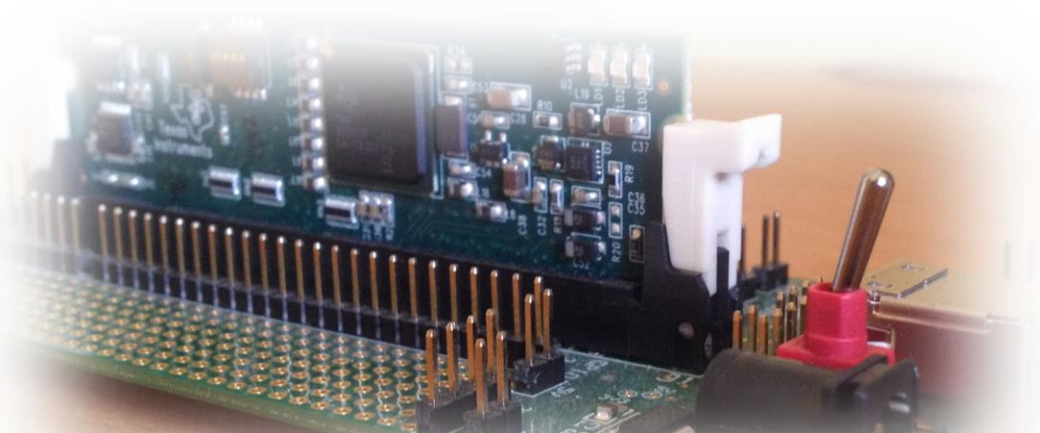
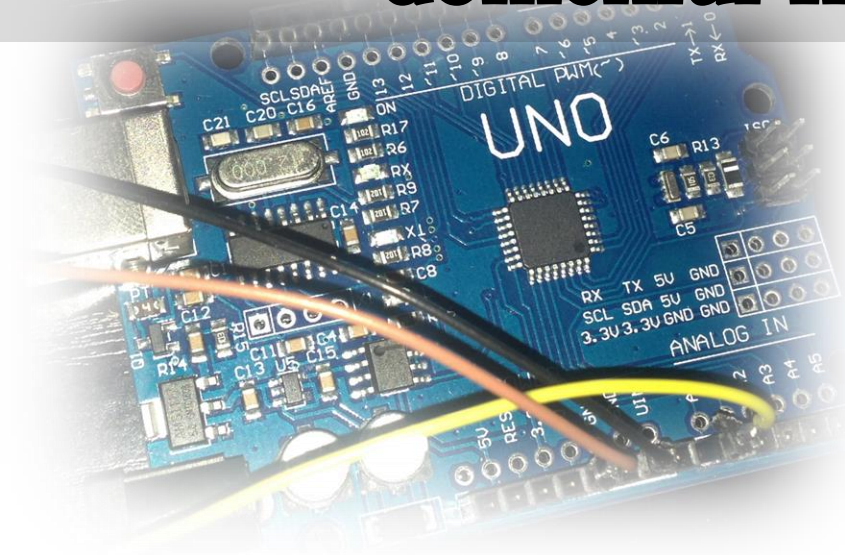


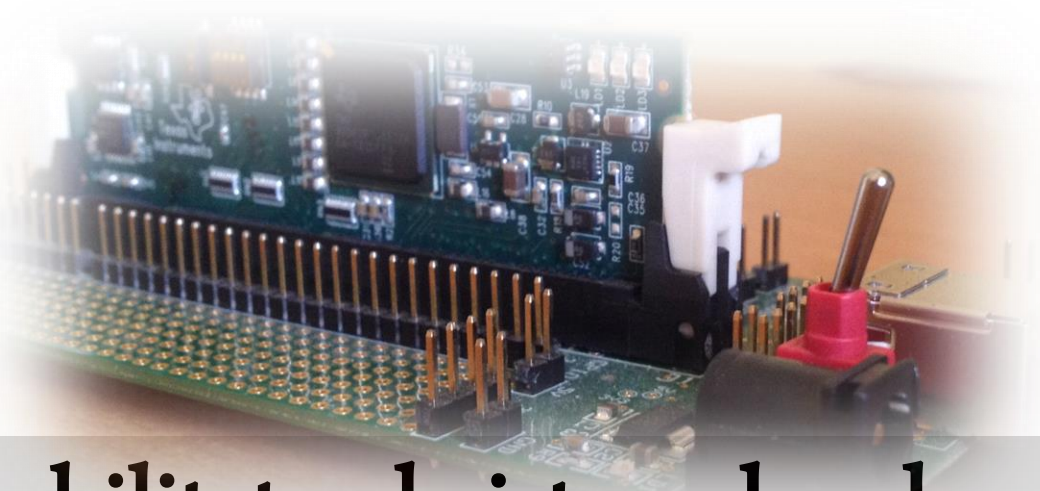
Sisteme de calcul în timp real



Utilizarea sistemelor de calcul în timp real în
domeniul Ingineriei Electrice



Sisteme de calcul în timp real

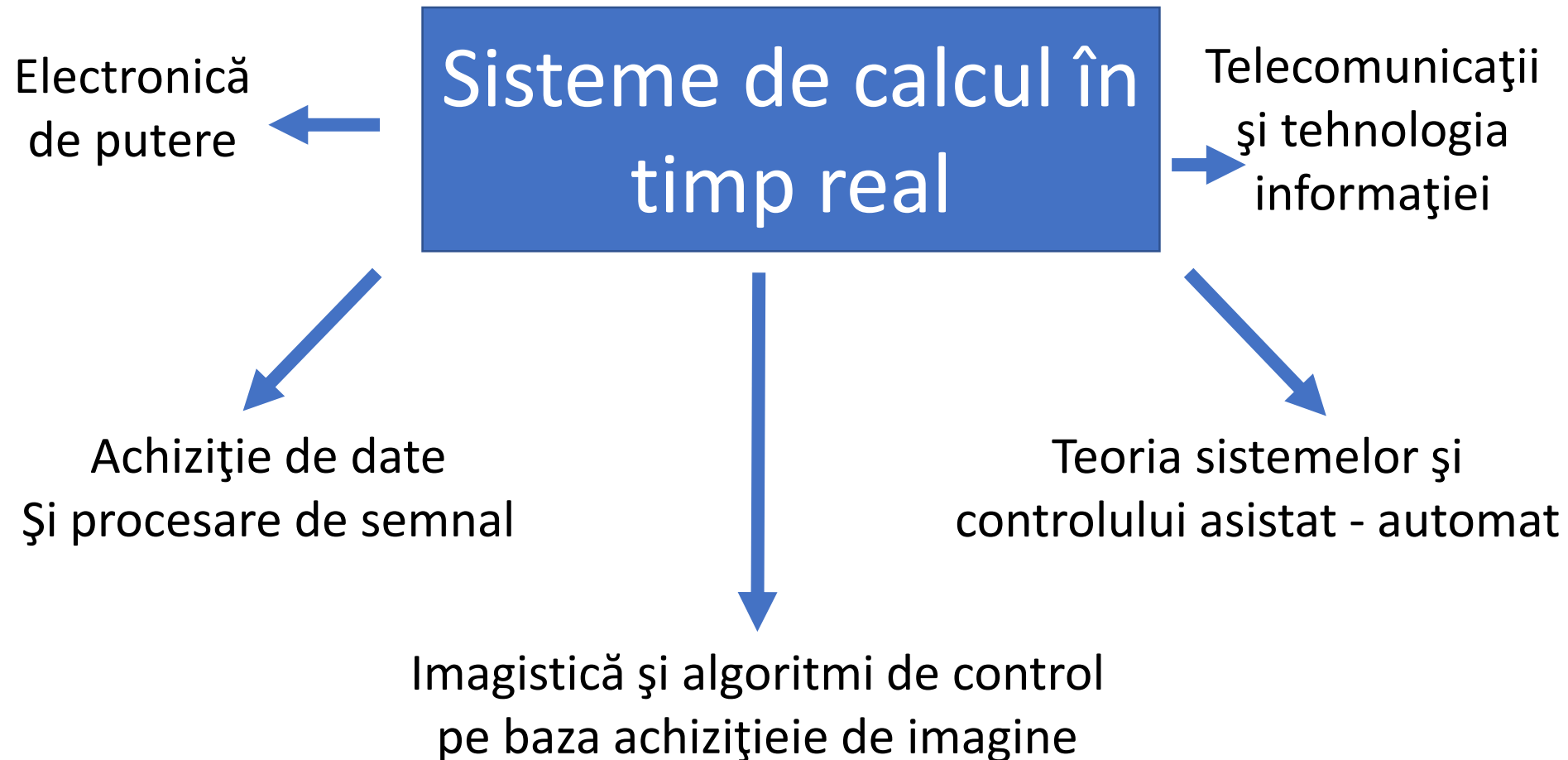


Domeniul de aplicabilitate al sistemelor de
calcul în timp real

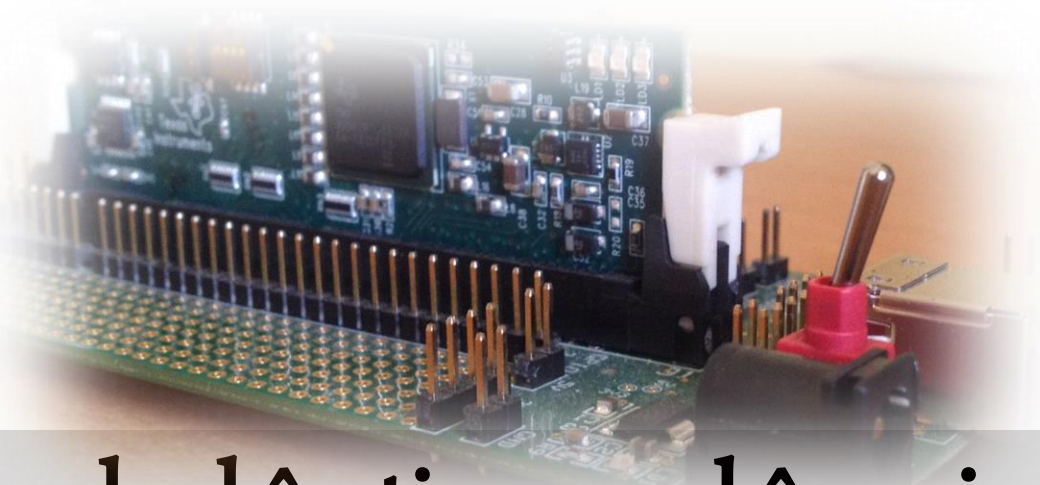


Sistemul de calcul în timp real

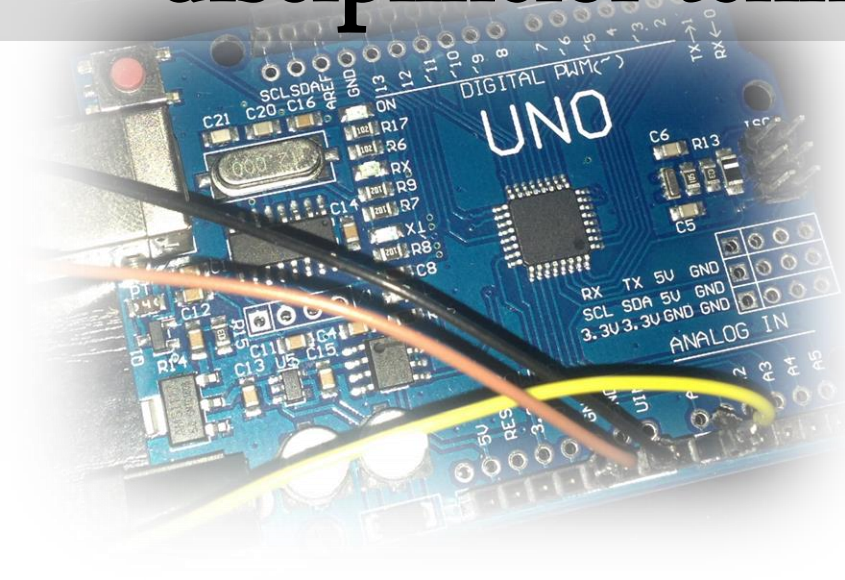
- Noțiunea de „sistem de calcul în timp real” constituie un aspect inter-disciplinar strict raportat la domeniul ingineriei electrice. Pot fi considerate următoarele exemple:



Sisteme de calcul în timp real



Rolul sistemului de calcul în timp real în aria disciplinelor tehnice (ingineria electrică)



Sistemul de calcul în timp real

- Rolul sistemului de calcul în timp real este de a rezolva o problemă de natură numerică într-un mod iterativ;
- Pentru a rezolva o astfel de problemă, trebuie satisfăcute următoarele criterii și necesități:
 - ✓ Formularea problemei;
 - ✓ Identificarea datelor inițiale (mărimi și condiții inițiale);
 - ✓ Stabilirea obiectivelor de lucru (mărimi rezultante, soluții);
 - ✓ Conceperea unui algoritm de lucru pe bază de ecuații;
 - ✓ Interpretarea rezultatelor și reiterarea algoritmului de lucru;
 - ✓ Oprirea algoritmului de lucru odată cu îndeplinirea obiectivelor impuse (satisfacerea obiectivului).

Sistemul de calcul în timp real

- Tratarea unor astfel de probleme, se realizează pe baza unui model matematic, implementat într-un mediu de simulare – testare și generare de cod (ex. Matlab Simulink, VisSIM – SoliThinking Embed – Altair Embed, PlexSIM, pSIM, SCILab, xCOS, OpenModelica sau LabVIEW);
- În inginerie există se întâlnesc trei abordări principale:
 - H.I.L. – Hardware In the Loop;
 - P.I.L. – Processor In the Loop;
 - R.C.P. – Rapid Control Prototyping;

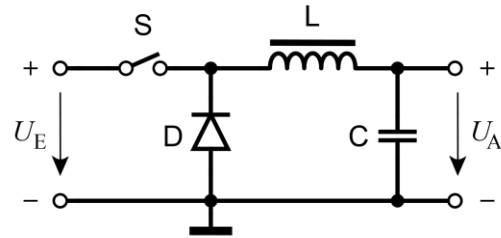
Sistemul de calcul în timp real

- Spre exemplu, în domeniul electronicii de putere, o problemă specifică, poate fi: „dimensionarea unui convertor electronic de putere, și conceperea buclei de reglare”.
- ✓ Se cunosc parametrii nominali: Tensiune, Curent și Putere;
- ✓ Se cunoaște aplicația de destinație și obiectivele necesare;
- Se cere tipul / topologia de convertor;
- Se cer parametrii componentelor pasive / active;
- Se cer limitele absolute de funcționare;

Sistemul de calcul în timp real

- Forma de abordare Hardware In the Loop:
 - ✓ Se cunosc parametrii de simulare;
 - ❖ Nu există informații cu privire la parametrii componentelor;
 - ❖ Nu există convertorul construit fizic, dar, ecuațiile de funcționare au fost implementate în prealabil;
 - Se cere dimensionarea convertorului și conceperea algoritmului de control;
- ❑ Se utilizează un sistem de calcul în timp real pentru a implementa ecuațiile convertorului (de obicei sistem FPGA);
- ❑ Se utilizează un sistem cu procesor digital de semnal pentru implementarea logicii de comandă;

Hardware in the loop



Topologie convertor

$$\begin{aligned} \mathbf{x}'(t) &= \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t) \\ \mathbf{y}(t) &= \mathbf{C}\mathbf{x}(t) + \mathbf{D}\mathbf{u}(t) \end{aligned}$$

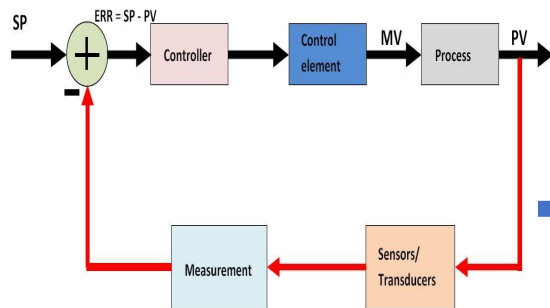
Labels for the equations:
 $\mathbf{x}(t)$: Vector
 $\mathbf{u}(t)$: Vector
 $\mathbf{A}$: Matrix
 $\mathbf{B}$: Matrix
 $\mathbf{C}$: Matrix
 $\mathbf{D}$: Matrix
 $\mathbf{y}(t)$: Vector

Ecuatii de stare

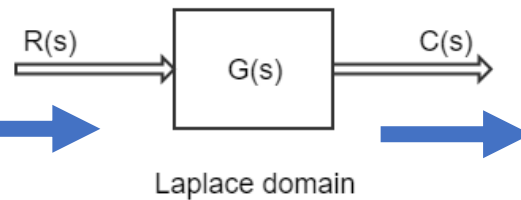


Sistem de calcul
în timp real cu FPGA

Co – simulare
în timp real



Bucula de control



Funcție de transfer

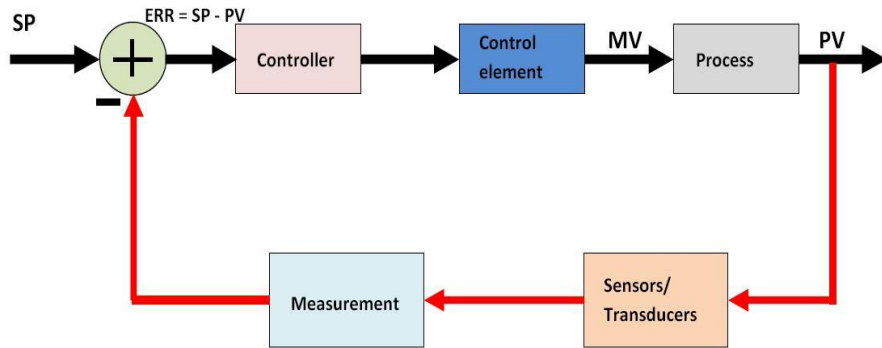


Sistem de calcul în timp real cu DSP

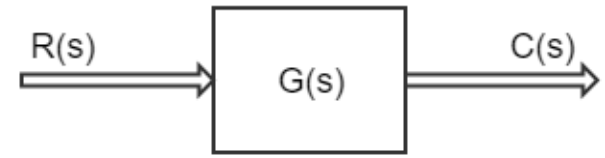
Sistemul de calcul în timp real

- Forma de abordare Processor In the Loop:
 - ❖ Nu se cunosc parametrii de simulare;
 - ✓ Există informații cu privire la parametrii componentelor;
 - ❖ Nu există convertorul construit fizic, dar, ecuațiile de funcționare au fost implementate în prealabil;
 - Se cere dimensionarea algoritmului de control;
- ❑ Se aplică metoda de calcul iterativ și încercări repetate de tip Processor In the Loop, pentru a stabili, dacă sistemul de calcul este capabil să ruleze logica de control concepută. Din acest procedeu, reies parametrii specifici sistemului de calcul. Aceștia sunt necesari pentru optimizarea și rularea simulării în timp real (ex. timp de eșantionare, tip de date);

Processor in the loop



Bucula de control

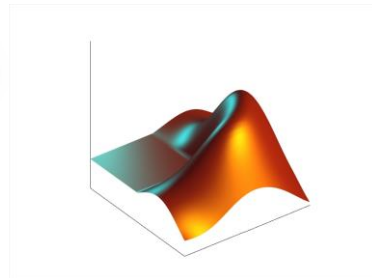


Laplace domain

Funcție de transfer



Schimb de date în timp real



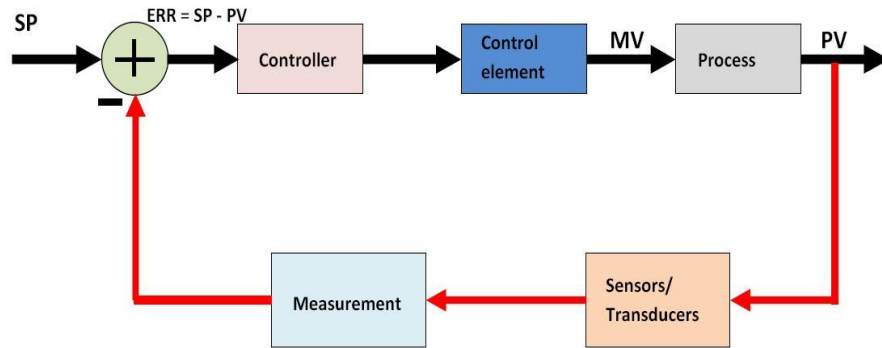
Procesor Digital de Semnal

Calculator gazdă cu
mediu de simulare

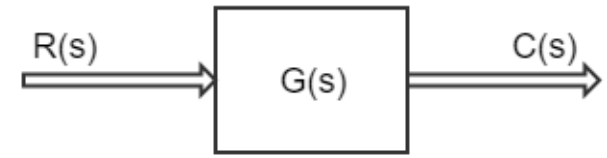
Sistemul de calcul în timp real

- Forma de abordare Rapid Control Prototyping:
 - ✓ Se cunosc parametrii de simulare;
 - ✓ Există convertorul construit fizic;
 - Se cere verificarea funcționalității algoritmului de control;
- ❑ Se utilizează setul de intrări / ieșiri digitale și analogice pentru furnizarea semnalelor electrice de comandă, măsură și control asupra convertorului construit fizic;
- ❑ Acest procedeu, este utilizat pentru optimizarea și calibrarea algoritmului de comandă și control;

Rapid control prototyping

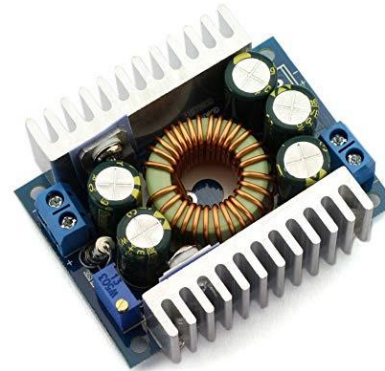


Bucă de control



Laplace domain

Funcție de transfer



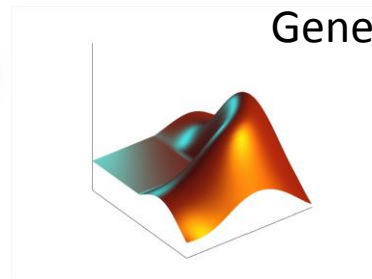
Aplicație fizică

Semnale de control

Schimb de date în timp real



Calculator gazdă cu mediu de simulare



Generare de cod



Procesor Digital de Semnal

Bibliografie

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Buck_converter.svg

https://www.plexim.com/products/rt_box

http://www.sharetechnote.com/html/DE_StateSpaceModel.html

https://www.instrumentationtoolbox.com/2012/01/how-process-control-loop-works-in_24.html

<https://ae.rsdelivers.com/product/texas-instruments/tms320lf2407apgea/tms320lf2407apgea-texas-instruments-16bit-dsp/7093901>

<http://www.iconarchive.com/show/vista-hardware-devices-icons-by-icons-land/computer-icon.html>

<https://www.mathworks.com/company/newsletters/articles/introducing-cleves-laboratory.html>

<https://www.amazon.com/DZS-Elec-Converter-Vehicular-Regulator/dp/B071CWMRYD>