

REALIZAREA UNUI PROIECT DE PRODUS HARDWARE COMPLEX

CONTINUT

- 1. Semnificatia economica a unui sistem bazat pe tehnologii informationale si de comunicatii (TIC)**
- 2. Arhitectura si structura unui sistem**
 - Prelucrarea datelor
 - Memorarea datelor (ca ierarhie)
 - Transferul datelor in sistem si cu mediul extern
- 3. Dezvoltarea produsului**
 - Conceptia
 - Dezvoltarea hardware
 - Dezvoltarea firmware
- 4. Tehnologia**
 - Componentele
 - Conceptul de integrare a functiilor (matrici, celule...)
 - Tehnici de impachetare (packaging techniques)
 - Tehnici de asamblare
- 5. Facilitatile de testare**
 - Detectia erorilor
 - Localizarea erorilor
 - Testarea functionala
 - Realizarea intretinerii sistemului
- 6. Metode si instrumente de dezvoltare (CAD)**
 - Utilizarea sistemelor de proiectare asistata de calculator (CAD):
 - Componentele hardware ale sistemelor CAD
 - Componentele software ale sistemelor CAD
- 7. Productia (CAM, CAE, CIM)**
 - Procesul de productie
 - Realizarea circuitelor imprimante (circuit boards)
 - Realizarea modulelor
- 8. Asigurarea calitatii**
- 9. Bibliografie**

1. Semnificatia economica a unui sistem bazat pe tehnologii informatinale si de comunicatii

Semnificatia economica a TIC este majora, tinand seama de cresterile anuale ale domeniului, depasind 14%, superioare oricaror alte domenii ale activitatii in societatea moderna. Aceste tehnologii au ajuns sa fie generalizate ca utilizare in toate domeniile activitatii umane, fiind asociate totdeauna cu dezvoltarea si progresul.

Dezvoltarea tehnologica a domeniului prelucrarii automate a datelor s-a realizat in trei stagii majore/etape:

1. Prima etapa a fost caracterizata de cresterea **puterii de calcul** in capacitati de prelucrare si memorare **centralizate** (Centre de calcul puternice), cu costuri de operare relativ mari.
2. A doua etapa a fost caracterizata de **descentralizarea prelucrarii** datelor, odata cu aparitia minicalcularoarelor si calculatoarelor personale, cu acces la distanta pentru completarea puterii de calcul si a capacitatii de memorare, prin canale de comunicatii si software de interconectare adecvat (protocoale de comunicatii).
3. A treia etapa este caracterizata de **distribuirea prelucrarii** si memorarii datelor, prin integrarea sistemelor de calcul si de comunicatii in sisteme de tip retea (de arie larga – WAN, sau locale – LAN), folosind medii de programare speciale concepute si sisteme de control in utilizarea resurselor hardware si software.

Fiecare etapa a avut un impact major asupra activitatii umane si beneficii economice substantiale, care au dus la generalizarea utilizarii acestor TIC in societatea moderna, care, datorita acestui fapt se numeste societate informationala ca societate bazata pe prelucrarea datelor/informatiei, acumulate in cunoastere. **O societate informationala, bazata pe cunoastere**, are capacitatea de inovare a produselor si serviciilor crescuta si avantaje competitive pe piata, in conditiile globalizarii pietelor si concurentei.

Noile TIC au revolutionat nu numai propriul domeniu, al prelucrarii si transmisiei datelor, insa au patruns si se regasesc in produse si servicii, care au incorporate inteligenta (embedded systems/intelligent systems), in toate sferele de activitate ale societatii moderne, avand ca suport infrastructurile de tip retea: Internet, Extranet, Intranet. Peste 80% din productia mondiala de hardware si software se gaseste incorporata in produse si servicii care nu apartin domeniului tehnologiilor informatinale si de comunicatii.

2. Arhitectura si structura unui sistem de calcul

Un **sistem de calcul** contine unul sau mai multe **procesoare centrale**, la care se mai adauga procesoare pentru intrari/iesiri, conectate cu echipamente periferice de diferite tipuri, procesoare de serviciu, local sau la distanta.

Procesorul central contine in general unitatea aritmetica si logica (UAL), unitatea de control si executie a instructiunilor (masina..), unitatea de memorie cache, unitatea de memorie principala cu sistemul de control al accesului, unitatea de intrare/iesire, ca interfata cu procesoarele de intrare/iesire conectate la periferice. In structura procesorului central mai pot intra, in functie de destinatia lui, diferite alte dispozitive functionale:

- Dispozitive pentru virgula mobila, necesare in calculul cu dubla precizie
- Dispozitive scalar-vectoriale, pentru calcule speciale
- Dispozitive pentru executia rapida, in sistem pipe-line, a instructiunilor

Unitatea aritmetica si logica (UAL) si **Unitatea de control (UC)** executa setul de instructiuni specific fiecarui procesor, exprimate in limbaj masina. UAL executa instructiunile in virgula fixa, pentru cele scrise in virgula mobila, atunci cand se folosesc calcule de mare precizie, UAL se extinde cu dispozitive de virgula mobila.

Unitatea de memorare cache (UMC) este inclusa in procesorul central pentru a compensa, prin performante superioare (timpul de acces), transferul de date intre procesor, foarte rapid si memoria principala, care de obicei este mai lenta, cu cel putin un ordin de marime. In acest fel, MC permite cresterea productivitatii de ansamblu in executia instructiunilor.

Unitatea de memorie centrala (UMC) are o structura modulara, cu mai multe module si o unitate de control a accesului la nivel de byte sau cuvant, cu o organizare paginata a datelor sau cu segmente paginate, pentru a face mai eficient transferul de date intre dispozitivele de memorare periferice (discuri, benzi magnetice) si UMC, in sistemele in care este implementat conceptul de memorie virtuala. La nivelul UMC se folosesc dispozitive pentru detectia si corectia erorilor in operatiunile cu UMC, asigurand o fiabilitate crescuta .

Unitatea de intrare/iesire (U de I/O), este destinata executiei instructiunilor de intrare/iesire, in operatiunile cu echipamentele periferice, mari consumatoare de timp, permitand procesorului central sa execute alte instructiuni, crescand in acest fel performanta de ansamblu a sistemului. U de I/O se conecteaza cu procesoare periferice (Canale), care gestioneaza transferul de date cu perifericele, prin dispozitive de control specifice, sau cu canale de comunicatii care pot fi conectate cu diferite tipuri de terminale sau cu alte calculatoare, amplasate local sau la distanta. Prin U de I/O se asigura intretinerea preventiva sau curenta, local sau la distanta a sistemului de calcul.

3. Dezvoltarea produsului

De la ideia unui produs cerut de un beneficiar si pana la obtinerea lui, prin fabricatie, se parcurg mai multe **faze** ale unui proces foarte complex:

1. **Planificarea realizarii produsului**, pe baza cerintelor si specificatiilor functionale elaborate de serviciul de marketing in contact cu clientul. In aceasta faza se ajunge la o descriere amanuntita a produsului si a configuratiei sistemului.
2. **Proiectarea** este faza in care produsul este definit si descris in amanunt, pentru a permite realizarea unui prototip, din care rezulta produsul cerut.
3. **Testarea** este faza in care se pregateste si executa testarea executiei operatiilor pe baza tehnologiilor si procedurilor disponibile.
4. **Acceptarea testelor si asigurarea calitatii**, confirmand trecerea la productia de serie a produsului. In aceasta faza se face pregatirea pentru intretinere si elaborarea documentatiei necesare pentru produs, in vederea promovarii lui pe piata si instalarii la beneficiari.
5. **Instalarea la beneficiar** este faza in care produsul fabricat este instalat, cu piesele de schimb necesare si asigurarea calitatii la beneficiar.

Sistemul de calcul, ca produs complex, in faza de dezvoltare , parcurge mai multe **subfaze** extrem de pretentioase, de un inalt profesionalism:

- **Proiectarea logica**, folosind circuite logice standard/universale, realizate intr-o tehnologie disponibila pe piata sau comandata, in cazuri speciale (LSI, VLSI de ex.)
- **Proiectare fizica**, ca implementare a proiectarii logice prin circuite logice amplasate pe circuite imprimate si module asociate unitatilor functionale, cu o serie de calcule: lungimea traseelor, matricea afinitatilor/conexiunilor, diagramele.
- **Rutarea**, in care se face transformarea conexiunilor logice in conexiuni fizice, cu toate verificarile necesare a executiei fizice, in functie de tehnologiile folosite (de ex. TTL, CMOS, ECL).
- **Dezvoltarea firmware**, utilizate in realizarea procesoarelor moderne, in special a dispozitivelor de control prin microprogramare, folosind circuite de memorare integrate (PLA), sau dispozitive functionale firmware care nu mai pot fi corectate sau modificate dupa realizare.

In realizarea sistemului si punerea lui in functiune la beneficiar se consuma cca 90 unitati de timp cu urmatoarea repartizare, plecand de la-0: pentru planificare-10, pentru testare-20, pentru testare-30, pentru productie si asigurarea calitatii-50, pentru fabricatia de serie si instalare la beneficiar-90.

4. Tehnologia

În timp s-au folosit diferite tehnologii, asociate diferitelor structuri și arhitecturi, asigurând o creștere constantă a performanțelor și reducerea costului sistemelor de calcul. În avansul tehnologic un rol deosebit revine circuitelor logice și de memorare, dar și altor elemente: conceptul de celulă funcțională, detectarea erorilor și evitarea hazardurilor în funcționarea circuitelor (test patterns), tehnicile de asamblare a circuitelor electronice (packaging technics), alimentarea cu energie electrică și răcirea (power supply and cooling), asamblarea modulelor și unităților funcționale în sertare și dulapuri (cabinet layout).

Componentele electronice au evoluat de la realizarea primului circuit logic integrat, în 1960, la circuitul de memorie integrat în 1969 și primul microprocesor, în 1974. Evoluția componentelor a fost caracterizată de următorii parametri esențiali:

- **Numarul de circuite și întârzierea pe circuit** la componentele logice (number of gates and gate delay time) ce alcătuiesc un circuit integrat: creștere de 20 ori la zece ani, respectiv reducere de 6 ori la fiecare zece ani
- **Capacitatea de memorare pe circuit** de memorare și **timpul de acces** la unitatea de memorare (bit, byte), care a crescut de 100 ori la zece ani, respectiv înjumătățire la fiecare zece ani

În evaluarea performanțelor pentru componentele electronice, intervin și o serie de factori care sunt legați de fabricația lor, cum sunt:

- **Numarul cumulativ de caderi** (failures) în timp, exprimând timpul de viață al componentei (de exemplu, de la 2000 ore la 16000 ore de funcționare), precum și **dispersia valorilor parametrilor de funcționare** (statici, dinamici) în raport cu valorile stabilite, după care se face partajarea componentelor în clase de precizie, care au preturi diferite pe piață

Conceptul de celulă funcțională (cell concept), constă în capacitatea de integrare a mai multor funcțiuni într-un singur ansamblu, ce se poate realiza cu un circuit integrat, în care se pot găsi sute de mii sau milioane de componente elementare, exprimate uneori ca *jonctiuni*. În acest sens, se pot realiza celule bazate pe următoarele concepte:

- Matrice de celule (gate array), în care celulele și interconectarea lor sunt stabilite în avans, pentru toate tipurile de circuite în dezvoltare, care oferă avantaje tehnologice în fabricație
- Celule standard sau celule de uz general, care oferă avantaje funcționale pentru conceptorul de module funcționale

Aceasta evolutie a fost posibila odata cu satisfacerea cerintelor de proiectare, prin folosirea sistemelor de CAD, care au redus timpul necesar realizarii celulelor, de la 15 – 20 saptamani, la 1 – 5 saptamani, in functie de complexitatea celulei.

Testarea de referinta (test patterns), este o cerinta impusa de faptul ca parametrii electrici ai componentelor se realizeaza cu anumite tolerante, care se pot asocia uneori cu efect cumulativ, depasind limitele unei bune functionari. In acest fel se ajunge la cerinta testarii riguroase prin proceduri cunoscute ca **test patterns**, care se aplica pe timpul realizarii circuitului si la sfarsitul procesului de fabricatie.

Tehnicile de asamblare (packaging technics) au o cerinta primordiala pentru evaluare timpului de intarziere, ca timp care se scurge intre generarea si transmitia semnalului electric intre doua elemente ale unui circuit. Daca in anii '60 intarzierea in sisteme era de cca 10 nsec, cele impuse asamblarii erau neglijabile ca valoare. Odata cu reducerea intarzierilor din sistem, care au ajuns la valorile timpului de transmisie pe liniile de interconectare, tehnicile de asamblare au devenit un factor esential in determinarea performantelor sistemelor de calcul moderne. Sa trecut de la *pin package*, care ocupa suprafete mari pe circuitul imprimat (placa), la *mikropack packaging systems*, la *multi-chip module* si la *racirea cu apa a plachetelor (water-cooled mikropackaging board)*.

Alimentarea cu energie electrica si racirea se face prin surse de alimentare modulare care realizeaza tensiuni de alimentare supuse unor tolerante riguroase. Odata ce miniaturizare a crescut, cu peste 50 ori pe unitatea de volum, puterea disipata pe unitatea de volum a crescut de numai 3,4 ori. Din aceasta cauza, atunci cand sistemele de racire si disipare a caldurii, trebuie sa se tina seama de tehnologiile folosite la asamblare si alimentarea cu energie elctrica. In general, se urmaresc doi parametri:

- Performanta pe unitatea de volum din sistem (Kips/sec/mc)
- Puterea consumata pe unitatea de volum (W/mc)

In functie de valoarea acestor parametri, se stabilesc si tehnologiile de racire.

Asamblarea in sertare si dulapuri (cabinet layout) se refera la amplasarea diferitelor unitati functionale si module privind alimentarea sau racirea, cablajele si sitemelor demonitorizare, intr-un ansamblu mecanic format din sertare, panouri rabatabile etc in cabinete care contin sistemul de calcul. La asamblarea modulelor functionale, se urmareste asigurarea celor mai scurte trasee pentru semnale intre ele si cu interfetele , pentru a reduce la minimum timpul de intarziere in transmiterea lor. Sursele de alimentare se amplaseaza cat mai aproape de modulul consumator, fiind alocate in functie de cerintele consumatorului.

5. Facilitatile de testare

Sistemele de calcul moderne pot avea intreruperi pe timpul functionarii, din diferite cauze. De aceea ele se pun in functiune si sunt exploatare numai daca sunt inzestrate cu un ansamblu de programe si facilitati de testare, pentru a satisface orice eventualitate a unei intreruperi din functionare, la nivel de sistem, de modul functional sau element functional ce compune acest modul. Aceste programe de test sunt destinate pentru:

- **Detectia erorilor** care pot fi usor sesizate sau care rezulta mai rar, in conditii de solicitare maxima si sub incidenta combinatiei unor factori privind datele procesate sau semnalele
- **Localizarea erorilor** care pot aparea (in general, MTBF este de cateva mii de ore) si care pot fi reparate de personalul de intretinere al fabricantului caruia i se semnaleaza eroarea. Eroarea este confirmata prin programele de test si detectata ca functiune si loc in care s-a produs. Exista sisteme tolerante la erori, care pot continua functionarea prin rezerva hardware sau software a functiunii, realizata prin conceptia sistemului, semnaland eroarea, care se poate repara fara a scoate din functiune sistemul.
- **Testarea functionala** se realizeaza prin sisteme de testare de tip firmware sau hardware, la nivel de instructiune in limbaj masina, pe faze ale executiei acesteea.
- **Realizarea intretinerii sistemului (service functions)** printr-un sistem de programe dedicate unui procesor de intretinere, care este folosit pentru:
 - Incarcarea si generarea initiala a configuratiei sistemului
 - Asigurarea functiilor de operare si intretinere a sistemului
 - Gestiunea erorilor care apar in sistem (istoria operarii sistemului)
 - Teleintretinere, prin conectarea la distanta cu un centru de intretinere, folosind un canal de transmisie normal (linie telefonica, linie rezervata daca se impune etc)

6. Metode si instrumente de dezvoltare

Metodele si instrumentele de dezvoltare se refera la facilitatile oferite de calculator si echipamente conexe asociate in procesul de conceptie , proiectare si realizare a sistemelor de calcul:

- **Utilizarea sistemelor de proiectare asistata de calculator (CAD):**
 - Folosirea simularii inainte de a trece la realizarea fizica a elementelor ce compun circuitele integrate sau alte circuite si module functionale
 - Asigurarea unei productivitati a muncii foarte mare, pe masura complexitatii echipamentelor realizate
 - Asigurarea unui nivel ridicat de fiabilitate in functionarea componentelor electronice
 - Asigurarea unor mari capacitati de prelucrare pe timpul a mii de ore de functionare
 - Obtinerea unui timp de introducere pe piata competitiv pentru noile sisteme (time to market)
- **Componentele hardwarw ale sistemelor CAD** cuprind o ierarhie de echipamente incepand cu **statiile grafice, serverele** si, in final, calculatoarele cu mare capacitate de prelucrare si memorare a datelor (**main-frames sau HPC**) sau **supercalculatoare**, cu **periferice speciale** de introducere si extragere a datelor (plotere, scanere)
- **Componentele software ale sistemelor CAD** se refera la ansamblul programelor care asigura realizarea unor functii importante si strict necesare realizarii unui sistem de calcul modern:
 - **Funcția de verificare** pentru functiile realizate de hardware prin simulare si analiza timpului de intarziere pentru elementele de memorare si circuitele logice in raport cu impulsurile de ceas
 - **Funcția de control** pentru regulile de proiectare, in sensul corelarii si respectarii lor, atat la proiectarea logica cat si la proiectarea fizica.
 - **Crearea si intretinerea bazei de date a sistemului**, care asigura documentarea pentru toate datele functionale si tehnice ale sitemului, care se refera in principal la:
 - Biblioteca cu date standard privind tehnologia circuitelor
 - Baza de date privind urmarirea productiei si istoria realizarii produsului in legatura cu sistemele CAM, CAT si CAQ
 - Administrarea datelor de productie
 - **Interfatarea** cu toate sistemele de dezvoltare, de productie, testare si asigurare a calitatii, pentru a face facil schimbul de date pe ansamblul organizatiei

7. Productia

Procesul de productie este gandit de obicei ca un **proces de fabricatie integrat (CIM – Computer Integrated Manufacturing)**, **flexibil**, care poate asigura competitivitatea pe piata, realizat pe trei niveluri:

1. Nivelul conducerii executive care cuprinde functiile de proiectare, elaborarea planurilor de cerinte pentru aprovizionare, a planurilor de generare a programelor pentru masinile cu comanda numerica, a programelor de testare, carora le sunt asociate baze de date privind productia si tehnologia de fabricatie
2. Nivelul conducerii operative si al controlului proceselor de fabricatie, caruia ii este asociata baza de date cu programe necesare in executia diferitelor operatii pe masini cu comanda numerica (programe NC)
3. Nivelul fabricatiei prin masini cu comanda numerica, dispozitive de automatizare si control al diferitelor faze in procesul de fabricatie, inclusiv pentru testele de asigurare a calitatii.

In procesul de fabricatie exista doua subprocese extrem de importante pentru realizarea unui sistem de calcul important:

- **Realizarea circuitelor imprimante (circuit boards)**, care presupune utilizarea unor masini unelte complexe, fie in tehnologia cu gauri sau in cea cu montaj pe suprafata, conduse cu calculator, avand in componenta roboti si manipulatoare.
- **Realizarea modulelor**, care presupune montarea componentelor pe circuite, lipirea/sudarea lor si realizarea conexiunilor, inclusiv testarea si corectarea erorilor pentru modulele fabricate.

8. Asigurarea calitatii

In realizarea sistemelor de calcul moderne, sistemul de asigurare a calitatii a devenit extrem de important si complex, cuprinzand toate fazele realizarii sistemului, de la conceptie pana la instalare si operare/exploatare sau intretinere, trecand prin dezvoltare, proiectare, fabricatie. Tehnicienii si specialistii in vanzari sunt obligati sa respecte standarde de performanta si calitate, care constituie obiectul contractelor de vanzare si intretinere (garantie si post-garantie).

Departamentele de asigurare a calitatii trebuie sa stabileasca cum pot fi realizate criteriile de calitate, detectate si masurate, corectate abaterile, incepand cu fazele initiale ale realizarii produsului si terminand cu instalarea si punerea in functiune la beneficiar. Costurile si durata corectarii erorilor care sunt sesizate prin sistemele de AQ, sunt cu multe ordine de marime mai mici, daca se descopera in fazele initiale, cu mult de instalarea la beneficiar. Un raport privind calitatea trebuie sa contina referiri la cresterea calitatii, introducerea initiativelor privind AQ, prezentarea analizei cost-eficienta pentru investitiile de AQ, o comparatie critica intre calitatea de dorit a produsului si cea obtinuta din productia curenta

9. Bibliografie

1. Heusler Joachim :How a Computer is Developed and Produced.
Prospecte si documentatie Siemens Communication and Information
Systems Group. Munich, 1996.
2. * * * DPS-Distributed Processing Systems. Prospecte CII Honeywell Bull
- 3.* * * MX 500 – Top of the Multiprocessor Class. Prospecte Siemens
4. * * * ASCI Blue Pacific – A White Paper . IBM RS/6000 Division and
Lawarence Livermore Laboratory, 1997.