

Arhitecturi de procesoare embedded

Tipuri de procesoare embedded. Organizare internă. Module periferice.

Tipuri de procesoare utilizate în aplicații embedded

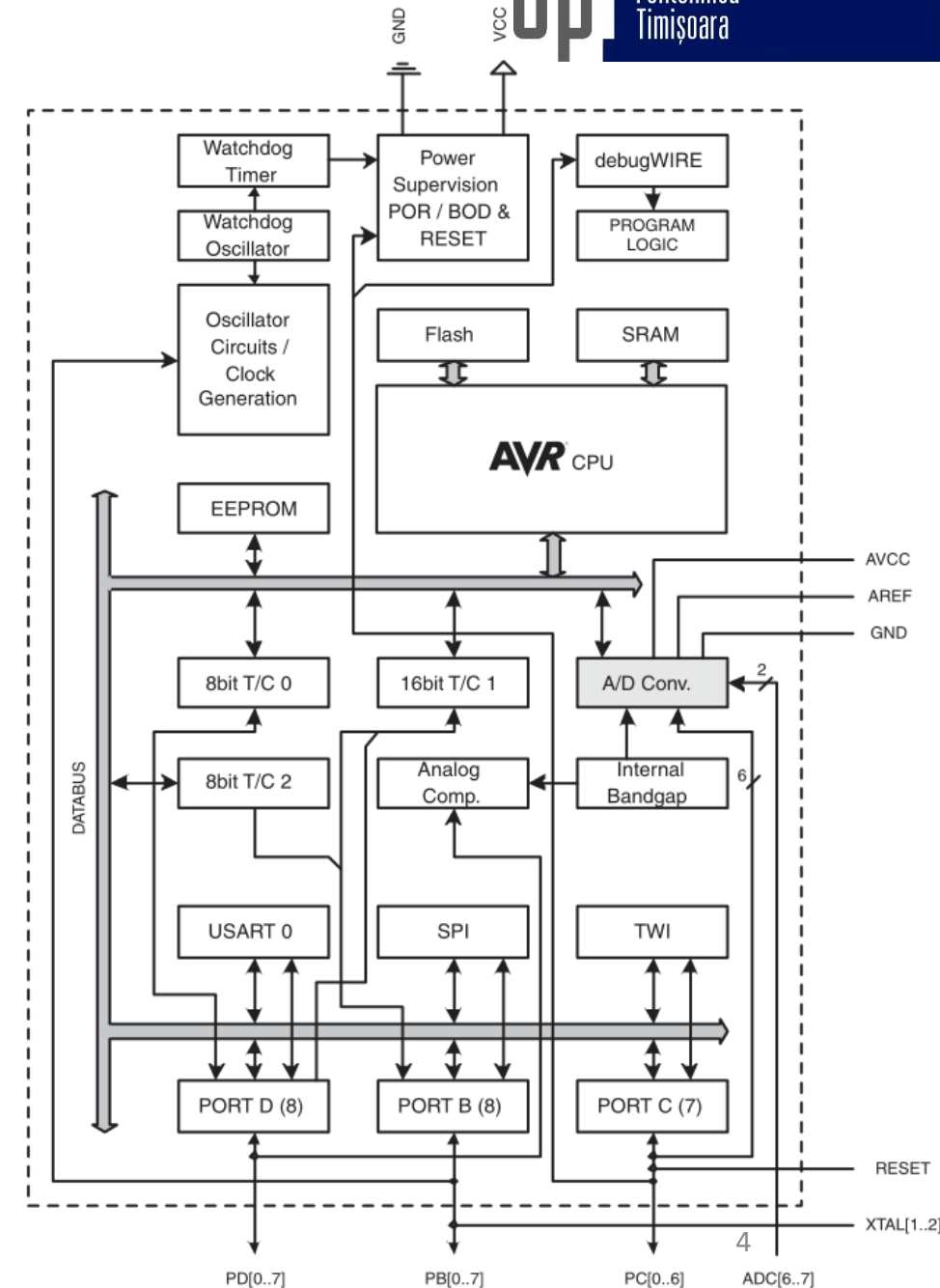
- **Microcontrollere** – $\approx 50\%$ din totalul de procesoare vândute la nivel mondial conform anumitor surse
- **Digital Signal Processors (DSP)** – proiectate să ofere suport pentru aplicații ce realizează operații intensive de procesare a semnalelor
- **Procesoare grafice** – procesoare specializate în calcule complexe necesare pentru randarea imaginilor

Microcontrollere

- Computere în miniatură
- Alcătuit din **unitatea de procesare** (CPU) și o serie de componente **periferice** (memorii, porturi intrare/ieșire, timere, ADC, etc.)
- **Arhitecturi diverse**: de la cele mai simple microcontrollere pe 8 biți până la variante complexe de arhitecturi pe 64-biți

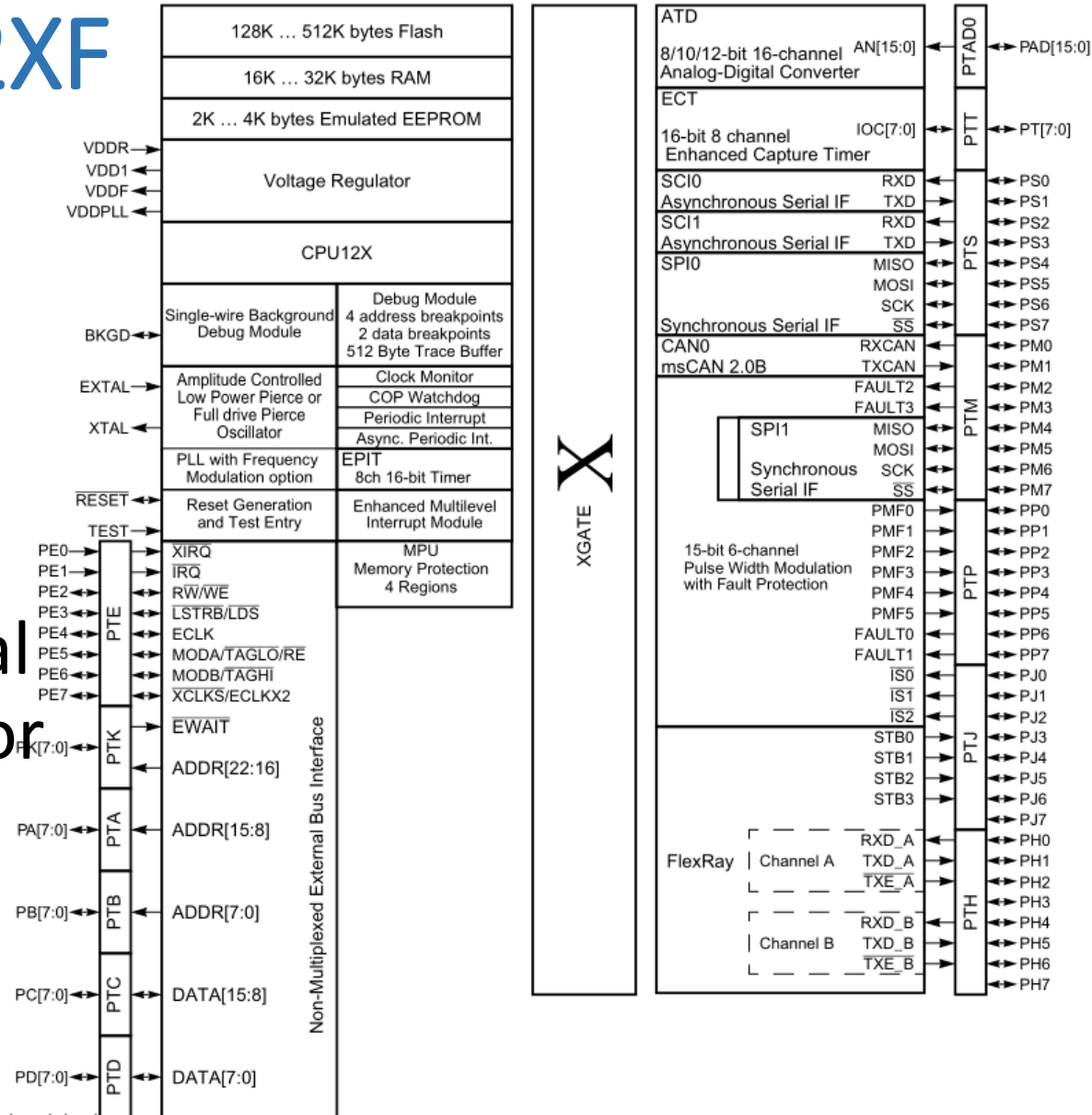
Studiu de caz: Familia ATmega

- Microcontroller performant pe 8 biți
- Consum redus de putere
- Module periferice:
 - Module Timer/Counter (8 și 16 biți)
 - Ceas de timp real cu oscilator separat
 - Module PWM
 - ADC cu rezoluție de 10 biți
 - Serial USART
 - Master/Slave SPI
 - I²C
 - Watchdog Timer cu oscilator separat On-chip
 - Comparator analogic
 - Interuperi



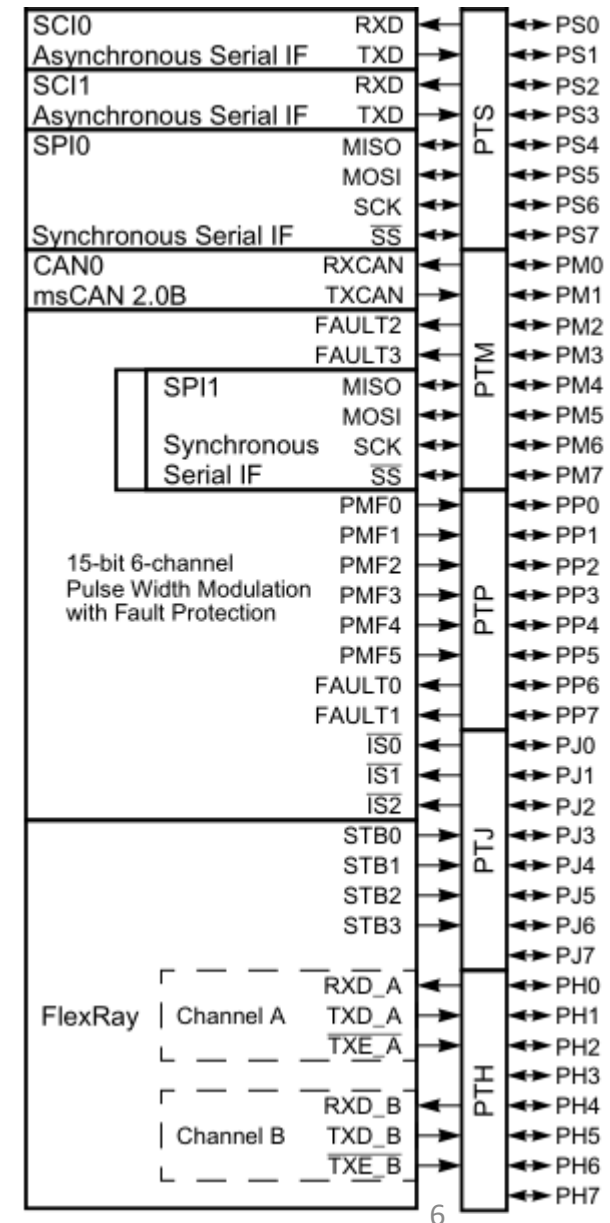
Studiu de caz: Familia S12XF

- Microcontroller pe 16 biți
- Coprocesor XGATE
- Module periferice – o serie de module specializate pe lângă modulele întâlnite în mod normal în majoritatea microcontrollerelor



Studiu de caz: Familia S12XF

- Module utilizate pentru comunicare:
 - SCI – Serial Communication Interface (similar UART)
 - SPI – Serial Peripheral Interface
 - MSCAN – Controller Area Network
 - FlexRay

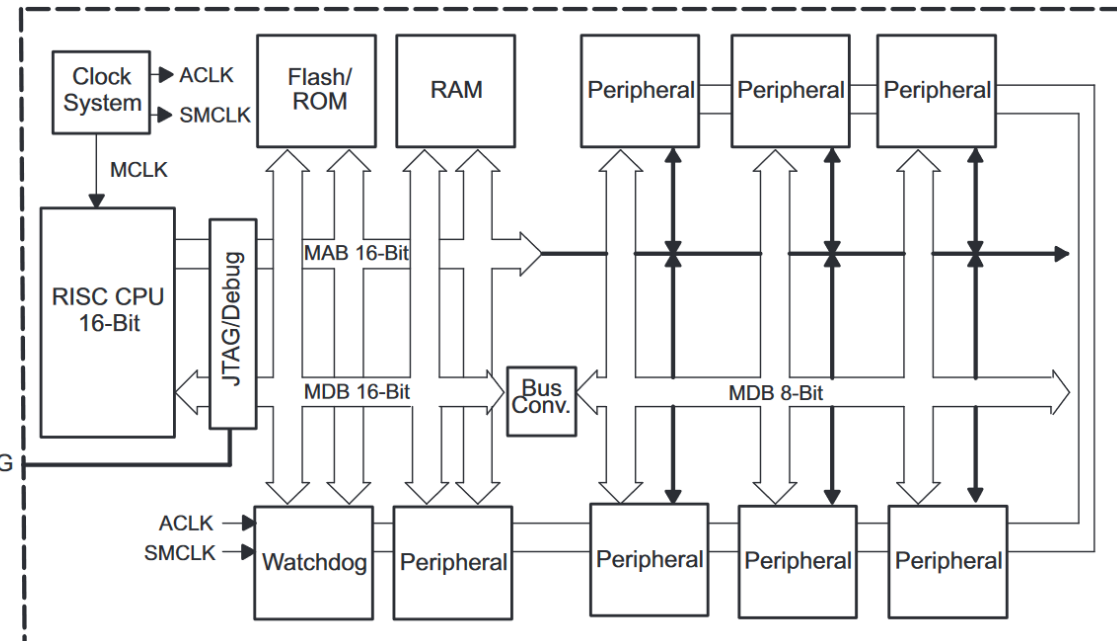


Studiu de caz: Familia S12XF

- Securitate
 - Protecția conținutului memoriilor non-volatile (Flash, EEPROM)
 - Restricționarea execuției comenzilor din NVM
 - Dezactivarea accesului la memoria internă prin modulul de debug (BDM)
 - Dezactivarea accesului la memoria internă Flash/EEPROM
 - Dezactivarea funcționalităților de debug pentru CPU și XGATE

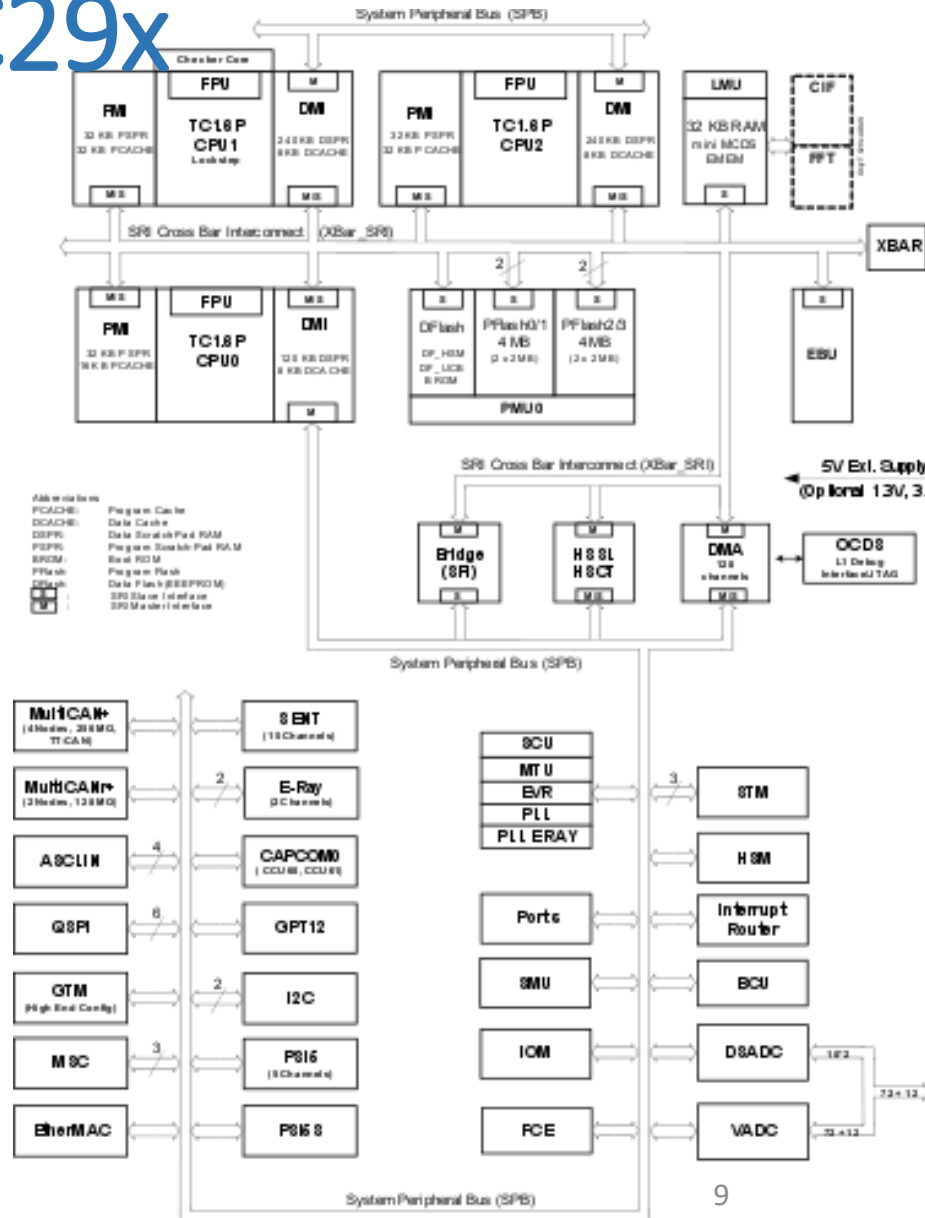
Studiu de caz: Familia MSP430F2x

- Microcontroller pe 16 biți
- Consum foarte redus de putere
- Periferice:
 - Module clasice
 - Module specifice:
 - Inmulțitor HW
 - Amplificator operațional
 - Comparator
 - DAC (Digital to Analog Converter) pe 12 biți
 - Convertor Sigma-Delta ADC



Studiu de caz: Familia AURIX TC29x

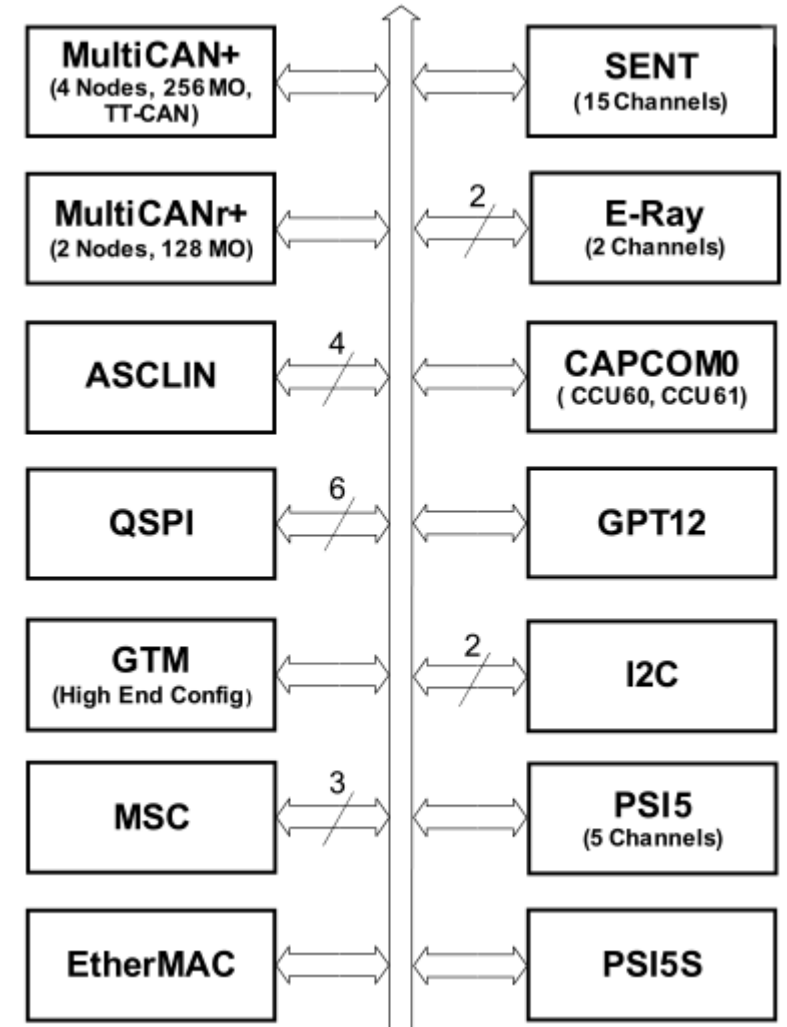
- Microcontroller pe 32 biți pentru aplicații automotive avansate
- Arhitectură orientată pe performanță
- Oferă o serie de module specializate



Studiu de caz: Familia AURIX TC29x

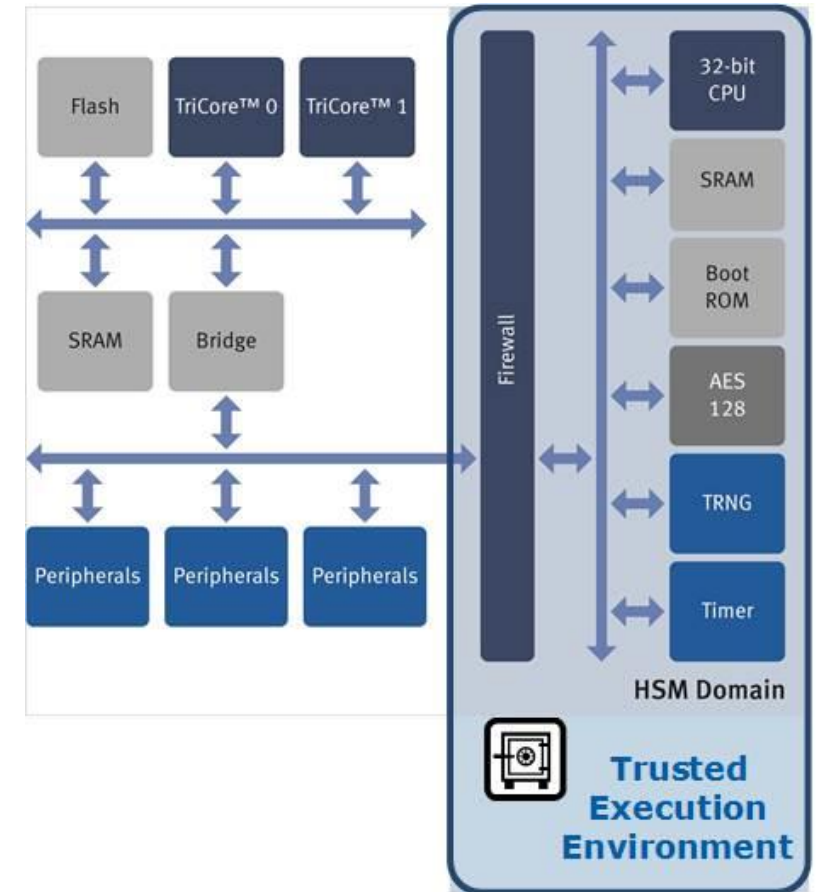
• Comunicare:

- MultiCAN – Controller Area Network with Flexible Datarate
- ASCLIN – Asynchronous/Synchronous Interface – LIN și SPI
- QSPI - Queued Synchronous Peripheral Interface
- MSC – Micro Second Channel
- EtherMAC – Ethernet
- E-Ray – FlexRay
- SENT – Single Edge Nibble Transmission – folosit pentru interfațare cu senzori sau alte periferice externe
- I2C – Inter-Integrated Circuit
- PSI5 – Peripheral Sensor Interface



Studiu de caz: Familia AURIX TC29x

- HSM – Hardware Security Module:
 - Generator de numere aleatoare
 - Criptare AES
 - Execuție de operații în mediu securizat
 - Memorie protejată



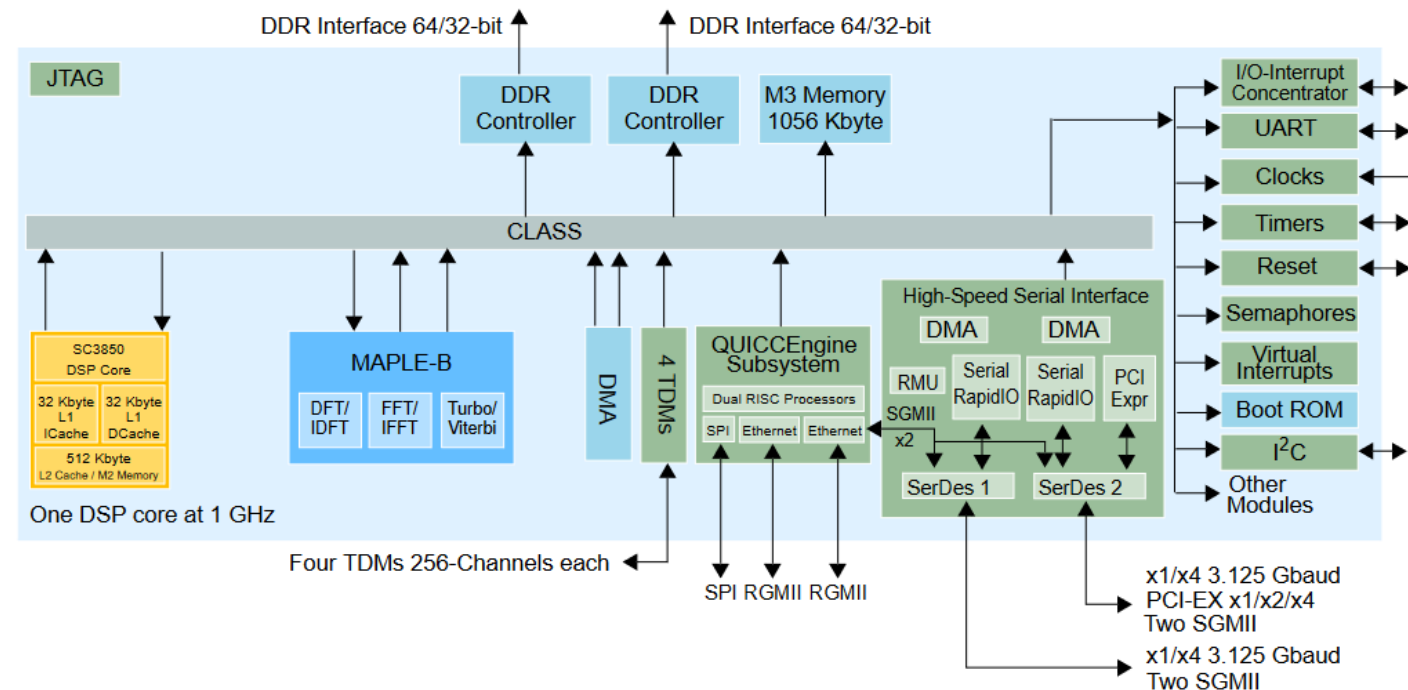
www.infineon.com

Digital Signal Processor

- **Scop: măsurarea, filtrarea sau compresia semnalelor analogice continue**
- Microprocesor specializat
- Arhitectură optimizată pentru procesare de semnale
- Și microcontrollerele pot fi folosite la procesare de semnale dar nu sunt la fel de eficiente

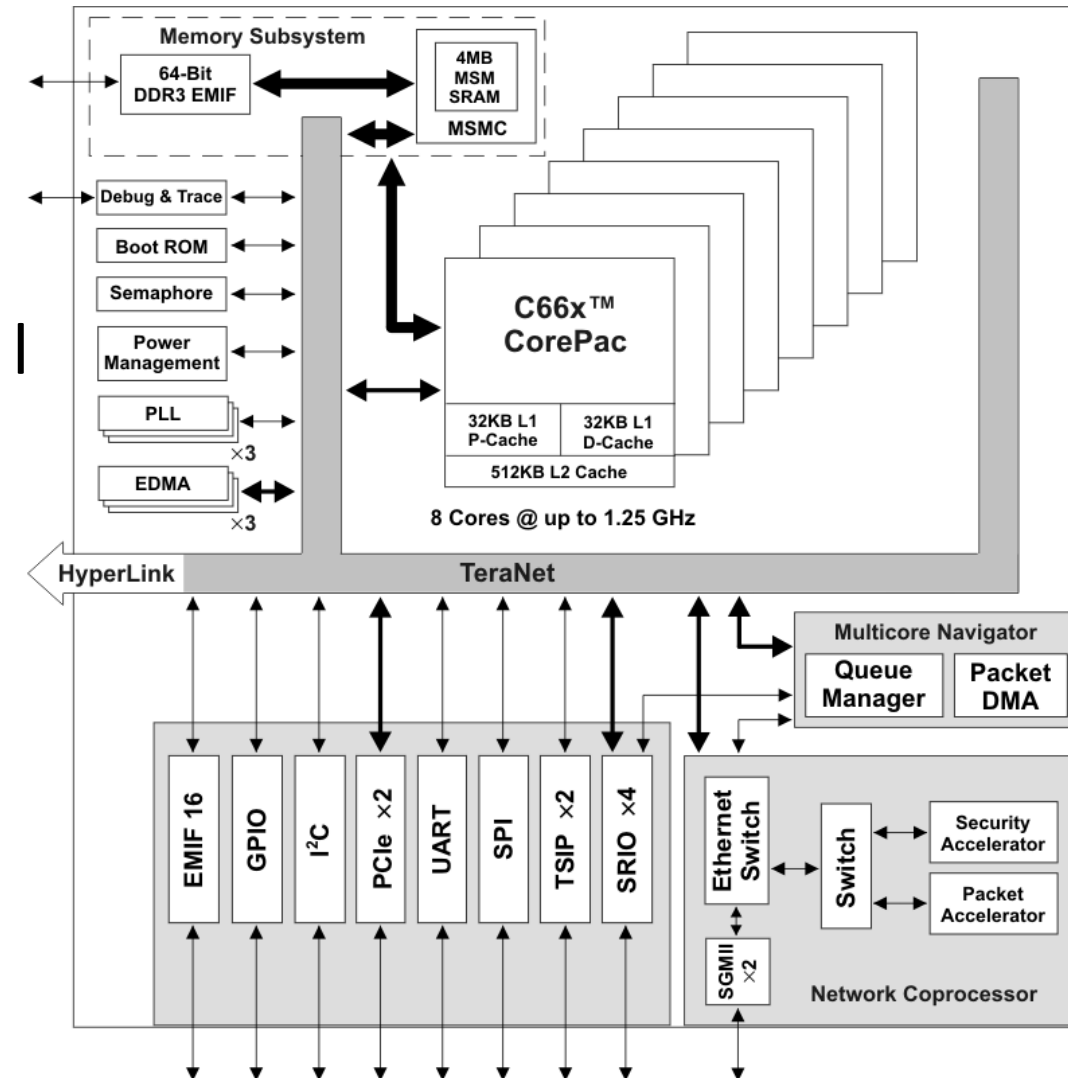
Studiu de caz: MSC8151 DSP

- CPU performant cu frecvență de lucru de până la 1GHz
- Cache pentru instrucțiuni și date
- Interfețe seriale rapide
- Motor de accelerare pentru:
 - Turbo decoding
 - Viterbi decoding
 - FFT/iFFT
 - DFT/iDFT



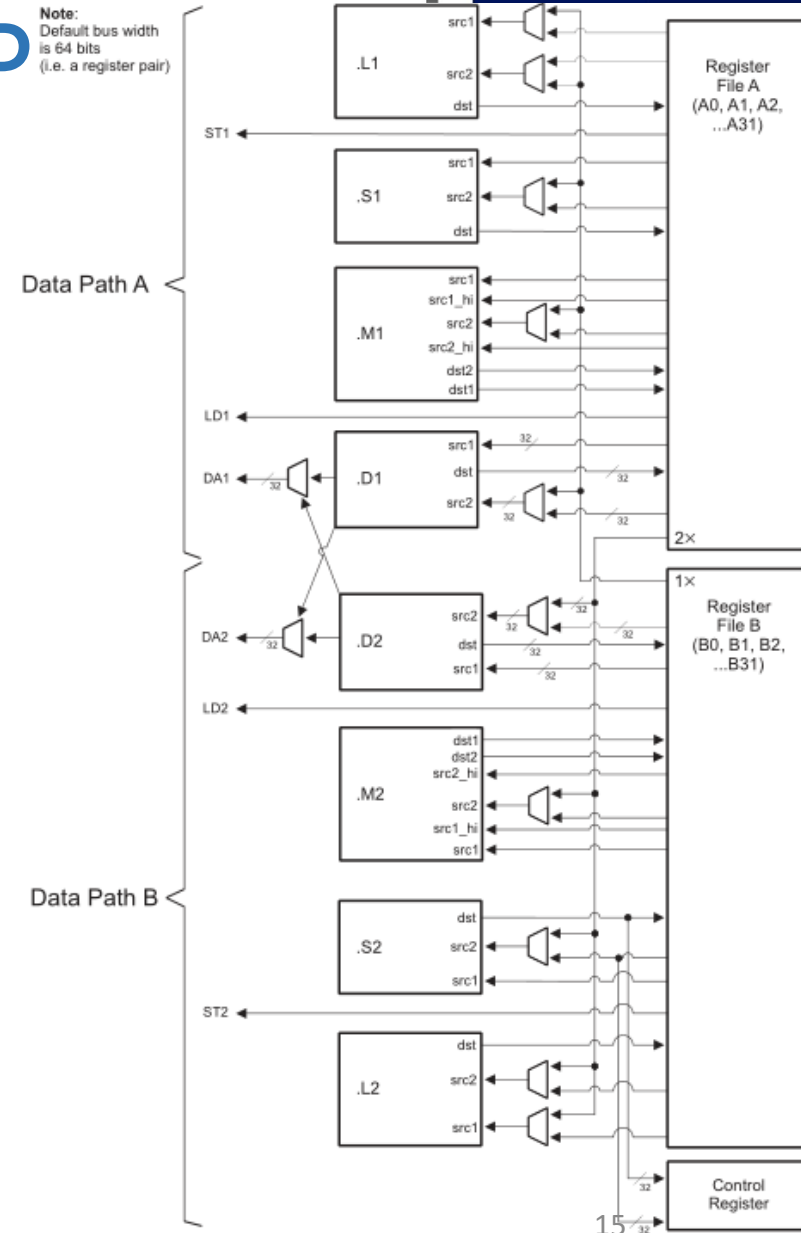
Studiu de caz: C66x Multicore DSP

- Digital Signal Processor
- Utilizat în aplicații telecom
- 8 core-uri ce pot lucra la frecvențe de până la 1,25GHz
- Memorie comună pentru cele 8 core-uri – necesită un controller dedicat pentru managementul memoriei
- Coprocesor pentru comunicare în rețea – compatibil cu o serie de protocoale de comunicare și suport pentru securitate



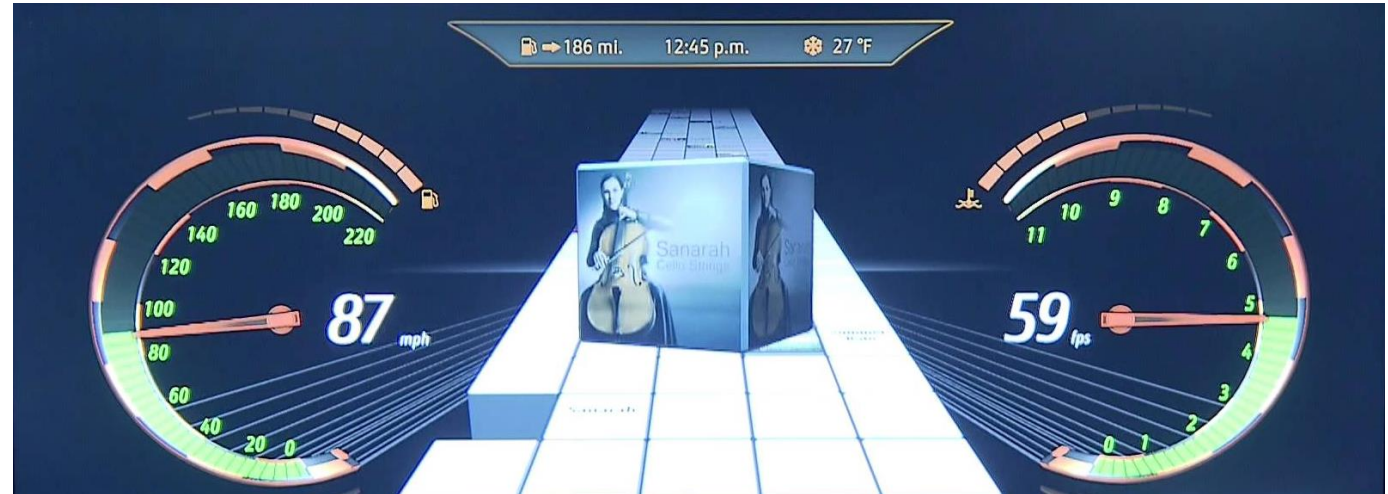
Studiu de caz: C66x Multicore DSP

- 8 unități funcționale, 2 x (M, L, D, S) fiecare capabilă să execute o instrucțiune într-un ciclu de tact
 - M – operații de multiplicare
 - S, L – operații generale aritmetice, logice și de branch
 - D – rol principal în tranșerul datelor între memorie și registru
- 2 canale de date
- 2 seturi a 32 registrii pe 32 biți



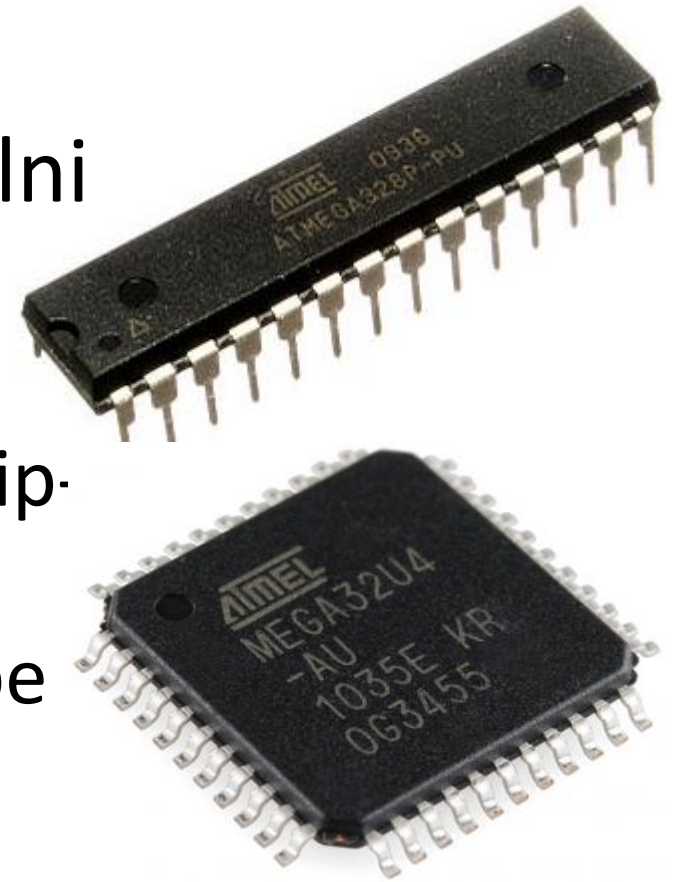
Procesoare grafice

- Specializate pentru calcule necesare generării de imagini pentru randare.
- Oferă suport HW pentru operații precum: desenare de forme de bază, blending, shading, grafică 3D
- Folosite în special în jocuri, dar din ce în ce mai mult și în alte sectoare, de ex. automotive



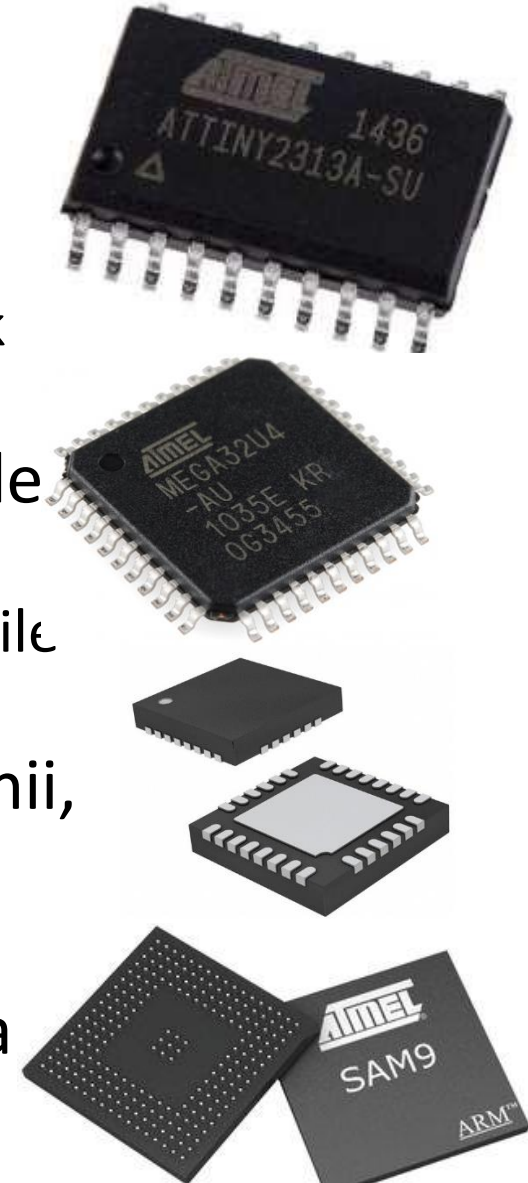
Încapsularea procesoarelor

- În funcție de montajul necesar putem întâlni mai multe forme de încapsulare:
 - **DIP (Dual in-line packages)** – tehnologie through-hole. Se prezintă sub forma unor chip-uri cu 2 rânduri paralele de pini
 - **Surface-Mount (SMD/SMT)** – se montează pe PCB-uri pe suprafețe pregătite special după patternul pinilor



Surface-Mount

- Small-Outline (SOP) – 2 randuri de pini
 - Variante: SSOP (Shrink SOP), TSOP (Thin SOP), TSSOP (Thin Shrink SOP)
- Quad flat (QFP) – formă pătrată, pini distribuiți pe toate cele 4 laturi
 - Variante: TQFP (Thin QFP), VQFP (Very Thin QFP), LQFP (Low profile QFP)
- Quad flat no-leads (QFN) – similar QFP-urilor dar lipsesc pinii, locul lor fiind luat de pad-uri
 - Variante: TQFN, VQFN, LQFN
- Ball Grid Array (BGA) – conexiunile sunt realizate sub forma unor grile cu bile de cositor



Cum alegem procesorul potrivit pentru o aplicație?

- Aspecte determinante pentru alegere:
 - Performanțe computaționale
 - Memorie
 - Periferice
 - Tipul capsulei
 - Costuri
 - “Ergonomie”
- Alegerea trebuie să reflecte un echilibru între aceste aspecte

Performanțe computaționale

- Performanțele computaționale sunt influențate de:
 - Arhitectura CPU-ului (setul de instrucțiuni, regiștrii)
 - Numărul de core-uri
 - Frecvența de lucru
 - Prezența unor module specializate

Memorie

- Se estimează necesarul de memorie pentru program în funcție de dimensiunea firmware-ului
- Se estimează necesarul de memorie volatilă în funcție de complexitatea aplicației și a variabilelor folosite
- Memoria disponibilă trebuie să depășească necesarul calculat cu o marjă de siguranță aleasă în funcție de cerințele domeniului (10-40%)
- În cazul unui microcontroller cu performanțe computaționale ideale, dar memorie insuficientă se poate opta pentru utilizarea unor memorii externe cu dacă reducerea de performanță rezultată este acceptabilă

Periferice

- În funcție de canalele de comunicare necesare se va alege o platformă care are suport pentru protocoalele corespunzătoare
- Module dedicate pentru funcționalități necesare în sistemul proiectat:
 - ADC
 - DAC
 - Securitate

Tipul capsulei

- În funcție de dimensiunile produsului se alege dimensiunea și forma capsulei
- Numărul necesar de pini este dat de numărul necesar de conexiuni cu alte componente de pe placă

Costuri și “Ergonomie”

- În cazul în care există mai multe variante potrivite alegerea finală se poate face pe baza costului și a “ergonomiei” procesorului

ERGONOMIE *s.f.* Disciplină care studiază condițiile și metodele de muncă în scopul îmbunătățirii posibilităților de a folosi mașina. [Gen. *-iei*. / < fr. *ergonomie*, cf. gr. *ergon* – lucru, *nomos* – normă].

- Costul poate să fie un factor limitativ în anumite cazuri – Trebuie respectat un anumit buget.