FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1998. március 20-21.

PCI - buszra tervezett újrakonfigurálható kártya

Lipták Csaba

Abstract:

The recent research of the last years shown in the computer sciences reconfiguring the hardware instead of the software, open for the user higher possibilities. With the realisation of HOT (Hardware Object Technology) [4] by Prof. Wirth et al the reconfigurability of the hardware become possible. The paper try to find a solution for the mentioned reconfigurability by using Xilinx 4000 family suited for PCI standard solutions. The outcome a PCI compatible card will help the students to learn and work with FPGAs (Field Programmable Gate Array) and reconfigurable hardware in digital signal processing.

Kulcsszavak:

PCI (Peripheral Component Interconnect) busz, XILINX Programmable Gate Array, Reconfigurable Computing, HOT (Hardware Object Technology)

Bevezetés

A dolgozat személyi számítógépbe illeszthető, újrakonfigurálható kártya tervezésével foglalkozik. A feladat szerint olyan eszközt kellett tervezni, amely tetszőlegesen újrakonfigurálható, ezáltal rugalmasan és széleskörben használható, valamint illeszkedik a PCI szabványhoz.

Az újrakonfigurálható kártya felépítését a XILINX által gyártott XC 4000E típusú FPGA (Field Programmable Gate Array) áramkörre alapoztuk, amely tetszőlegesen konfigurálható, megfelelően nagy a működési sebessége és viszonylag könnyen illeszthető az ismert buszrendszerekhez - így a PCI sínhez is.

A feladat sikeres megvalósításához nélkülözhetetlen a PCI szabvány legalább olyan szintű ismerete, hogy milyen kivezetései vannak ennek a buszrendszernek és ezek milyen módon használhatóak fel az FPGA illesztéséhez, valamint szükséges az adott FPGA-ról is szólni néhány szót, ezért a következőkben először a PCI szabványról, majd az XC4000-ről írunk néhány tudnivalót.

A PCI szabvány rövid ismertetése [1] [2]

A PCI (Peripheral Component Interconnect) buszon 32 illetve 64 bites adatátvitelt valósíthatunk meg 33 MHz-es buszórajellel. A PCI rendszerbe 5 és 3,3 V-os perifériákat is csatlakoztathatunk. A PCI kártya nem

kompatibilis sem az ISA (Industry Standard Application), sem a VESA (Video Engineering Standards Association) buszokkal.

A PCI rendszer egy helyi sín (akárcsak az ISA vagy VESA busz), amelyet az Intel cég fejlesztett ki. A PCI nem a meglévő sínrendszer kiegészítése, hanem egy teljesen önálló szabvány szerint kifejlesztett buszrendszer. Ez a szabvány nem függ a processzortól és ez a tulajdonsága teszi lehetővé, hogy más - még csak később kifejlesztendő - processzorokkal is tudjon kommunikálni.

A PCI-busznak 32 bites adat/címvezetéke van, ezenkívül létezik egy 64 bitre kiegészítő bővítés is. Ennek következtében a megcímezhető tárterület hihetetlenül nagy (2^{64}) (és ne feledjük, hogy egyszerre 8 byte információ átvitele is lehetséges).

Az első áramkörkészletet az Intel készítette el, amely a szabvány alapja lett. Ezt az áramkörkészletet a 486-os processzorokhoz fejlesztették ki és *Saturn* néven vált ismertté; később elkészítették áramkörkészletüket a pentiumokhoz is *Mercury* néven.

Később megjelentek a VIP (VESA-ISA-PCI szóhármass kezdőbetűiből) PC (Personal Computer) alaplapon is. Ezeken az alaplapon mindhárom buszrendszeren át csatlakoztathatunk egységeket. (Ezen alaplapon való egységek konfigurálása azonban nagy hozzáértést igényel.)

A PCI sín maximális átviteli sebessége 32 biten 132 Mbyte/s, 64 biten 264 Mbyte/s. Ez könnyen számítható, mert 33 MHz-es adatátvitelnél 32 biten egyszerre 4 byte átvitele történik, ami megfelel a 132 Mbyte/s adatátviteli sebességnek. Azért, hogy a zavarokat minél jobban elkerüljük, a PCI elemeket viszonylag rövid úton kell összekötni, ezért minden fontosabb PCI jel a PCI chip egyetlen oldalán van kivezetve. Ez az elrendezés speciális alaplaponstruktúrához vezetett, ezt nevezik *PCI Speedway*-nek, és ez biztosítja a megfelelő jelbiztonságot. Ugyancsak a zavarvédelmet biztosítja a sok GND (digitális föld) csatlakozási lehetőség (a PCI busz lábkiosztásából kitűnik, hogy átlag minden harmadik kivezetés GND).

A feladat megoldása során felhasznált PCI kivezetések:

- ◆ AD0-AD31: kombinált cím/adatbusz;
- ◆ FRAME: a kombinált cím/adatbuszból a cím kiválasztására alkalmas jel;
- ◆ IRDY, TRDY: adat olvasását (IRDY), illetve adat írását (TRDY) jelzi;
- ◆ DEVSEL: a címzett egység ezzel tudja tudtul adni a busznak, hogy a küldött címet dekódolta;
- ◆ TDO, TMS, TCK, TDI: a peremfigyeléses vizsgálathoz szükséges jelek;
- ◆ INTA, INTB, INTC, INTD: megszakításjelek;
- ◆ CLK: órajel;
- ◆ +5V, +12V, -12V, GND: tápfeszültség lábak.

Az XC4000E programozható gate-array áramkör [3]

1985-ben kerültek piacra a XILINX FPGA (Field Programmable Gate Array) áramkörök, amelyeket gazdaságosan és hatékonyan alkalmazhatunk ott, ahol gyors és komplex digitális rendszerekre van szükség. Nagyszámú I/O kivezetéssel rendelkeznek, amelyek lehetnek TTL vagy CMOS szintűek. (5V és 3,3V)

A XILINX gyártmányú FPGA-k többféle módon konfigurálhatóak (letölthetők), és a letöltést ellenőrizhetjük visszaolvasással (Read Back) vagy peremteszteléses módszerrel (IEEE 1149.1 Boundary Scan) akár működés közben is, és módosíthatjuk is a kapcsolás bármely pontjának állapotát - szintén működés közben.

Ezek az áramkörök három fontos elemet tartalmaznak:

- ◆ konfigurálható logikai tömbök (CLBs - Configurable Logic Blocks);
- ◆ ki/bemeneti blokkok (IOBs - Input/Output Blocks);
- ◆ programozható kötések (Programmable Interconnect).

A CLB-k valósítják meg a felhasználó által kívánt logikai kapcsolatokat. Egy CLB (1. ábra) tartalmaz két flip-flopot és két független négybemenetű függvénygenerátort. A függvénygenerátor tetszőlegesen definiált négyváltozós logikai függvényt tud megvalósítani, ezenkívül a CLB-ben van egy harmadik függvénygenerátor is, amely az előző két logikai függvény és egy külső (nem ebben a blokkban lévő) jel közötti logikát valósít meg.

A két D flip-flop élvezérelt (lehet felfutó vagy lefutó), közös órajellel, akár külön-külön is törölhetők és reszettelhetők (ez a RESET jel a chip bármely lábára köthető). A FF-ok bemenő jelei lehetnek: a funkciógenerátorok kimenetei, illetve a DIN pontja a CLB-nek, ami a direkt bemenetet jelenti.

Az IOB-k teremtik meg a kapcsolatot a tok kivezetései és a belső logika között. Minden IOB (2. ábra) definiálható bemenetnek, kimenetnek vagy kétirányú csatlakozásként is. A bemenetek kerülhetnek regiszterbe, ami lehet élvezérelt FF vagy szintvezérelt latch. Az IOB kimenő jelei lehetnek invertáltak vagy nem invertáltak, illetve tárolás nélküli vagy élvezérelt FF-ban tároltak, használhatunk engedélyező jelet (háromállapotú kimenetek) vagy felhúzó ellenállást is. Ezeken kívül az XC4000-es sorozat IOB-inek belső logikája tartalmazza a Boundary Scan tesztelési eljárás megvalósításához szükséges elemeket.

Az összes belső összekötést programozható csatlakozókkal oldották meg. A CLB bemeneteit és kimeneteit az XC4000-es sorozatnál már mind a négy oldalon kivezették, így flexibilisebbé téve az utólagos huzalozást.

A konfigurálható kártya rövid leírása

Az FPGA-t a 32 bites PCI sínhez illesztettük. A 32 bites címdekóderrel PAL áramkörökkel (2 db PAL22V10) valósítottunk meg. A címdekóder biztosít egy - vagy több - címet ahol a processzor (illetve a programozó) elérheti az adott eszközt, valamint előállítja az egyes vezérlő jeleket, amelyek szükségesek az adott áramkör megfelelő üzemmódjának beállításához.

A kártyát úgy terveztük meg, hogy lehetőségünk legyen soros (RS 232C) és párhuzamos adat kommunikációt is megvalósítanunk, ehhez rendelkezésre áll a kártyán egy DB9-es csatlakozó a soros adatátvitelhez, és egy DB25-ös csatlakozó a párhuzamos adatátvitelhez.

A soros kommunikációnál nem kell külső jelkonverterről gondoskodni, mert megépítettük a kártyán.

A párhuzamos adatátvitelnél 2*8 bit áll rendelkezésünkre, ezeket külön konfigurálhatjuk bemenetnek vagy kimenetnek, illetve ki van vezetve a csatlakozón keresztül a $\pm 12V$, a +5V és a GND.

3. ábra

A kártya (3. ábra kártya tömbvázlata) tervezését a PCAD tervezőrendszerrel végeztük teljes egészében, az alkatrész szimbólumoktól a kapcsolási rajzon keresztül a nyáklap tervezéséig.

Felhasznált irodalom

Abonyi Zsolt: PC hardver kézikönyv, ComputerBooks Kiadói Kft, Budapest, 1996, 104-106. oldal

Sági Balázs: PC-Műhely I., Panem Kft, Budapest, 1996, 136-146. oldal

Róde Péter: Xilinx FPGA, Szakdolgozat, 1994, 1-26. oldal