

## CIRCUITE INTEGRATE, TIPURI ȘI GENERAȚII DE C.I.

Producția de componente electronice discrete a fost revoluționată în momentul apariției primelor circuite integrate. Aceste noi componente au revoluționat atât producția de bunuri de larg consum de lungă durată, precum și cea industrială, strecurându-se astăzi în cele mai neînchipuite domenii ale vieții noastre cotidiene.

Să ne aducem aminte de primele aparate de radio, care au fost echipate cu circuite integrate în etajul audio, apariția primelor receptoare TV echipate cu circuite integrate, radiocasetofoane și multe altele, pătrunderea automatizării în procesele de producție, apariția roboților industriali.

După etapa mecanizării, omul îndeplinește în principal funcția de conducere a proceselor tehnologice de producție. Operațiile de conducere necesită un efort fizic neglijabil, în schimb necesită un efort intelectual important. Pe de altă parte unele procese tehnice se desfășoară rapid, încât viteza de reacție a unui operator uman este insuficientă pentru a transmite o comandă necesară în timp util.

Se constată astfel că la un anumit stadiu de dezvoltare a proceselor de producție devine necesar ca o parte din funcțiile de conducere să fie transferate unor echipamente și aparate destinate special acestui scop, reprezentând echipamente și aparate de automatizare. Omul rămâne însă cu supravegherea generală a funcționării instalațiilor automatizate și cu adoptarea deciziilor și soluțiilor de perfecționare și optimizare.

Prin automatizarea proceselor de producție se urmărește asigurarea tuturor condițiilor de desfășurare a acestora fără intervenția operatorului uman. Această etapă presupune crearea acelor mijloace tehnice capabile să asigure evoluția proceselor într-un sens prestabilit, asigurându-se producția de bunuri materiale la parametri doriți.

Etapa automatizării presupune existența proceselor de producție astfel concepute încât să permită implementarea mijloacelor de automatizare, capabile să intervină într-un sens dorit asupra proceselor asigurând condițiile de evoluție a acestora în deplină concordanță cu cerințele optime.

Totul a fost motivat și demonstrat prin creșterea performanțelor tehnici, a fiabilității produselor și în scăderea prețului de cost.

Ce este de fapt un circuit integrat? Un ansamblu de componente discrete ( diode, tranzistoare, rezistente, condensatoare și chiar bobine ) montate pe un suport de siliciu miniatural numit "cip". Acest ansamblu a fost standardizat și a căpătat forme de capsule cu diferite dimensiuni și număr de terminale. Numărul componentelor a crescut de la câteva sute, la câteva mii sau chiar zeci de mii în cazul microprocesoarelor.

Cele mai simple circuite integrate, sunt cele logice fabricate și în țara noastră și sunt din seria CDB începând cu 400, 402, 403, 404, care conțineau maxim 4 tranzistoare, 2 diode, și 4 rezistente, ele putând fi construite ușor și din componente discrete. Aceste porți au fost folosite la fabricarea de calculatoare și în automatizări unde numărul lor erau cu sutele și chiar cu miile. Sigur, gama de produse din seria CDB nu s-a oprit la aceste câteva tipuri, numărul lor fiind câteva sute.

Circuitele integrate TTL s-au culminat în cele mai simple microprocesoare de fabricație românească ca: procesorul de 1 bit PC 14500, numărătorul de program de 4 biți PC 14104 sau demultiplexor 1:8 cu memorie.

Circuitele integrate logice, care au fost folosite cu zecile de mii în primele calculatoare, dar și în alte aplicații industriale, de automatizare și robotizare, au netezit calea spre realizarea circuitelor integrate liniare, care puneau probleme noi, generate de complexitatea structurii, de particularitățile procesului tehnologic, de varietatea metodelor și a aparatului de testare.

Circuitele integrate au fost proiectate și perfecționate pe diferite domenii de utilizare: așa s-au născut cele logice, cele analogice, ori lineare etc. În funcție de caracteristicile funcționale și de domeniul de aplicații cele analogice au fost grupate pe familii: amplificatoare operationale (AO), circuite de uz industrial, circuite de audio, radio și TV, arii de diode și tranzistoare. Și totuși, ele nu pot fi clasificate foarte exact după niște criterii prestabilite deoarece, au domenii de aplicare foarte largi.

În țara noastră, începând din anul 1974 au fost produse primele circuite integrate analogice-liniare cu aplicații în domeniul audio, radioreceptoare și televizoare. Așa a devenit imperios necesară preluarea și asimilarea circuitelor integrate liniare, care să preia funcțiile etajelor clasice cu tuburi electronice sau cu tranzistoare. S-au născut primele aparate de radioreceptoare cu circuite integrate cu etajele de radiofrecvență și frecvență intermediară integrată într-un cip de TBA 570, cu decodor stereo de tip A758 și cu etajul final audio de tip TCA 150, care la vremea aceea situau produsele la nivelul de vârf al tehnicii mondiale.

Principalul producător de circuite integrate și alte componente, a fost IPRS Băneasa, o fabrică unde au fost produse alte circuite integrate liniare, ca alimentatorul stabilizat pentru tunere cu varicap TAA 550, amplificatorul de frecvență intermediară sunet și imagine la TV (TDA 440), sincroprocesorul TV (TBA 950), C.I. pentru baleiaj vertical (TDA 1170), amplificatoare operaționale (A 741, M 3900), stabilizatoare de tensiune (A 723), temporizator ca E 555, senzor magnetic M 230, comutator senzorial pentru tastaturile electronice la TV, seria SAS 560,561.

Spre exemplificare aș menționa ca amplificatorul operațional A 741, care se găsește în capsula cu 8 sau 14 terminale, are domenii largi de aplicații ca: receptor de tensiune, amplificator neinversor sau inversor, integrator ori amplificator de putere cu viteză de variație mare. Toate acestea și altele în domenii ca robotizarea industrială, mașini unelte semiautomate sau automate, producția de echipamente audio- video. Din familia lui A 741 fac parte și amplificatorul operational cuadruplu M 324 și cel dual de tip M 358, care și-au găsit aplicațiile în sisteme de control industrial și ca amplificatoare de curent continuu.

Circuitul de temporizare E 555, care se găsește încapsulată în cipuri de plastic, sau metal, cu 8 sau 14 terminale, este un CI monolitic bipolar care realizează temporizări de la 1- și câteva sute de secunde, sau oscilații libere prin încărcarea și descărcarea unui condensator extern. Având alimentarea cu tensiune în gama de 4,5- 18 volți, iar ieșirea suportând curenți mari de până la 200 mA, îl recomandă ca să aibă aplicații în prelucrarea semnalelor TTL și până în cele mai diverse domenii. Aria de aplicații este foarte vastă, s-au scris cărți întregi despre el, dintre care aș menționa doar câteva: monostabil sau astabil, circuit de întârziere, din care derivă folosirea ca divizor de frecvență, modulator de impulsuri în durată, oscilator, generator de rampă liniară, temporizator fotografic, comandă temporizată a ștergătorului de parbriz, lectura optică a unei benzi perforate, încărcător de acumulate, alarmă cu automenținere, releu de întârziere, turometru electronic, buton senzorial și multe altele.

Mai mult pentru aplicații industriale au fost proiectate senzorul magnetic de tip SM 240, 241, 242 care și-au găsit locul în limitatoare de cap de cursă la mașini-unelte, mașini de cusut și de tricotat, periferice de calculatoare, roboți industriali. Se regăsesc de asemenea în magnetofone, casetofone, videopleyere și altele, ca stabilizatoare de turație, în sistemele de aprindere electronică a autovehiculelor, în turometre și vitezometre. Cu ele se construiesc traductoare de curent, detectori de poziție, micrometre și alte dispozitive de măsurat lungimi, numărătoare pentru piesele lucrate pe bandă. E aproape imposibil de enumerat lista completă de aplicații.

Circuitul integrat TBA 315 face parte din familia oscilatoarelor de relaxare, având aria de aplicații în domeniul autovehiculelor ca semnalizator de direcție, temporizarea reglabilă a stergătoarelor de parbriz și se extinde în aplicații industriale de larg consum care implică folosirea unui temporizator de putere ca la automate de scară etc.

Din familia circuitelor integrate analogice, fac parte și cele audio, radio și TV. Așa cum am amintit și mai înainte, ele echipau aparatura de amplificare de medie putere, radioreceptoare, tunere, televizoare alb negru și color. Apariția decodurului pentru semnalul multiplex stereo A 758, a simplificat recepționarea emisiunilor stereofonice, sau M 3189 care este un bloc complex de frecvență intermediară pentru un receptor de radio de înaltă fidelitate, împreună cu amplificatoarele finale audio ca TBA 790 sau TCA 150, au pus la dispoziția constructorilor de radioreceptoare componente ieftine, fiabile, care au putut fabrica, la prețuri scăzute, receptoare și alte echipamente de înaltă tehnicitate.

În domeniul fabricării receptoarelor de televiziune, circuitele integrate au simplificat foarte mult numărul componentelor, ajungând ca un receptor TV alb-negru să fie compus din 4-7 circuite. Cele color, aveau în componență circuite ca TBA 120 amplificator-limitator de frecvență intermediară și demodulator MF, matricea RGB TBA 530, circuitul pentru refacerea subpurtătoarei PAL, demodulatoarele de cromaticitate TCA 640- 650, ori TCA 660 care controlează strălucirea și saturația în TV color, împreună cu tastele senzoriale de tip SAS 560-570 ori SAS 6800- 6804, au pus la dispoziția constructorilor de la Uzinele Electronica fabricarea primelor receptoare TV Color. Asimilarea altor circuite integrate mai complexe a dus la realizarea unor receptoare TV cu un singu CI.

Dezvoltarea foarte rapidă a industriei electronice la nivel mondial a dus la apariția microprocesoarelor care sunt niste circuite integrate inteligente, cu memorie, având funcții multiple în receptoarele TV și radio, echipamente audio și video, precum și în industria fabricării calculatoarelor personale.

Uitându-ne puțin prin istoria calculatorului electronic digital, observăm că abia au trecut 60 de ani de la ENIAC și până la ultimul tip de Pentium IV cu frecvența care depășește 3 GHz. În acest răstimp s-a impus sistemul de numerație binar, memorarea programelor și s-a cristalizat o structură logică a unui calculator electronic digital cu unitatea centrală, memorii și dispozitive de intrare/ieșire.

Unitatea centrală cunoaște o serie de instrucțiuni codificate binar, pe care le citește din memorie, le decodifică și execută, apoi trece controlul instrucțiunii următoare. Iată aceasta este mașina de referință până în zilele noastre.

Apărut în anii 1970, microprocesorul este un circuit capabil să efectueze funcțiile aritmetice și de control ale unui calculator. Pe atunci un microprocesor era un circuit

integrat pe scară largă (LSI), conținând câteva mii de tranzistoare, pe o suprafață de aproximativ 5 mm<sup>2</sup>. Dezvoltarea microprocesoarelor a urmat dezvoltării circuitelor integrate, complexitatea acestora dublându-se practic în fiecare an. În prezent s-a ajuns la câteva milioane de tranzistoare (6-9 milioane: Pentium II, AMD K6-2, Cyrix MII) pe o suprafață de câțiva milimetri pătrați.

Z80 este un procesor care nu se mai folosește în nici un calculator actual, iar viteza lui este foarte mică (5 MHz), comparativă cu frecvențele procesoarelor actuale (trece peste 3 GHz). Totuși, mai este folosit și acum, în concurență cu microcontrolerele, la realizarea unor sisteme de automatizare simple și fără necesități prea mari de viteză. Z80 este un microprocesor pe 8 biți, cu 16 linii de adresă.

Pe plan mondial s-au impus mai multe firme producătoare de microprocesoare printre care și Intel cu I8080, I8082, I8083, I8084, procesoare care echipau calculatoare personale cu frecvența ceasului de până la 100 MHz, având circuite integrate de memorie începând cu 4, 8, ori 16 Mb. Această dezvoltare rapidă a microprocesoarelor a dus la apariția pe piață, anual a două, chiar trei produse noi: Pentium I, Pentium II, Pentium III, Pentium IV care este cel mai nou model al familiei de microprocesoare Intel pe 32 de biți și care lucrează la frecvențe mari, înregistrează performanțe superioare față de modelele precedente.

Noua microarhitectură a acestor procesoare a fost denumită de către Intel, NetBurst, în spatele acestei tehnologii aflându-se mai multe noi facilități:

Busul sistemului la 400MHz – utilizând noua tehnologie 'quad pumped' cu o lățime a magistralei de 64 biți și ceas de 100MHz, se ajunge la o rată de transfer între procesor și memorie de 3200 MB/s, de 3 ori mai mare ca cea a procesoarelor Pentium III. Pentium III putea transfera doar 1.06G la o frecvență de 133MHz. Pentium IV lucrează prin intermediul a două canale de transmisie cu RDRAM, la o viteză de 3.2G/s.

A crescut simțitor și memoria cache la 256 Kb, nemaivorbind de memoria RAM care depășește valoarea de 1Gb și altele.

Prezentând o arhitectură cu totul nouă, Pentium IV este destinat aplicațiilor multimedia și Internet, cum ar fi editare video, encodare și încărcare de materiale în format video pe Internet, encodare MP3 și aplicații de vizualizare 3D. Pentru a rula astfel de programe, noua arhitectură a procesorului Pentium IV (NetBurst) conține o magistrală de date la 400 MHz, noi tehnologii de realizare a memoriei cache și a canalului de date, alături de un set îmbunătățit de instrucțiuni interne și un coprocesor matematic optimizat pentru aplicații multimedia. Modificările de arhitectură care au dus la îmbunătățirea performanțelor obținute în aplicațiile de tip Internet (viteza superioară, canal de comunicație mai mare, set nou de instrucțiuni SSE2, dimensiune redusă a memoriei cache, magistrala de date mărită) nu se dovedesc la fel de benefice în cazul aplicațiilor uzuale. Astfel de programe obișnuiesc să depună mari cantități de date în memoria cache și în plus, mărirea magistralei de memorie la 3.2 GB pe secundă nu este atât de semnificativă pt aplicațiile de birou, acestea accesând de foarte multe ori memoria cache și nu memoria principală.

Pe măsură ce dispozitivele microelectronice devin mai integrate, cu funcții mărite și niveluri de performanță mai ridicate, complexitatea soluțiilor de împachetare crește proporțional.

Ca rezultat al măririi caracteristicilor de integrare, frecvențelor ridicate și al cerințelor de alimentare ale ultimei generații de microprocesoare, densitatea de

interconectări între cipul procesorului și substrat a crescut remarcabil. Un nou tip de tehnologie cu un nou substrat de împachetare (factor de formă) este necesar pentru a beneficia din plin de progresele tehnologiilor pe silicon. Acest lucru a creat o serie de provocări în designul factorului de formă, dezvoltarea designului de substrat și a procesului de asamblare.

Pentru a asigura un factor de formă de înaltă integrare și un cost redus, a fost propus Flip Chip Pin Grid Array (FCPGA) ca soluție inovativă de împachetare. Acest factor de formă a fost proiectat ca o soluție socket. Factorul de formă FCPGA oferă nu numai o împachetare de înaltă performanță, pe un substrat eficient din punct de vedere al costurilor și folosește în mod inteligent echipamentele de asamblare pentru a minimiza, per ansamblu, costurile de producție.

Cu aceasta închei succinta trecere în revistă a istoriei circuitelor integrate, microprocesoare și memorii, cu mențiunea că nu am spus mai nimic despre ele, fiindcă această gamă de produse sunt foarte variate, iar unele înlocuiesc pe altele.