





# OpenOCD projekt

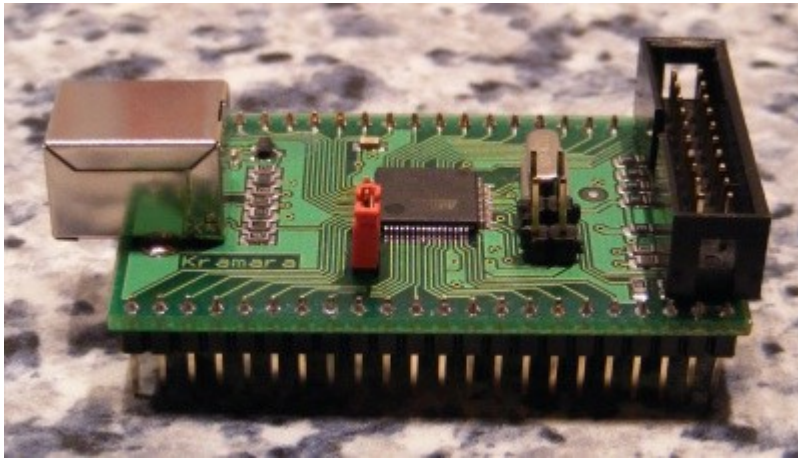
- Open source, [Open On-Chip Debugger](#)
- Pro OS Linux, přeneseno na Windows
- Ladění, programování, testování cílových zařízení
- Aktuálně podporovaná rozhraní např.:
  - FTDI FT2232-based JTAG interfaces, ST Link...
- Aktuálně podporované mikroprocesory a mikrokontroléry např.:
  - ARM7 (ARM7TDMI a ARM720t), ARM9 (ARM920t, ARM922t, ARM926ej-s, ARM966e-s), XScale (PXA25x, IXP42x), Cortex-M3 (Luminary Stellaris LM3, ST STM32)
- Ovládání prostřednictvím telnet terminálové konzole (PUTTY) nebo GDB rozhraní

# Procesory ARM

Model	Významné vlastnosti	Výkon
<b>ARM1</b>		
<b>ARM2</b>	Integrovaný MEMC(MMU), Grafický a IO procesor	7 MIPS @ 12MHz
<b>ARM3</b>	První použití cache	12 MIPS @ 25 MHz
<b>ARM6</b>	32 bitová architektura	28 MIPS @ 33 MHz
<b>ARM7</b>	Systém-on-Chip (SoC)	40 MIPS @ 56 MHz
<b>ARM7TDMI</b>	SoC, Cache, MMU, MPU, DSP	60 MIPS @ 60 MHz
<b>StrongARM</b>	MMU, SoC	233MIPS @ 233 MHz
<b>ARM8</b>	MMU, SoC	84 MIPS @ 72 MHz
<b>ARM9TDMI</b>	MMU, SoC	200 MIPS @ 180 MHz
<b>ARM9E</b>	MMU, SoC, DSP	220 MIPS @ 200 MHz
<b>ARM10E</b>	MMU, SoC, DSP	
<b>XScale</b>	MMU, SoC, I/O, DSP	1000 MIPS @ 1.25 GHz
<b>ARM11</b>	MMU, SoC, SIMD,	740 MIPS @ 665MHz
<b>Cortex</b>	MMU, SoC, FPU,	2000 MIPS @ 1GHz

Aktuální vývoj – zvyšování počtu jader a pracovní frekvence,  
kompletnější přehled ve zvláštním dokumentu

# AT91SAM7S256-KIT



## **Základní parametry:**

- Napájecí napětí: 3,0-3,6V
- Hodinový krystal: 18,432MHz
- Počet IO: 32
- Vyvedené rozhraní: JTAG+, USB
- Rozměry: 60x40 mm

## **Parametry AT91SAM7S256:**

- FLASH: 256kB
- RAM: 64kB
- USB port: 1
- DBGU - debug unit - vyvedeno na konektor JTAG
- RealTime timer
- SSC: 1
- USART: 2
- SPI: 1
- TWI, PWM, AD

# Vývojová deska EM2440 - CPU

## SDRAM

32bit, 100MHz, default mounted 64MB SDRAM, it can be replaced into 128MB

## CPU

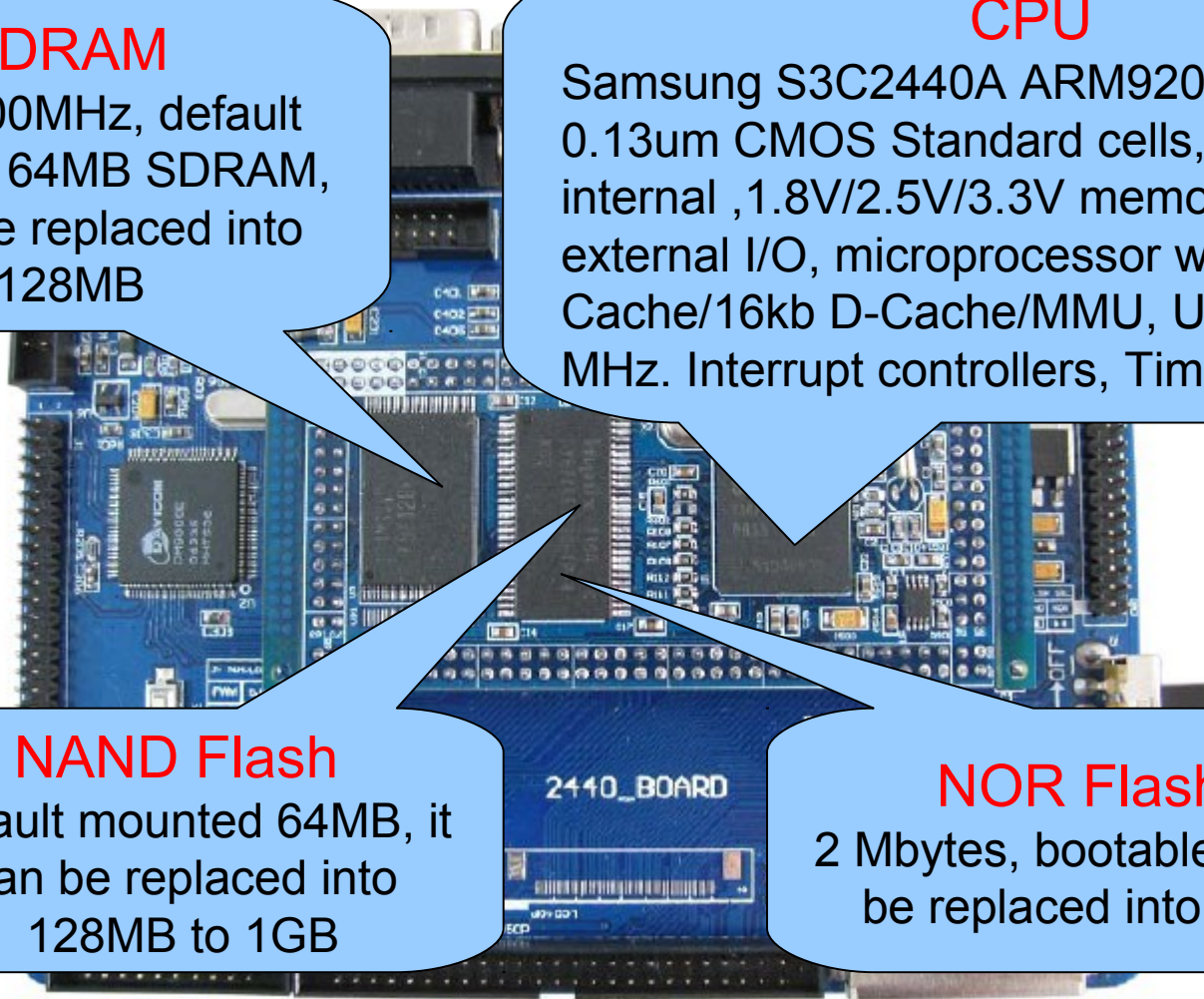
Samsung S3C2440A ARM920T core, 0.13um CMOS Standard cells, around 1.2V internal, 1.8V/2.5V/3.3V memory, 3.3V external I/O, microprocessor with 16KB I-Cache/16kb D-Cache/MMU, UP to 400 MHz. Interrupt controllers, Timers...

## NAND Flash

Default mounted 64MB, it can be replaced into 128MB to 1GB

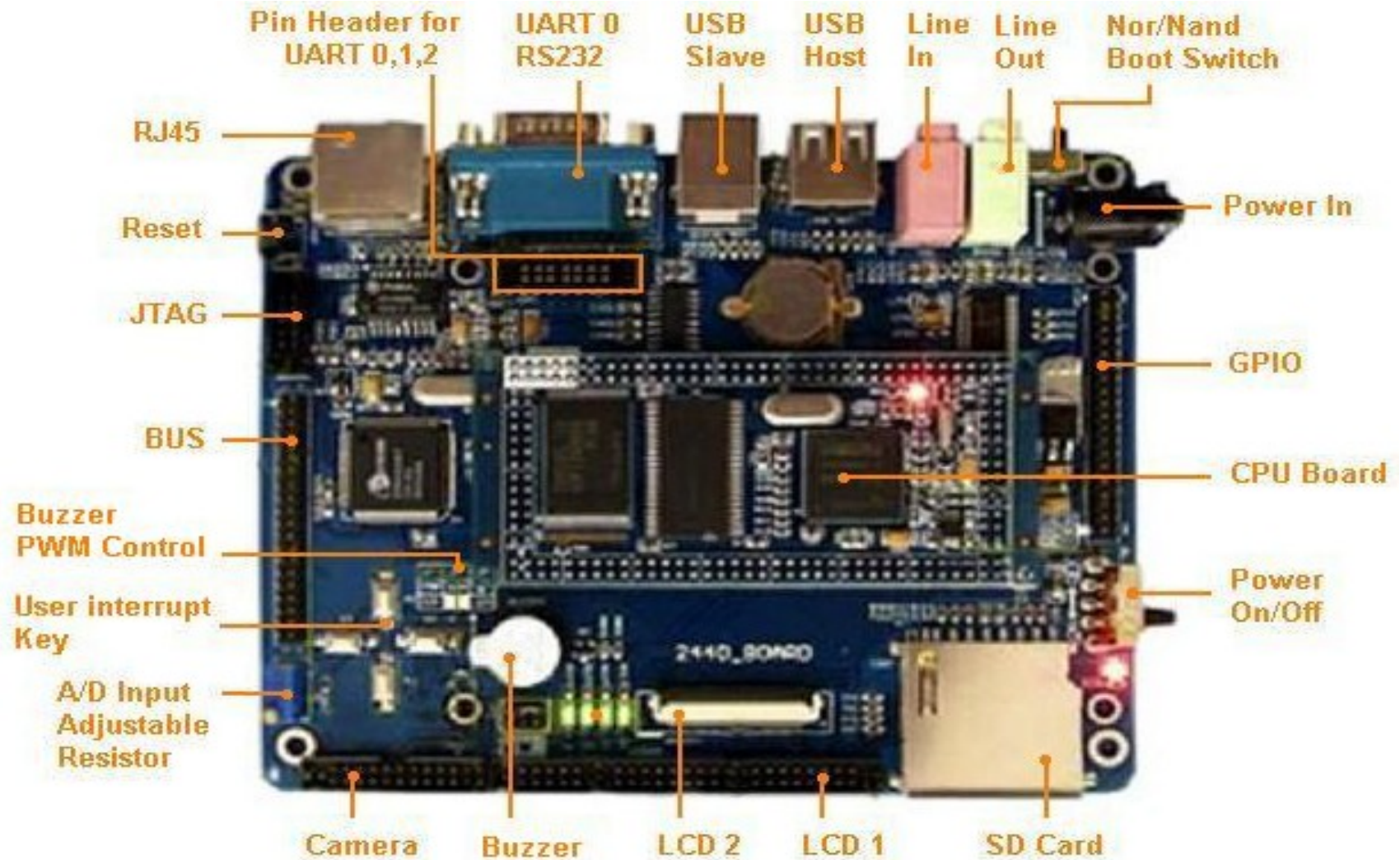
## NOR Flash

2 Mbytes, bootable. It can be replaced into 8MB

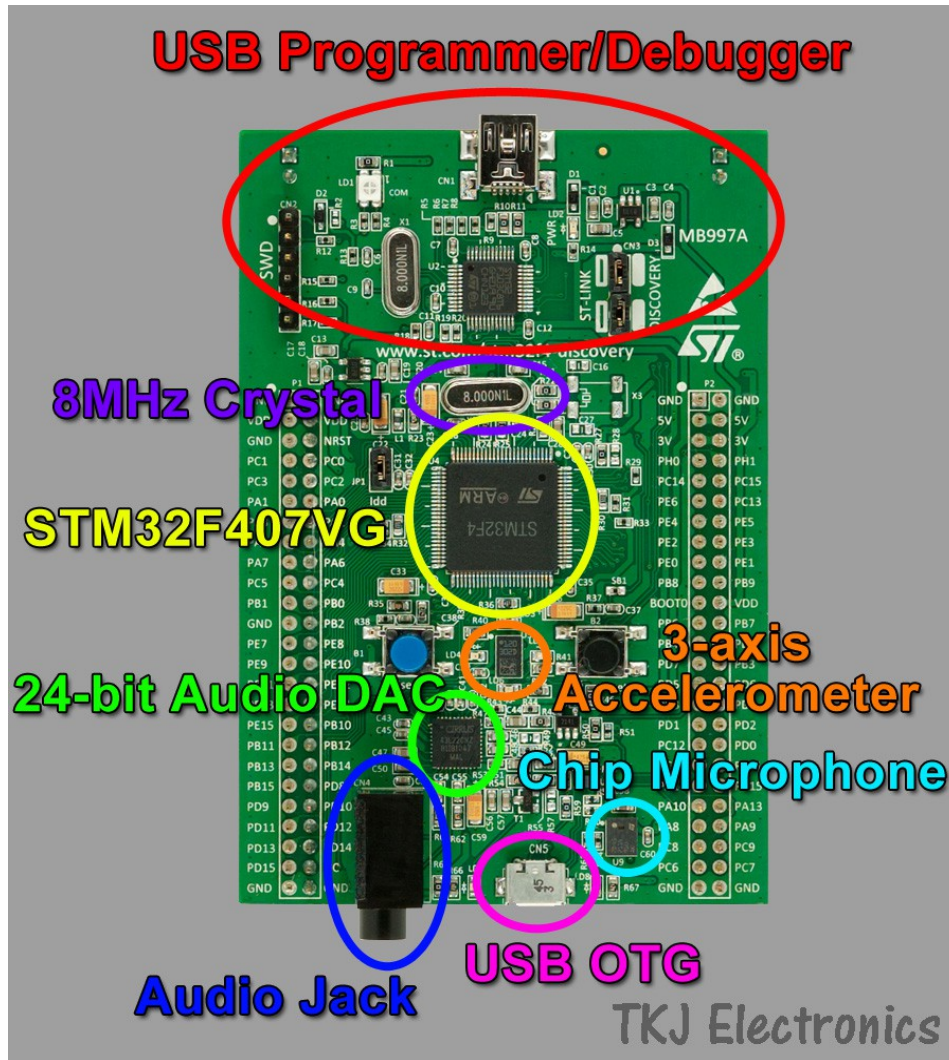




# Vývojová deska EM2440



# Vývojové kity ST MICROELECTRONICS



- Integrováno ST-Link rozhraní (podpora v OpenOCD)
- ST Link rozhraní možno použít pro programování a ladění vlastního zařízení
- Celková cena srovnatelná s kusovou cenou samotného MCU
- Možno přímo použít v cílovém zařízení jako modul
- Cortex M4, FPU, 1MB FLASH, 64kB RAM, ETHERNET, USB(HS)...