

Proiectarea cu dispozitive programabile

Introducere

Clasificarea circuitelor integrate

Dispozitivele numerice se realizează în baza circuitelor integrate (CI).

După numărul de tranzistoare pe capsulă CI se clasifică în: SSI, MSI, LSI, VLSI și ULSI.

Denumire	Notăție	Anul apariției	Tehnologie	Dimensiune tranzistor	Număr de tranzistoare	Exemple
Small Scale Integration	SSI	1960	bipolară	10 μm	≤ 50	porți logice
Medium Scale Integration	MSI	1965	bipolară MOS	8 μm	≤ 500	MUX, DMUX, registre
Large Scale Integration	LSI	1970	bipolară MOS	5 μm	≤ 10000	memorii, μP Z80
Very Large Scale Integration	VLSI	1980	bipolară MOS	1,5 - 3 μm	≤ 1000000	memorii, $\mu\text{control}$, μP 486
Ultra Large Scale Integration	ULSI	1990	bipolară MOS	0,13 - 1 μm	> 1000000	calculator, transputer Pentium II, III, 4

După gradul de specificare al circuitelor folosite într-o aplicație, CI se clasifică în:

1. Circuite standard sau de uz general (de la SSI până la ULSI),
2. Circuite semidedicate (circuite logice programabile – PLD Programmable Logic Devices
3. Circuite dedicate –ASIC Application Specific Integration Circuit

Proiectarea cu circuite standard permite utilizarea eficientă a ariei de siliciu, dar are și un șir de dezavantaje:

- consum mare de energie;
- disipare mare de căldură;
- număr foarte mare de interconexiuni;
- viteza de lucru relativ scăzută, datorită conexiunilor externe și a punctelor de sudură;

- fiabilitatea scade proporțional cu creșterea complexității;
- testarea și depanarea dificilă.

Proiectarea cu circuite dedicate ASIC se face pentru un număr foarte mic de aplicații, sau chiar pentru una singură.

Pentru o aplicație dată, ASIC-urile obțin performanțe foarte bune, ocupă un spațiu mult mai mic și consumă puțină energie. În cazul unor producții de serie mari, prețul de cost unitar devine foarte bun.

Dezavantajele:

- Durata mare a ciclului de dezvoltare a circuitului.
- Prețul ridicat al proiectării circuitului integrat (30 000\$ - 2 500 000\$)
- Sunt excluse optimizări post-design.
- Sunt puțin flexibile.

Circuitele programabile PLD au o structură foarte generală, configurabilă de utilizator. Termenul programare presupune configurarea circuitului la nivel fizic.

Avantajele proiectării cu PLD:

- Permit implementarea circuitelor specializate direct în hardware.
- Risc scăzut în faza de proiectare.
- Cost inițial redus.
- Timp de proiectare redus.
- Permit optimizări post-design.

Clasificarea PLD

Termenul de circuit logic programabil sau **PLD (Programmable Logic Devices)** este un termen general care se referă la orice tip de circuit integrat care poate fi configurat la nivel fizic (programat) de către utilizator pentru implementarea unui proiect. Majoritatea acestor dispozitive folosesc tehnologii ce permit reprogramarea funcțiilor, ceea ce înseamnă că erorile de proiectare pot fi corectate fără a înlocui dispozitivul sau a modifica fizic conexiunile.

Unul dintre cele mai folosite circuite logice programabile a fost memoria de tip ROM programabilă o singură dată (**PROM**).

Plecând de la această arhitectură s-au dezvoltat **ariile logice programabile** de tip **PLA (Programmable Logic Array)** dedicate implementării funcțiilor logice. În circuitele PLA atât aria de porți ȘI cât și cea de porți SAU sunt programabile. Logica programată a devenit mai populară la mijlocul anilor '70 odată cu apariția ariilor logice programabile de tip **PAL-uri (Programmable Array Logic)**. Acest tip de arhitectură combină o arie programabilă de porți ȘI cu o arie de porți SAU fixă. Aceste circuite constituie varianta MSI (Medium Scale Integration) a producției PLD.

Capacitatea în continuă creștere a circuitelor integrate a oferit producătorilor ocazia de a realiza PLD tot mai mari (Variantele LSI și VLSI) . Astfel au apărut PLD complexe (CPLD). Un CPLD este un ansamblu format din mai multe circuite PAL și o structură de interconectare, toate realizate pe același chip.

Cam în aceeași perioadă de timp, alți producători de CI au abordat în mod diferit problema extinderii dimensiunilor chipurilor. Astfel au apărut circuitele **FPGA (Field Programmable Gate Array)**. Circuitele FPGA conțin un număr mare de blocuri logice amplasate în formă de matrice bidimensională și o structură de interconectare amplasată în jurul fiecărui bloc.

Astfel circuitele PLD pot fi clasificate în:

SPLD (Simple Programmable Logic Device) **PROM, PLA, PAL**

CPLD (Complex Programmable Logic Device)

FPGA (Field Programmable Gate Array)

Circuitele PLD permit reducerea etapelor de trecere din faza de proiect la cea de prototip și apoi în producție.

Proiectarea circuitelor PLD se efectuează prin intermediul mijloacelor CAD (Computer Aided Design), care permit proiectarea fie în mod schematic, fie cu limbaje de descriere hardware HDL (Hardware Description Language): VHDL, Verilog, ABEL (Advanced Boolean Expression Language), AHDL.