

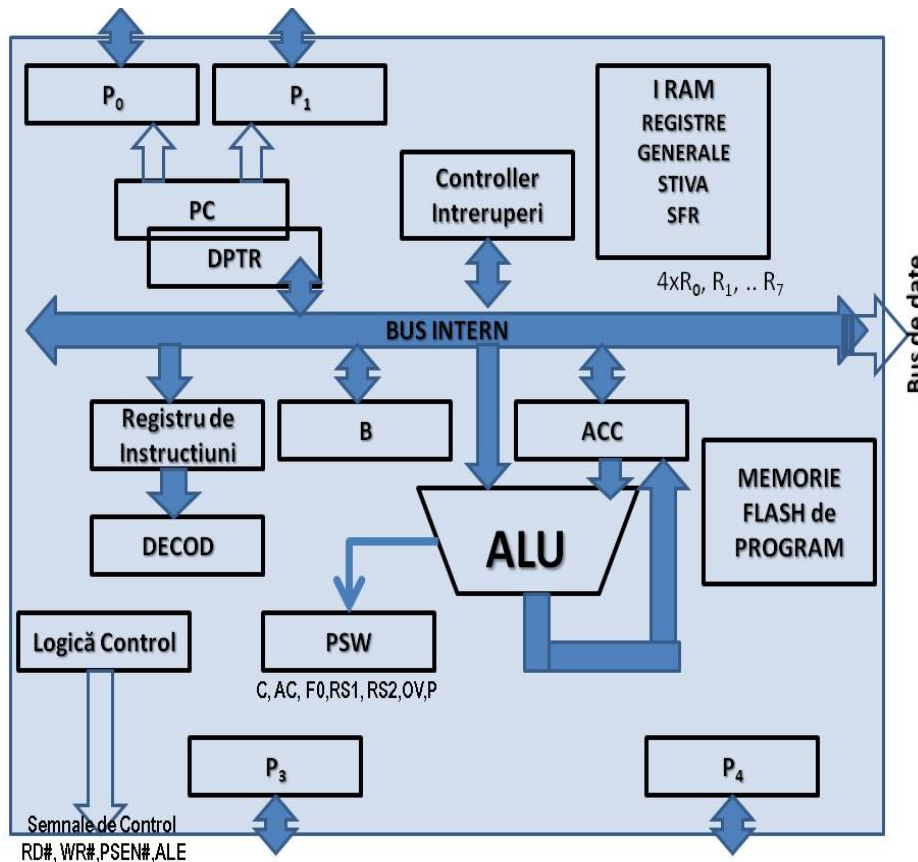
# Sisteme de procesare digitală a informațiilor

## *Principale elemente și proprietăți ale familiilor de microcontroler-e pe 8 biți*

Curs AOC

Calculatoare an 3

# Familia MCS51



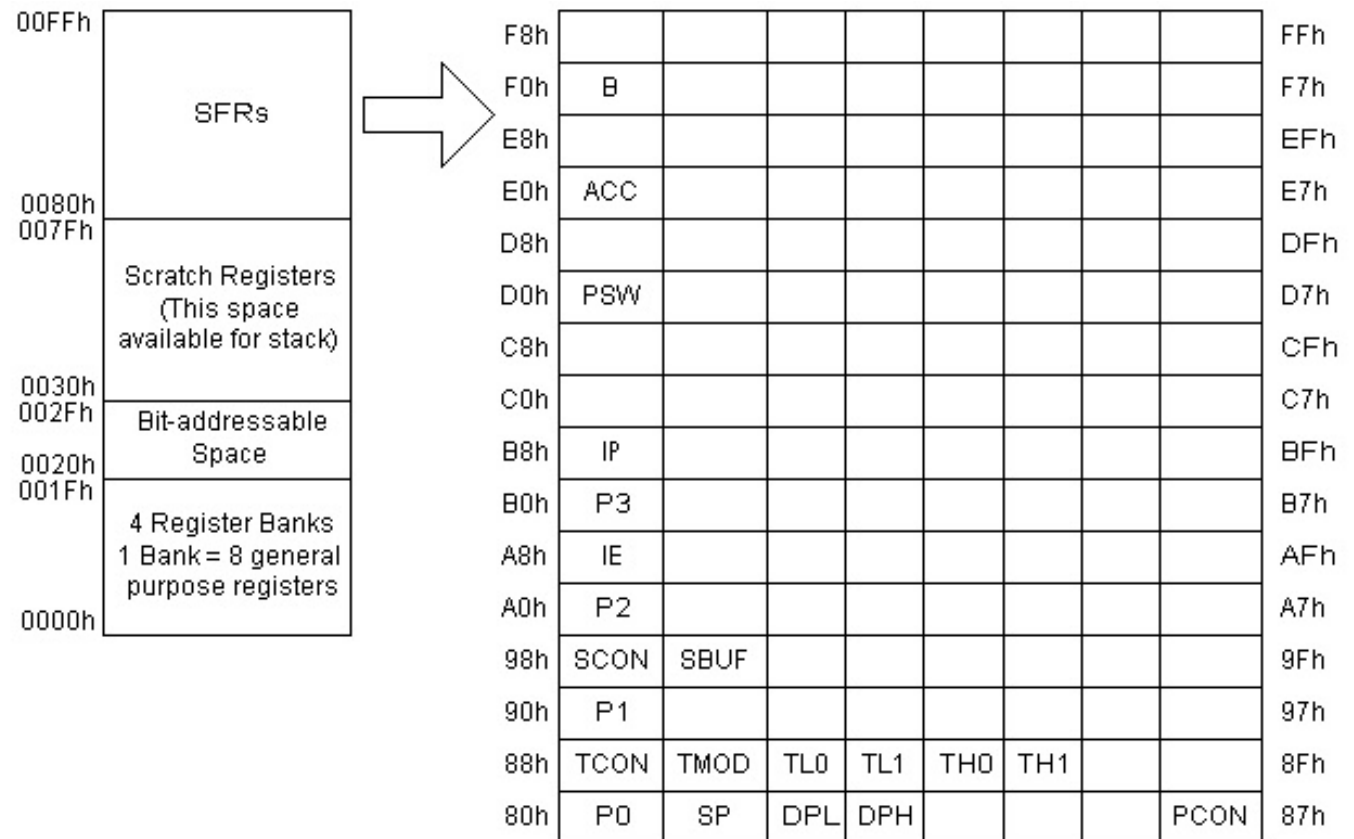
- ❑ Se bazează pe o arhitectură Harvard, având separate cele două zone de memorie de program și respectiv de date
- ❑ Dispune de o arhitectură de registre generale organizată sub forma a 4 bancuri de câte 8 registre, fiecare de câte 8 biți
- ❑ Registre speciale:
  - PSW Program Status Word
  - ACC Acumulator
  - B Indexor
  - PC Program Counter
  - DPTR Data Pointer
  - SP Stack Pointer

***Durata execuției unei instrucțiuni este de 12 ciclii de ceas***

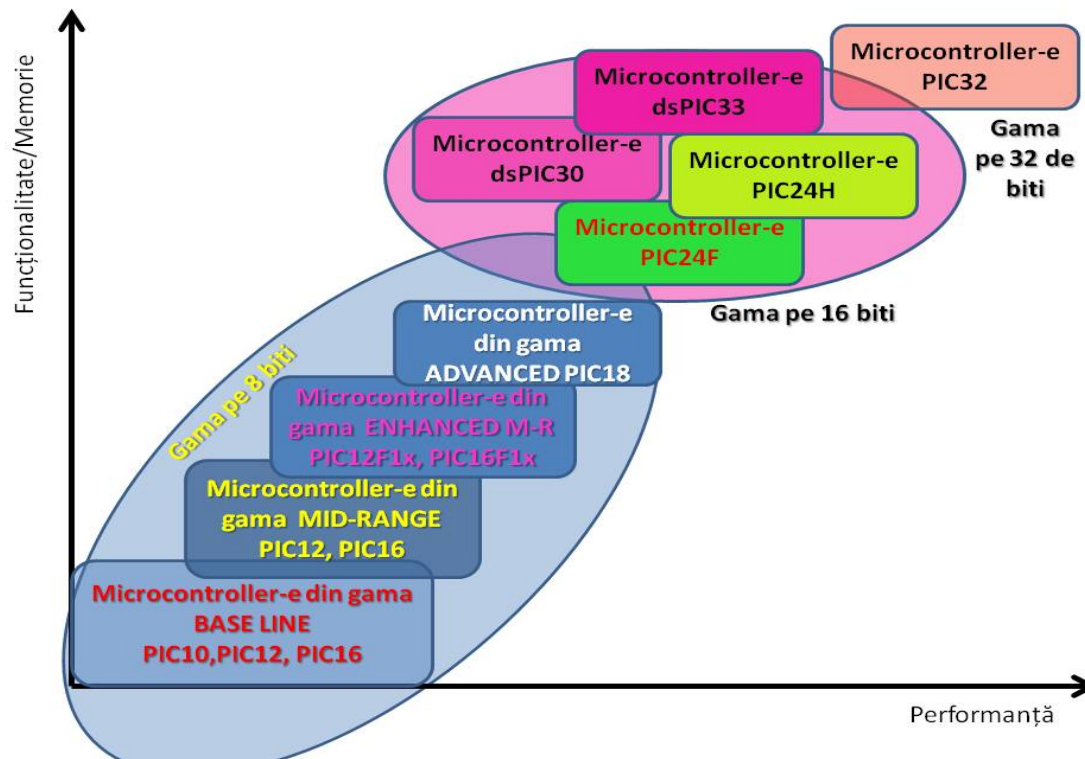
# Familia MCS51 –principale facilități

- ❑ *Dispune de o unitate aritmetico-logică pe 8 biți ( ALU ).*
- ❑ *Memoria internă ROM este de 4Kbytes*
- ❑ *Memoria SRAM este de 128 bytes*
- ❑ *Dispune de porturi  $P_0$ - $P_3$ .*
- ❑ *Dispune de 2 timer-e a 16 bit fiecare  $T_0$  &  $T_1$ .*
- ❑ *Are un port serial USART ce poate transmite "Full duplex".*
- ❑ *Registreele de Control ale perifericelor:*
  - ❑ *TCON,TMOD,SCON,PCON,IP,IE (registre speciale SFR).*
- ❑ *Dispune de un controler de întreruperi având două nivele de prioritate și care administrează:*
  - ❑ *2 surse externe de întreruperi INT0 și INT1*
  - ❑ *3 surse interne de întreruperi TCON0, TCON1 și USART*

# Familia MCS51 harta memoriei interne

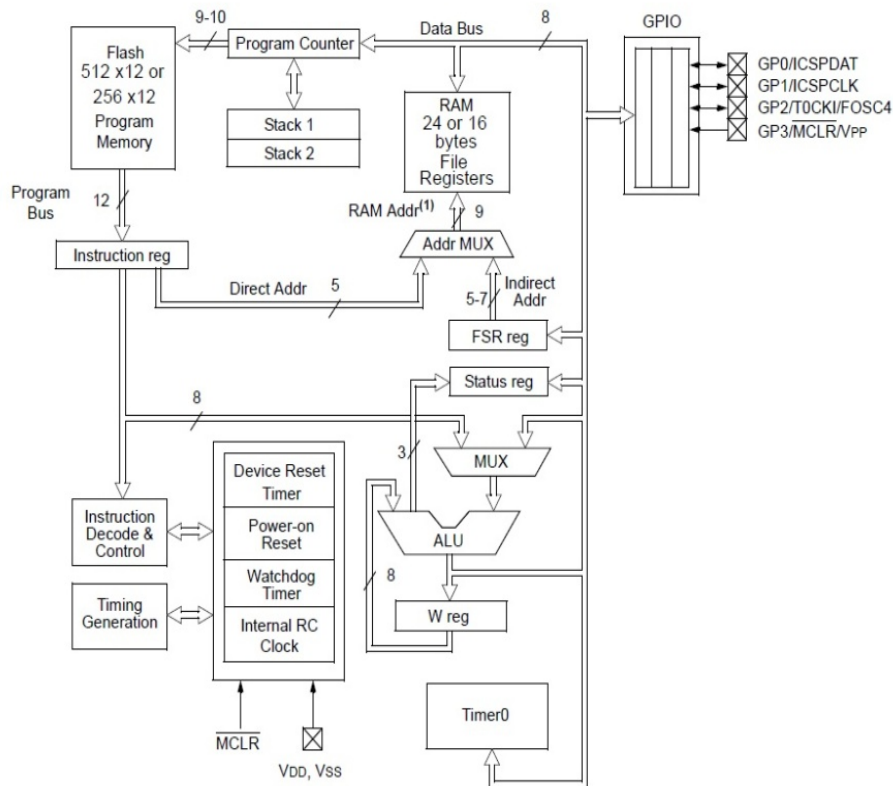


# Familiile PIC de microcontroler-e



- ❑ Acoperă cea mai largă gamă de aplicații
- ❑ Asigură o varietate maximă de implementări

# Microcontroller-e PIC dedicate aplicațiilor de mică amplitudine



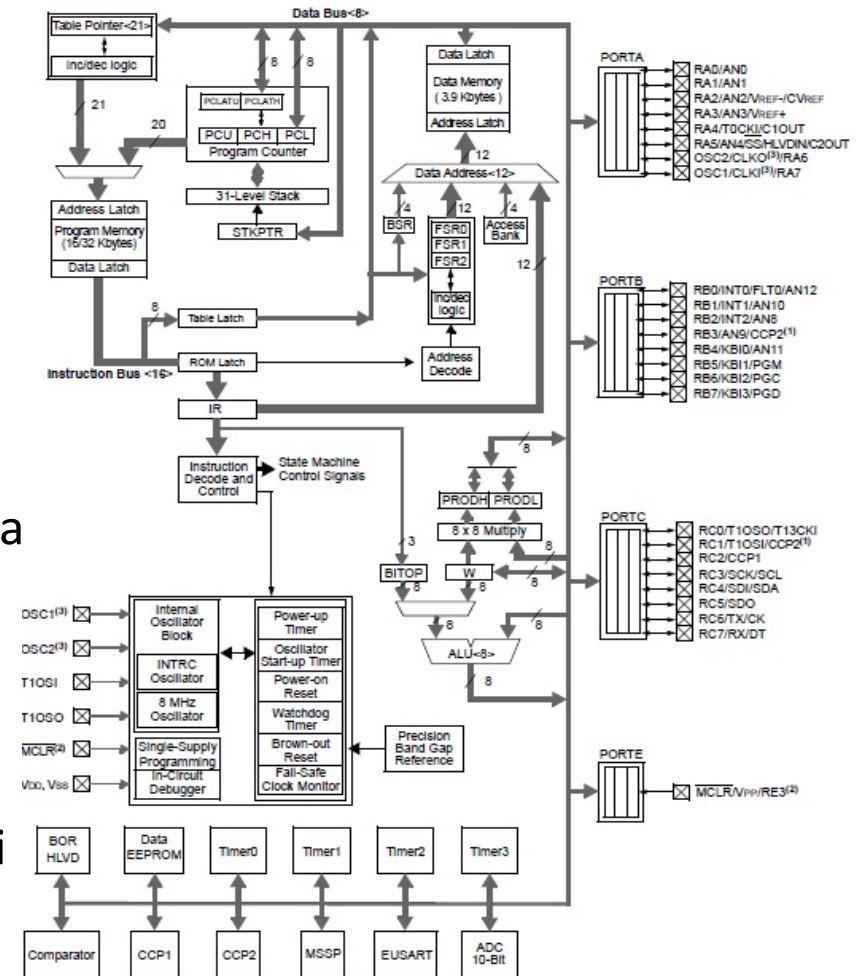
- ❑ Au un număr redus de pini, în cazul seriei 10 doar 4 pini (3 ieșiri și 1 intrare)
- ❑ Unitatea centrală, dispune de 1 timer și circuitele de ceas
- ❑ memoria SRAM este de 16 sau 24 de octeți
- ❑ setul redus de instrucțiuni (33)
- ❑ Cuvântul instrucțiune de 12 biți.
- ❑ Puterea consumată se încadrează 100nW la câțiva  $\mu$ W

Aplicațiile țintă privesc senzorii inteligenți, cum ar fi: cei de temperatură presiune, flux luminos sau actuatorii

# Microcontroller-e PIC

## Familia PIC18F45xx

- ❑ Sunt dezvoltati în baza unei arhitecturi Harvard pe 8 biți
- ❑ Microcontroller-e RISC
- ❑ Cuvântul instrucțiune de 16 biți
- ❑ Arhitectura de registre generale se bazează pe bancuri de registre generale care facilitează schimbarea contextului
- ❑ Dispune de un circuit PLL programabil digital, utilizat la generarea semnalului de ceas de sistem prin multiplicarea frecvenței de 32,768KHz

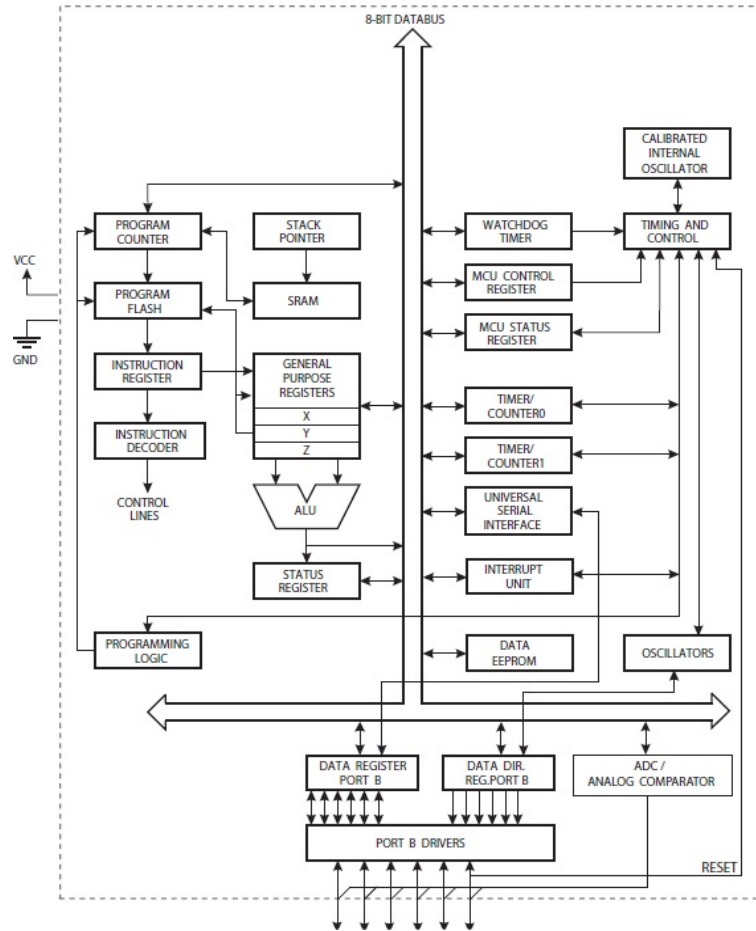


# Imagine de ansamblu asupra microcontroler-elor PIC pe 8 biți

	Baseline Architecture	Mid-Range Architecture	Enhanced Mid-Range Architecture	PIC18 Architecture
Pin Count	6-40	8-64	8-64	18-100
Interrupts	No	Single interrupt capability	Single interrupt capability with hardware context save	Multiple interrupt capability with hardware context save
Performance	5 MIPS	5 MIPS	8 MIPS	Up to 16 MIPS
Instructions	33, 12-bit	35, 14-bit	49, 14-bit	83, 16-bit
Program Memory	Up to 3 KB	Up to 14 KB	Up to 28 KB	Up to 128 KB
Data Memory	Up to 138 Bytes	Up to 368 Bytes	Up to 1,5 KB	Up to 4 KB
Hardware Stack	2 level	8 level	16 level	32 level
Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Comparator</li> <li>■ 8-bit ADC</li> <li>■ Data Memory</li> <li>■ Internal Oscillator</li> </ul>	In addition to Baseline: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ SPI/I<sup>2</sup>C™</li> <li>■ UART</li> <li>■ PWMs</li> <li>■ LCD</li> <li>■ 10-bit ADC</li> <li>■ Op Amp</li> </ul>	In addition to Mid-Range: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Multiple Communication Peripherals</li> <li>■ Linear Programming Space</li> <li>■ PWMs with Independent Time Base</li> </ul>	In addition to Enhanced Mid-Range: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 8x8 Hardware Multiplier</li> <li>■ CAN</li> <li>■ CTMU</li> <li>■ USB</li> <li>■ Ethernet</li> <li>■ 12-bit ADC</li> </ul>
Highlights	Lowest cost in the smallest form factor	Optimal cost to performance ratio	Cost effective with more performance and memory	High performance, optimized for C programming, advanced peripherals
Total Number of Devices	16	58	29	193
Families	PIC10, PIC12, PIC16	PIC12, PIC16	PIC12FXXX, PIC16F1XX	PIC18



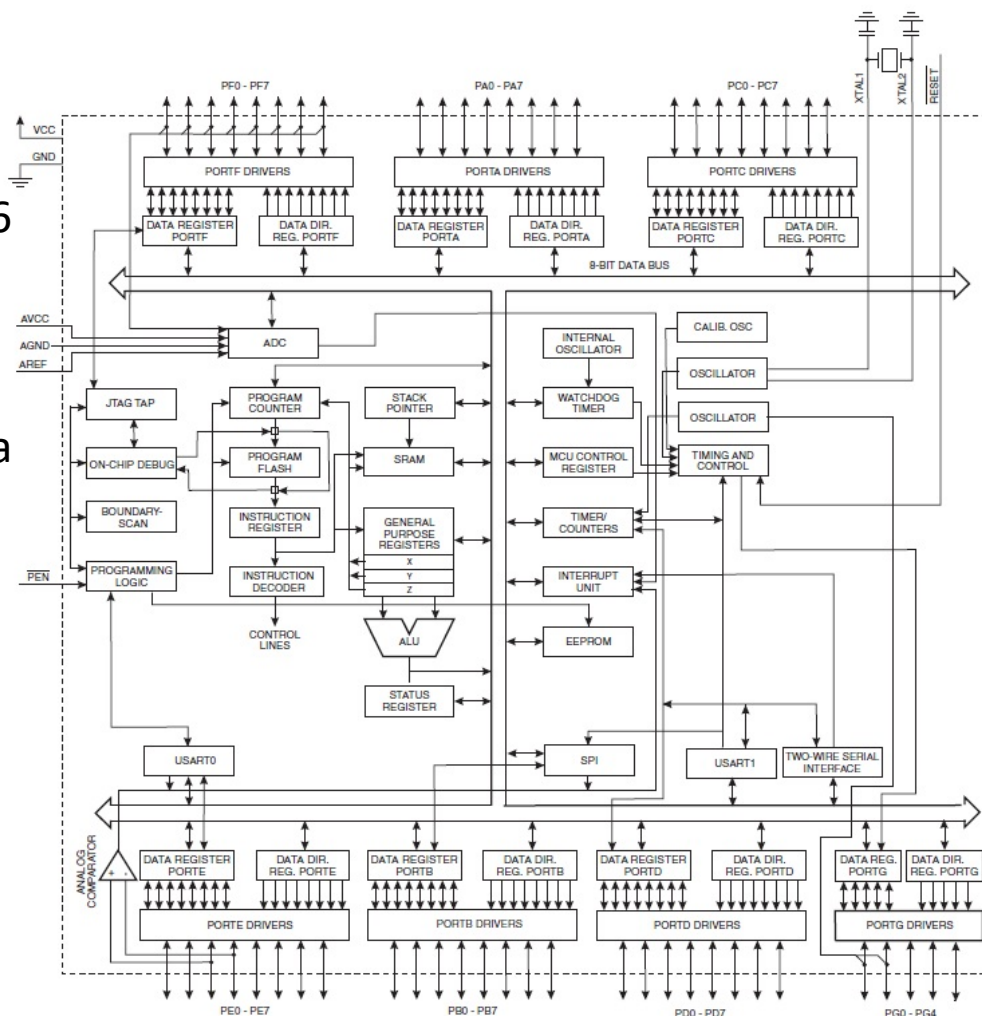
# Familia Atmega - Tiny



- ❑ Arhitectura Harvard
- ❑ Dispune de 32 de registre generale,
- ❑ Setul de instrucțiuni 120
- ❑ Dispune interfețe avansate:
- ❑ USI
- ❑ Temporizatoare/Numărătoare
- ❑ Convertor CAD cu rezoluția de 10 biți (arhitectura cu registru de aproximații succesive –SAR)
- ❑ Memorie Flash organizată pe cuvinte de 16 biți în conformitate cu lungimea cuvântului instrucțiune
- ❑ Memorie SRAM
- ❑ Memorie EEPROM
- ❑ Porturi GPIO cu capabilitate în curent de 20mA

# Familia Atmega (128)

- ❑ Numărul de instrucțiuni 133
- ❑ Numărul de linii ale porturilor GPIO 53
- ❑ Arie de temporizare/numărare 16 canale
- ❑ Controler al întreruperilor vectorizat
- ❑ Unități de transfer serial sincron a datelor: SPI, TWI
- ❑ Unități de transfer serial asincron a datelor: 2xUART
- ❑ Memorie de program Flash 128Kbytes
- ❑ Memorie SRAM 4Kbytes
- ❑ Memorie EEPROM 4 kBytes



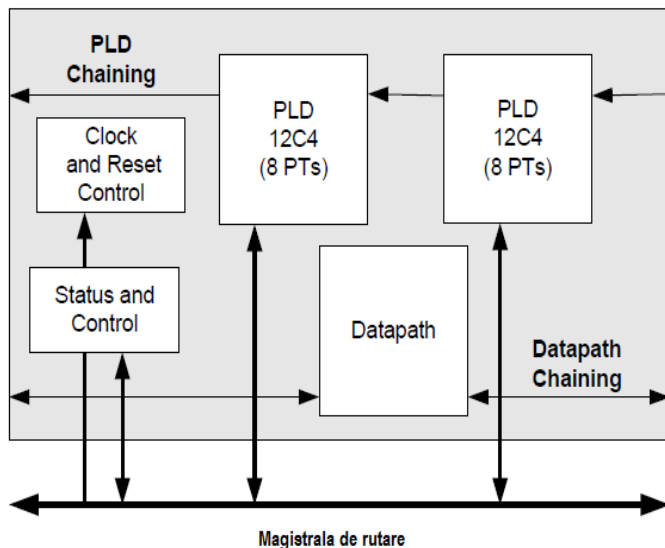
# Familia PSoC03

(Programmable System on Chip)

- Combină programabilitatea clasică prin program cu posibilitatea de configurare și adaptare hardware ca rezultat al unei implementări hardware originale ce se bazează pe utilizarea unor subsisteme de multiplexare combinate:
  - Magistrale multiplexate ce permit transferul de tip "Direct Memory Access DMA"
  - Cu blocuri de circuite de control programabile PLD

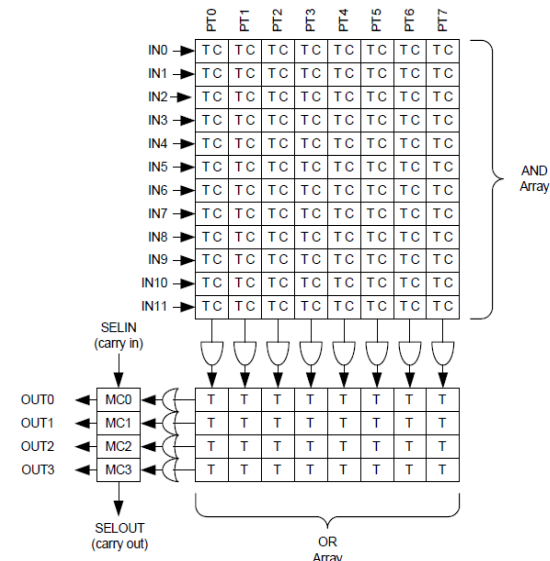
**=>"Universal Digital Block Array" UDBA**

# Structura unei unități UDB

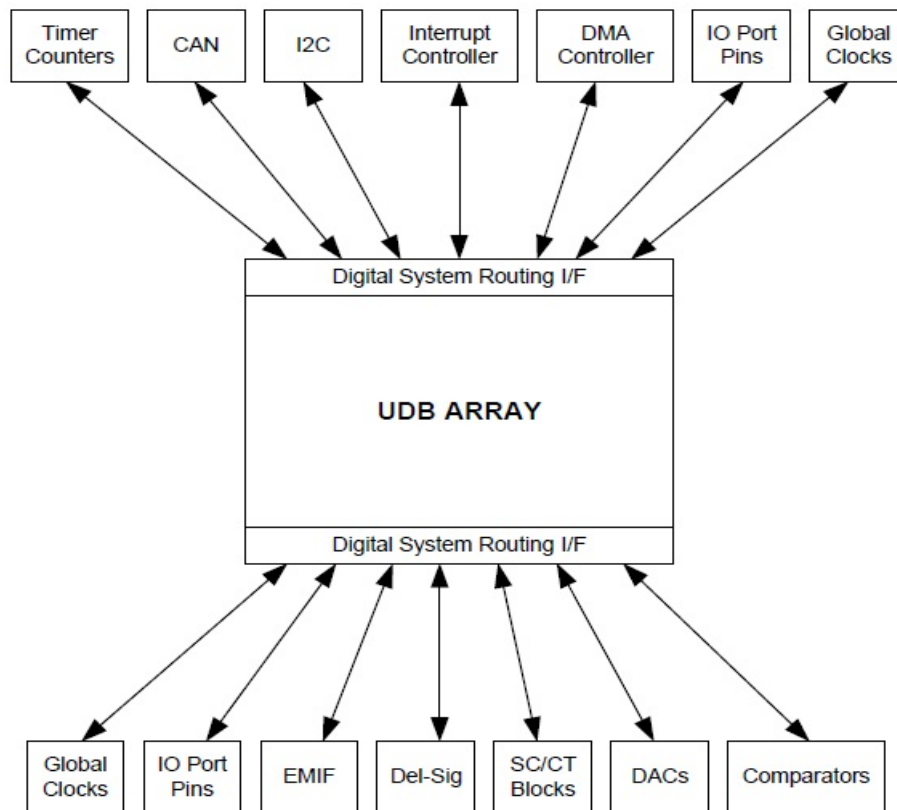


- ❑ UDB are o structură ce conține două module PLD de dimensiune redusă
- ❑ Blocurile sunt interconectate prin intermediul unei matrice de rutare.
- ❑ PLD-urile sunt folosite pentru implementarea mașinilor de stare, precum și a logicii combinaționale necesare

- ❑ Modulul de rutare "DataPath" este un ansamblu de linii de magistrală pe 8-biți care include o logică structurată pentru a implementa un ALU dinamic configurabil.



# Spectrul perifericelor și unităților componente ale PSoC03



Set de instrucțiuni MCS51

Frecvența maximă de ceas 67MHz

Generarea frecvenței de ceas se face cu ajutorul unui multiplicator de frecvență digital

Interfețe seriale sincrone I2C, SPI

Interfețe asincrone UART

Convertoare de semnal CAD de 12 biți rezoluție și 200KSpS (SAR)

Convertoare de semnale CAD de înaltă rezoluție sigma-delta

Memorie Flash 8Kbytes

Memorie SRAM 2÷ 8 Kbytes

Domeniu al tensiunilor de alimentare extrem de larg 0,5V÷5,5V

# Familiile PSoC imagine comparativă

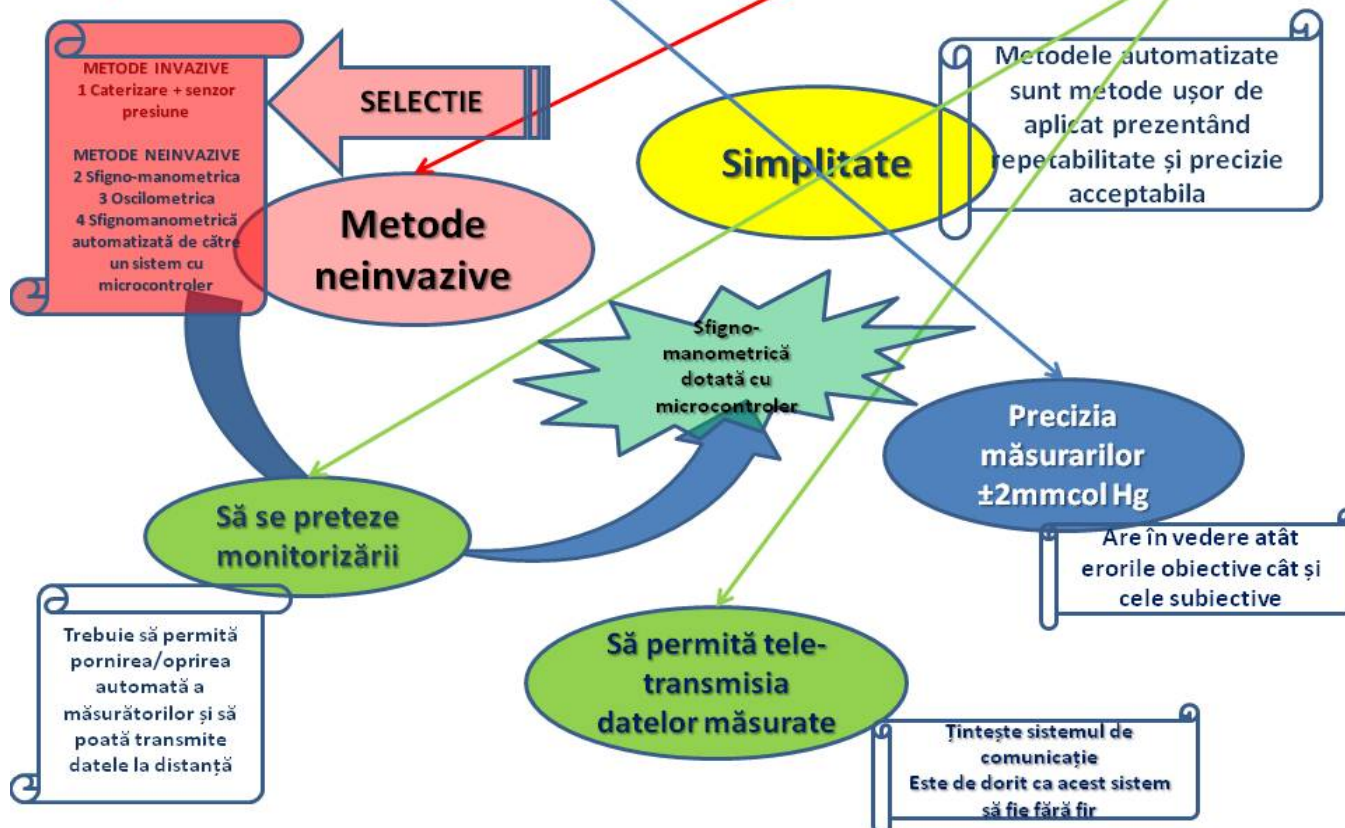
PSoC 1	PSoC 3	PSoC 5LP	Tools
<p>Performance optimized 8-bit M8C</p> <p>Up to 24 MHz, 4 MIPS Flash 4 KB to 32 KB SRAM 256B to 2 KB Operation 1.7V to 5.25V</p> <p>1 Delta-Sigma ADC (6 to 14-bit) 131 ksps @ 8-bit Voltage Precision <math>\pm 1.53\%</math> Up to 2 DACs (6- to 8-bit)</p> <p>Active: 2 mA, Sleep: 3 <math>\mu</math>A FS USB 2.0, I2C, SPI, UART, LIN Requires ICE Cube and FlexPods Up to 64 I/O</p> <p>View <a href="#">PSoC Designer User Module Datasheets</a> to learn more</p>	<p>High-performance 8-bit 8051 CPU(1CPI)</p> <p>Up to 67 MHz, 33 MIPS Flash 8 KB to 64 KB SRAM 2 KB to 8 KB Operation 0.5V to 5.5V</p> <p>1 Delta-Sigma ADC (8 to 20-bit) 192 ksps @ 12-bit Voltage Precision <math>\pm 0.1\%</math> Up to 4 dedicated DACs (8-bit)</p> <p>Active: 0.8 mA, Sleep: 1 <math>\mu</math>A, Hibernate: 200 nA FS USB 2.0, I2C, SPI, UART, CAN, LIN, I2S On-chip JTAG, Debug and Trace; SWD, SWV Up to 72 I/O</p> <p>View <a href="#">PSoC Creator Component Datasheets</a> to learn more</p>	<p>High-performance 32-bit ARM Cortex- M3 1KB cache, 31% system performance improvement</p> <p>Up to 67 MHz, 84 DMIPS (80 MHz in 2H13) Flash 32 KB to 256 KB SRAM 8 KB to 64 KB 2KB EEPROM Operation 0.5V to 5.5V</p> <p>1 Delta-Sigma ADC (8 to 20 bit); 192ksps @12-bit 2 SAR ADCs (8-12 bit); 1000Ksps @12-bit Voltage Precision <math>\pm 0.1\%</math> Up to 4 dedicated DACs (8-bit)</p> <p>Single-cell battery operated Hibernate: 300 nA Active: 3.1 mA @ 6 MHz FS USB 2.0, CAN, EMIF, I2C, SPI, UART, LIN, I2S On-chip Debug and Trace; JTAG, SWD, TRACE, SWV 3rd Party Debug compliant Up to 72 I/Os</p> <p>View <a href="#">PSoC Creator Component Datasheets</a> to learn more</p>	<p><b>PSoC Creator</b> Drag-n-drop based free IDE for PSoC 3 and PSoC 5LP</p> <p><b>PSoC Designer</b> Drag-n-drop based free IDE for PSoC 1</p> <p><b>PSoC 3 Featured Kits</b> <a href="#">CY8CKIT-001 Kit</a> <a href="#">CY8CKIT-030 Analog Kit</a> All PSoC 3 kits</p> <p><b>PSoC 5LP Featured Kits</b> <a href="#">CY8CKIT-001 Kit</a> <a href="#">CY8CKIT-050 Analog Kit</a> All PSoC 5LP kits</p> <p><b>PSoC 1 Kits</b> <a href="#">CY8CKIT-001 Kit</a> All PSoC 1 kits</p>



# Metodologia de proiectare sau drumul de la specificații la produs

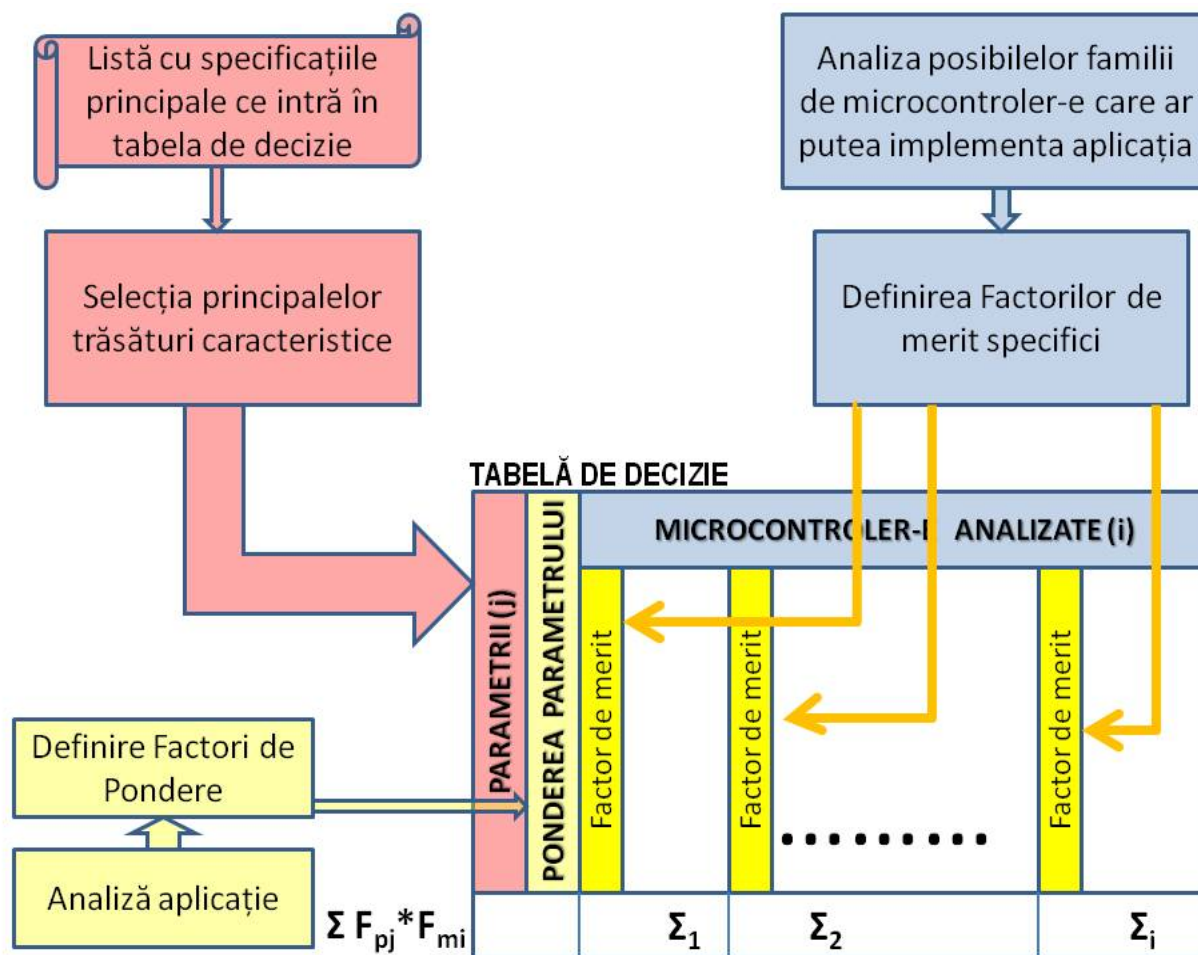
### Specificația tehnică:

Sistemul trebuie să permită măsurarea precisă, repetabilă, să nu incomodeze pacientul și să poată transmite la distanță datele.



# Metodologia de decizie

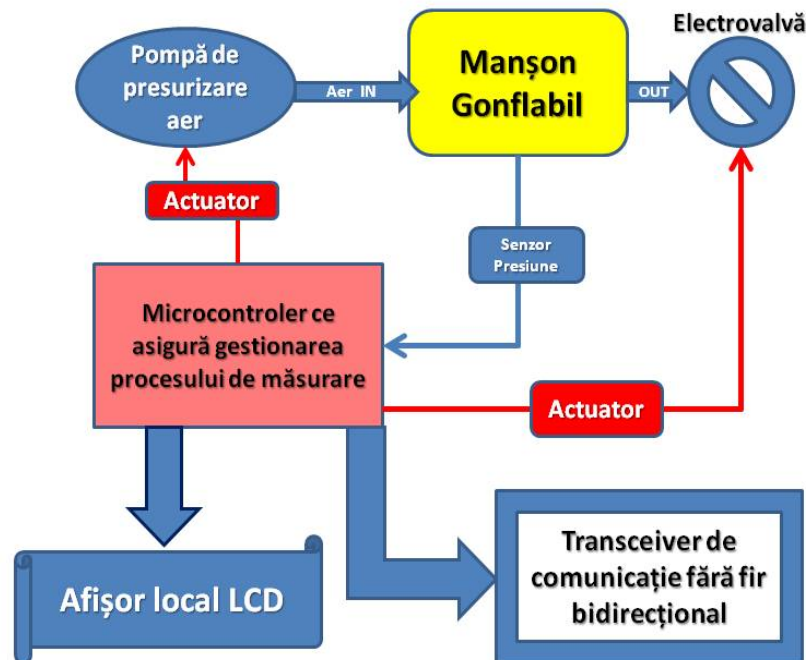
a microcontroler-ului optim a fi folosit la implementarea aplicației



Factorul de "calitate al implementării":  $\sum_i F_{pj} \cdot F_{mi}$



# Exemplificare: traductor de presiune a sângelui inteligent



Schemă bloc senzor presiune a sângelui bazat pe metoda sfigno-manometrică

# Exemplificare:

Alegerea parametrilor folosiți în procesul de decizie

Nr crt	Parametrul luat in considerare	Factor de pondere
1	Tensiunea de alimentare: max 3,3V	10.00%
2	Sistemul de management al energiei (număr de regimuri de funcționare de putere redusă)	15.00%
3	Numărul de linii GPIO, cel puțin 5 linii cu capabilitate în curent de cel puțin 20mA/linie	7.00%
4	Existența unui convertor CAD de cel puțin 10 biți integrat	5.00%
5	Performanța în calcul a CPU dată în MIPS	15.00%
6	Existența unei interfețe care să permită conectarea la un transceiver wireless a microcontroler-ului	10.00%
7	Setul de instrucțiuni al CPU	5.00%
8	Existența unor medii de integrate de dezvoltare și cunoașterea de către proiectant a acestora	15.00%
9	Gradul de integrare pe circuit a funcționalității	6.00%
10	Prețul microcontroler-ului	12.00%

**Aplicația: senzor inteligent de măsurare a presiunii sângelui**

# Exemplificare:

## Rezultatele analizei comparative

Nr crt	Parametrul luat în considerare	Factor de pondere	PSOC03	PIC	Atmel	MSP
1	Tensiunea de alimentare: max 3,3V	10.00%	100.00%	80.00%	80.00%	80.00%
2	Sistemul de management al energiei (număr de regimuri de funcționare de putere redusă)	15.00%	70.00%	100.00%	90.00%	80.00%
3	Numărul de linii GPIO, cel puțin 5 linii cu capacitate în curent de cel puțin 20mA/linie	7.00%	100.00%	70.00%	80.00%	70.00%
4	Existența unui convertor CAD de cel puțin 10 biți integrat	5.00%	90.00%	85.00%	80.00%	80.00%
5	Performanța în calcul a CPU dată în MIPS	15.00%	100.00%	80.00%	90.00%	85.00%
6	Existența unei interfețe care să permită conectarea la un transceiver wireless a microcontroler-ului	10.00%	95.00%	80.00%	80.00%	90.00%
7	Setul de instrucțiuni al CPU	5.00%	95.00%	100.00%	90.00%	90.00%
8	Existența unor medii de dezvoltare și cunoașterea de către proiectant a acestora	15.00%	90.00%	100.00%	100.00%	85.00%
9	Gradul de integrare pe circuit a funcționalității	6.00%	100.00%	80.00%	80.00%	90.00%
10	Prețul microcontroler-ului	12.00%	30.00%	100.00%	90.00%	92.00%
	Factorul de merit cumulat		84.3500%	88.9500%	87.7000%	84.3400%

## Documente primare folosite la analiză:

Microcontroler-ul	Link-ul către pagina de decizie a fabricantului
PSOC03 CY8C36 Cypress	<a href="http://www.cypress.com/?id=2232&amp;source=productshome">http://www.cypress.com/?id=2232&amp;source=productshome</a>
16Fxxx Microchip	<a href="http://www.microchip.com/paramchartsearch/Chart.aspx?branchID=1002">http://www.microchip.com/paramchartsearch/Chart.aspx?branchID=1002</a>
AVR-8 Atmel	<a href="http://www.atmel.com/products/microcontrollers/avr/megaavr.aspx">http://www.atmel.com/products/microcontrollers/avr/megaavr.aspx</a>
MSP430-TI	<a href="http://www.ti.com/paramsearch/docs/parametricsearch.tsp?family=mcu&amp;sectionId=95&amp;tabId=2229&amp;familyId=1615">http://www.ti.com/paramsearch/docs/parametricsearch.tsp?family=mcu&amp;sectionId=95&amp;tabId=2229&amp;familyId=1615</a>

# Bibliografie

- \*\*\* Microchip Inc. ", Datasheet PIC18", vizualizată la 15 aprilie 2012 la adresa [ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/33023a.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/33023a.pdf) USA, 2012
- \*\*\* Microchip Inc. ", Datasheet 18F4520", vizualizată la 15 aprilie 2012 la adresa [ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39631e.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39631e.pdf) " USA, 2012
- \*\*\* Intel Inc. " MCS51 8 bits control oriented microcontroller", vizualizată în aprilie 2012 la adresa [doc-08-88-docsviewer.googleusercontent.com/viewer/securedownload](http://docsviewer.googleusercontent.com/viewer/securedownload), USA, 2012
- \*\*\* Microchip Inc. ", Microchip's 8 bits PIC Microcontrollers -part1", vizualizată în Martie 2012 la adresa [http://www.microchip.com/stellent/groups/SiteComm\\_sg/documents/DeviceDoc/en557096.pdf](http://www.microchip.com/stellent/groups/SiteComm_sg/documents/DeviceDoc/en557096.pdf) USA, 2012
- \*\*\* Microchip Inc. ", Microchip's 8 bits PIC Microcontrollers -part2", vizualizată în Martie 2012 la adresa [http://www.microchip.com/stellent/groups/SiteComm\\_sg/documents/DeviceDoc/en557099.pdf](http://www.microchip.com/stellent/groups/SiteComm_sg/documents/DeviceDoc/en557099.pdf) USA, 2012
- \*\*\* Atmel Corp., "Datasheet 8-bit Microcontroller with 2/4/8K Bytes In-System Programmable Flash ATtiny25/V " vizualizată în Ianuarie 2012 la adresa <http://www.atmel.com/Images/2586S.pdf>, USA 2012
- \*\*\* Atmel Corp., "Datasheet 8-bit Atmel Microcontroller with 128KBytes In-System Programmable Flash" vizualizată în Ianuarie 2012 la adresa <http://www.atmel.com/Images/doc2467.pdf>, USA, 2012
- \*\*\* Cypress Inc. "Datasheet PSoC03", vizualizată la adresa <http://www.cypress.com/?docID=39703> în luna martie USA, 2012.
- E. C. Conley, Doarn C, Hajjam-El-Hassani A, editors, "Proceedings of International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine eTELEMED 2009" Cancun Mexic 2009, IEEE Computer Society Order Number E3532, Los Alamitos, CA 90720-1314 USA 2010 ISBN 978-0-7695-3532-6
- D Jennings, A Flint, BCH Turton, LDM Nokes, "Introduction to Medical Electronics, Applications", Edward Arnold, Hodder Headline PLC division, 338 Euston Road, London NW1 3BH UK, 1995
- Carlos Alexandre Barros de Mello, Biomedical Engineering, Ed. In-Teh Olajnica 19/2, 32000 Vukovar, Croatia, 2009, ISBN 978-953-307-013-1
- T. Gao, D. Greenspan, M. Welsh, R. R. Juang, and A. Alm. Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network. IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Shanghai, China, September 2005
- Joseph D. Bronzino, "Biomedical Engineering Handbook", CRC Press & IEEE Press, Dec 1999, ISBN-10: 849304628, ISBN-13: 978-0849304620
- Y. Xiao, Chen H, "Mobile Telemedicine A Computing and Networking Perspective", CRC Press an Auerbach book, © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC ISBN-13: 978-1-4200-6046-1
- \*\*\* , Texas Instruments, "MSP 430x1xxFamily, User's guide-Mixed Signal Product 2006", Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265, 2006
- \*\*\* , Texas Instruments, "MSP 430 Hardware Tools User's guide", Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265, 2012