# 7. tétel: Rendszer a chipen

## FPGA

FPGA – Field-Programmable Logical Gate – logikai kapumátrix

Logikai feladatokat vagy digitális áramköri feladatokat oldanak meg. Felépítésüket tekintve logikai elemek, huzalozási erőforrások, fizikai összeköttetést biztosító kimeneti lábak. Bonyolultságát tekintve igen nagy bonyolultságú integrált áramkörök, hasonlóan, mint a berendezés orientált áramkörök (Application-Specific Integrated Circuit – ASIC).

Ha az ilyen nagy bonyolultságú áramköröket nézzük, úgy a programozható logikai áramkörök, mind a berendezés orientált áramkörök ebbe a családba tartoznának. Tehát igen nagy bonyolultságú áramkör. Azonban kettő között lényeges különbség, hogy a felhasználó szempontjából ott az FPGA késztermék. A berendezés orientált áramkörök azok meg nem késztermékek, hiszen a felhasználó maga foglalkozik a gyártással. Ha ezt a két technológiát összehasonlítjuk, akkor azt kell kiemelnünk, hogy az ASIC az alkalmazásra szabott, tehát optimalizált, és disszipált teljesítmény is optimalizált. Tehát a felhasználó céljainak megfelelő. Más szempontból az FPGA áramköröknél előre gyártott elem és az, tehát a rendszer méretei növelhetők, de majd meglátjuk, hogy nem kell túlságosan törődni a fizikai erőforrásunkkal.

Az integrált áramkörök, tehát a kész termékek két családba osztók.

* A szabványos funkciójú késztermékek: logikai kapuk, a mikroprocesszor, jelprocesszor, mikrovezérlő. Tehát ezek, amelyeknek a belső felépítését igazándiból a felhasználó nem módosíthatja, de használja.
* A másik család a programozható áramkörök. Ezen belül 3 különböző csoport létezik.
  + A programozható memória áramkörök. Itt mindenféle memóriát értünk, tehát a RAM, ROM, EPROM, flash és egyéb áramkörök.
  + Programozható logikai egységek – Programmable Logic Device – PRD.
  + FPGA – Field-Programmable Gate Array az angol nevük, magyarul logikai kapumátrix

Látható, hogy a programozható eszközök késztermékek, de a logikai függvényt tekintve a felhasználó fogja beleírni valamilyen módon. Ezért aztán tervezési ciklus rövidebb, nincs gyártási késés, a piacra jutás a lényeges. Ha ilyen eszközzel tervezünk, akkor a nyomtatott áramkör tervezési hibák is minimálisra csökkenthetők. Ez lassabb és nagyobb a disszipált teljesítmény, ha az ASIC-hoz viszonyítjuk. A tervezés egyszerű logikai kapuktól akár a 32 vagy 64 bites processzorig terjedhet.

Különbség egy mikroprocesszor és egy FPGA áramkör között: a mikroprocesszor utasításokat tölt be, azzal az utasításokkal betöltjük az utasítás regiszternek. Az FPGA áramkörben a konfigurációs memóriába töltjük be a konfigurációt. Itt van egy utasítás és az algoritmusunk több száz, vagy több ezer ilyen utasításból tevődik össze, tehát mindegyiket be kell tölteni a központi egység utasítás egységébe. A konfigurációs memória pedig az egész algoritmusra vonatkozó utasítást tartalmazza. Ha a központi egység végrehajtja az algoritmust, akkor azt egyenként mindegyiken be kell húzni. Itt egyszer letölti a konfigurációt és utána azonos időben a végrehajtás. Tehát a lényeges különbség az az, hogy a feladat itt párhuzamosított, még a processzoroknál szekvenciális.

Rekonfiguráció azt jelenti, hogy akár működés közben is módosítható a logikai függvény, akár teljes egészében.

Egy digitális rendszerben lehetnek különböző órajelek. Ezeket kell fázisba hozni, szinkronizálni. Ezért tartalmaz órajel vezérlőt.

Egy cella, ha hierarchikus, akkor tartalmaz 4 CLB-t, helyi huzalozást és egy kapcsoló mátrixot. A keresőtábla az a kombinációs hálózatot valósítja meg, a két flip-flop pedig a sorrendi hálózathoz szükséges megvalósítás. Így együttesen sorrendi hálózat.

Tároló elem a Flip-flop. Felfutó élre tárol. Minden elemet D flip-flopokból valósítanak meg. A memória elérés sebessége független attól, hogy külső memóriáról vagy belső helyi FIFO-ról, vagy blokkmemóriáról van szó.

PCI, Can busz, USB-hez semmilyen szintillesztés nem szükséges, hanem egyből felismeri ezt és kezelni tudja. A gyors távközlési technológiákat hasonlóan.

Az FPGA alkalmazási területe egyre növekszik. Néhány jellemző terület: digitális jelfeldolgozás (DSP), szoftveres rádió, űrkutatási és katonasági rendszerek, ASIC prototípuskészítés, orvosi képalkotás, számítógépes látás, beszédfelismerés, kriptográfia, bioinformatika, számítógép hardver emuláció.

## Rendszer a chipen

Mint ahogy megjelentek a digitális áramkörök után megjelentek a programozható logikai áramkörök, ugyan úgy az első megvalósítások a programozható logikai áramköröknél rögtön az volt, hogy különböző processzorokat valósítottak meg. Az első megvalósítás a PIC, egy 8051 mikrovezérlőt VHDL-lel, tehát hardverleíró nyelvvel valósították meg. Ez a fajta megvalósítás egy szoft processzor, azaz lágyprocesszor. Tehát fizikailag nincs integrálva a lapkára, hanem a szintézis során az áramkört bármely helyre kerülhet. Ettől még jól fog működni és optimalizált, mind sebesség és terület szempontjából. A hard processzor az pedig fizikailag integrált eleme az áramkörnek, ilyenkor már nem kapcsolómátrixról beszélünk, hanem rendszer a lapkán vagy rendszer a chipen áramkörről.

1998-ban, még nem volt olyan processzor, ami 4GB-os memóriát tudott megcímezni. Ez a 8051-es 8 bites processzor rendelkezett egy olyan memória menedzser egységgel, ami lehetővé tette, hogy külső 8 GB-os memóriát csatlakoztassunk rá. Következő lépésben az ARM7-es architektúrát integrálták. Ettől a pillanattól kezdve indult el az FPGA áramkörök ilyen, rendszer a chipen típusú használata.

2001 táján még nem volt kettő magos processzora. A XILINX megvalósított kétmagos FPGA-s architektúrát, és létrehozott egy alaplapot, amin néhány komponens található, ez az FPGA áramkör, két PowerPC-vel és a külső memória és a grafikus kártyának egy hely. Ez Linux alapon fut.

Ha ezt nézzük, akkor két fő részből tevődik össze:

* PS – Prcessing System, a processzor rész
* PL – Programmable Logic, azaz az FPGA architektúrából

A mikrovezérlőkkel való összehasonlításban ezek az eszközök a következő fokozatot képviselik. A mikrovezérlők tipikusan 100 KiB alatti (gyakran csak néhány KiB) RAM memóriát tartalmaznak és valóban egychipes rendszerek, azonban az egylapkás rendszer – SoC – kifejezést a hatékonyabb processzorokra használják, amelyek akár a Windows vagy Linux operációs rendszerek asztali verzióihoz hasonló szoftverek futtatására is képesek, külső memóriára (flash, RAM) van szükségük a hatékony működéshez, és különféle külső perifériákat használnak. Röviden, a nagyobb rendszerekre alkalmazott egylapkás rendszer kifejezés inkább a technikai megvalósítást takaró hasonlat: célja az integráció fokának növelése a gyártási költségek csökkentése érdekében és a kisebb méretű rendszerek létrehozásának lehetővé tétele. Sok érdekes rendszer túlságosan összetett ahhoz, hogy egy, a rendszer csak egyik feladatára optimalizált folyamattal készülő lapkán elférjen.