

Despre cursul *Circuite Integrate Digitale*

(versiunea 0.1)

*Gheorghe Ștefan**

Acest text expune *opinii preliminare*, referitoare la cursul de Circuite Integrate Digitale, CID, opinii ce se vor remodela într-un dialog ce sper să urmeze. Mă adresez, în egală măsură:

colegilor pe a căror opinie, atitudine și acțiune contez pentru a armoniza, pe cât posibil, lecțiile de CID cu tot ce se petrece în facultate;

studenților care sunt rugați, în calitate de cursanți, de absolvenți ai acestui curs, sau chiar înainte de a participa la acest curs, să-și exprime opinia.

Dezbaterea pe care doresc să o amorsez încearcă răspunsuri la întrebările următoare:

1. *Pe ce se bazează cursul de CID?*
2. *Ce urmărește cursul de CID?*
3. *Ce sprijină cursul de CID?*

Aceste subiecte vor fi tratate mai mult ca aspirații decât ca realități absolute, pentru că se referă la fapte în continuă evoluție, iar informațiile pe care eu le am sunt în mod fatal limitate. Centrarea pe aspirații este motivată și de finalitatea acestui text: o cât mai bună integrare a disciplinei CID în ansamblul din care face parte. Acest fapt sper să se repercuteze atât asupra acestui curs cât și asupra cursurilor cu care este interconectat.

Abordarea *CID*-centrică a textului de față nu presupune o poziție specială a acestei discipline; ea este motivată exclusiv de faptul că autorul acestui text predă această disciplină.

Pe ce se bazează cursul de CID?

Predarea cursului de CID în condiții optime presupune cunoștințe predate în cursuri anterioare. Urmează comentarii asupra unor cursuri pe care le consider importante

*stefan@arh.pub.ro

pentru expunerea cursului de CID în fața unor studenți cu o suficientă pregătire teoretică. Nu neglijez nici faptul că aceste cursuri ar trebui să ofere și o motivație cu efecte în primul rând psihologice. Disciplina de CID trebuie să poată fi percepută de către studenți ca o etapă firească a traiectoriei lor în facultatea noastră.

Algebră este cursul de la care sunt așteptate cunoștințe de algebră logică (booleană) și de teoria automatelor. Într-un caz ideal, cursul de CID ar putea beneficia de următoarele cunoștințe:

1. Algebră logică (funcții logice elementare, moduri de reprezentare, minimizarea funcțiilor logice)
2. Teoria automatelor (concepte și definiții de bază, codificarea stărilor, minimizarea automatelor, compunerea automatelor).

Din păcate, teoria automatelor este complet necunoscută studenților ce vin la cursul de CID, iar cunoștințele de algebră logică sunt, de regulă, cele pe care le au, numai unii studenți, din liceu. În consecință, aceste cunoștințe sunt predate, succint, în versiunea curentă a cursului de CID. Două anexe ale notelor de curs sunt dedicate acestor subiecte. Sper ca într-o versiune viitoare să pot renunța la predarea acestor subiecte.

Lecțiile de *Teoria Automatelor* ar urma să introducă concepte pe care le consider strategice pentru formarea mentalității inginerului electronist. O adecvată prezentarea a acestui capitol poate oferi studenților noștri motivații esențiale pentru o serie de discipline, printre care și cea de CID.

Programarea calculatoarelor prin acomodarea studenților cu limbajele C, C++, oferă **efectiv** contextul în care introducerea limbajului de descriere a hardware-ului *Verilog* se poate face foarte eficient.

Arhitectura microprocesoarelor este cursul care oferă, în acest moment, cea mai consistentă și palpabilă motivație pentru studiul CID. La acest curs studenții înțeleg că microprocesorul este un *dipozitiv programabil*: idee fundamentală pentru domeniul electronicii contemporane. Programarea în limbaj de asamblare a unui dispozitiv electronic elaborat, în vederea executării unei funcții, fixează jaloanele cheie pentru înțelegerea celor două aspecte complementare ale electronicii digitale: *structură fizică simplă* a circuitelor digitale și *structură simbolică complexă* a programelor. Ideile principale de care cursul de CID **efectiv** beneficiază sunt:

- *arhitectura* unui microprocesor dată prin:
 - *organizarea* unui sistem de calcul pe primul său nivel structural: descrierea funcțională a modulelor de nivel înalt
 - *limbajul de asamblare*: limbajul ce articulează direct resursele fizice simple ale organizării în vederea unui comportament complex

- introducerea unor concepte de bază, cum ar fi: memorie, registru, unitate logico-aritmetică, program counter, unitate de control, evoluție secvențială, constantă, variabilă, program, execuție, interpretare, ...
- ilustrarea modului în care o funcție utilă poate fi obținută prin programarea complexă unei structuri simple.

Acest curs oferă cadrul conceptual cel mai adecvat deschiderii lecțiilor de CID în fața unor studenți preparați teoretic și motivați psihologic.

Dispozitive și circuite electronice oferă fundamentarea structurală a componentelor elementare ale unui sistem digital. Dispozitivul elementar este tranzistorul MOS iar circuitele elementare sunt inversorul CMOS și poarta de transmisie CMOS. Cursul de CID poate fi perfect articulat dacă “recepționează” din partea acestui curs următoarele cunoștințe:

1. Tranzistorul MOS (descriere statică, comportament dinamic, comutare)
2. Inversorul CMOS (comportament static, comportament dinamic, consumul de energie)
3. Poarta de transmisie CMOS (comportament static, comportament dinamic)

La momentul începerii lecțiilor de CID o parte din aceste cunoștințe sunt deja predate. O altă parte a acestor cunoștințe nu sunt predate deloc. Încerc compensarea acestei lacune printr-o rapidă dar superficială prezentare. Colegii mei sunt mult mai în măsură să acopere deosebit de competent aceste subiecte. Sper ca din acest an și în următorii să mă pot baza, în predarea CID-ului, într-o măsură din ce în ce mai mare pe aceste subiecte ca deja prezente în bagajul de cunoștințe al studenților.

CE FRUMOS AR FI dacă la unul din cursurile de matematică s-ar găsi loc pentru câteva lecții de teoria calculabilității, în care s-ar porni de la teorema lui Gödel, s-ar introduce modelul funcțiilor parțial recursive, modelul mașinii Turing, eventual, λ -calculul și s-ar încheia cu indecidabilitatea problemei opririi! Waw!!!

Ce urmărește cursul de CID?

Cursul de *Circuite Integrate Digitale* are ca obiect fundamentele sistemelor digitale. Sistemele digitale au o pondere și o diversitate impresionantă în electronica modernă. Indiferent de domeniul de aplicații, un sistem digital conține module cu o funcționalitate foarte generală ce trebuie studiate independent de finalitatea concretă. Caracterul de generalitate al structurilor digitale fundamentale este accentuat și de dimensiunea informațională, dată de programabilitate, pe care sistemele digitale o au.

Studiul fundamentelor sistemelor digitale, în cadrul cursului de CID, va răspunde la următoarele întrebări:

Ce este un sistem digital? prin prezentarea mecanismelor de structurare asociate (compoziția și conexiunea inversă) și prin descrierea principalelor tipuri de circuite digitale (circuite logico-aritmetice, memorii, automate și procesoare).

Cum se descrie un sistem digital? prin introducerea și folosirea ca principal instrument formal a limbajului *Verilog*, un limbaj de descriere a hardware-ului care permite descrierea, simularea, sinteza și verificarea sistemelor digitale de orice complexitate.

Ce presupune proiectarea unui sistem digital? prin exemplificarea, la un nivel de complexitate corespunzător stadiului de începător ambițios, a modului în care un sistem digital cu o funcție utilă poate fi implementat.

Conținutul cursului de *Circuite Integrate Digitale* este accesibil la:

<http://arh.pub.ro/gstefan/intr&content.pdf>

unde se află tabla de materii a notelor de curs folosite, precedată de o introducere care prezintă ideile care au stat la baza acestei versiuni a cursului.

Ce cursuri cred că sprijină lecțiile de CID?

Urmează o lista, poate incompletă poate prea extinsă, de cursuri pentru care disciplina CID ar trebui, cel puțin teoretic, să ofere cunoștințe și deprinderi utile. Acolo unde dețin informații suficiente am adăugat și modul în care cunoștințele de la cursul de CID pot fi utilizate. Voi modifica lista și voi adăuga informații utile în dreptul fiecărui curs pe măsură ce voi primi informații utilizabile în acest sens.

Cursurile listate s-ar putea să nu “primească” dinspre CID exact, sau deloc input-ul dorit. Invit pe titularii acestor cursuri să-mi propună viziunea lor. O voi considera cu cea mai mare atenție.

Arhitectura sistemelor de calcul beneficiază de detalii structurale utile în descrierea organizării procesoarelor avansate. Limbajul Verilog poate fi util în simularea și evaluarea arhitecturală.

Proiectarea asistată de calculator a circuitelor digitale este o continuare firească a cursului de CID pe care-l presupune în totalitate deoarece folosește atât structurile descrise cât și instrumentele de descriere.

Electronică funcțională folosește de regulă structuri digitale programabile bazate pe module de circuit predate la cursul de CID.

Microcontrolere

Instrumentație electronică de măsură

Prelucrarea digitală a semnalelor

Comunicații analogice și digitale

Sisteme electronice programabile

Arhitecturi hardware reconfigurabile

Procesoare de semnal

Calcul paralel

Procesoare de semnal în comunicații

Tehnici de proiectare pentru structuri VLSI

Instrumente software pentru microelectronică

Circuite integrate de joasă tensiune în mică putere

Testarea dispozitivelor semiconductoare și a circuitelor integrate