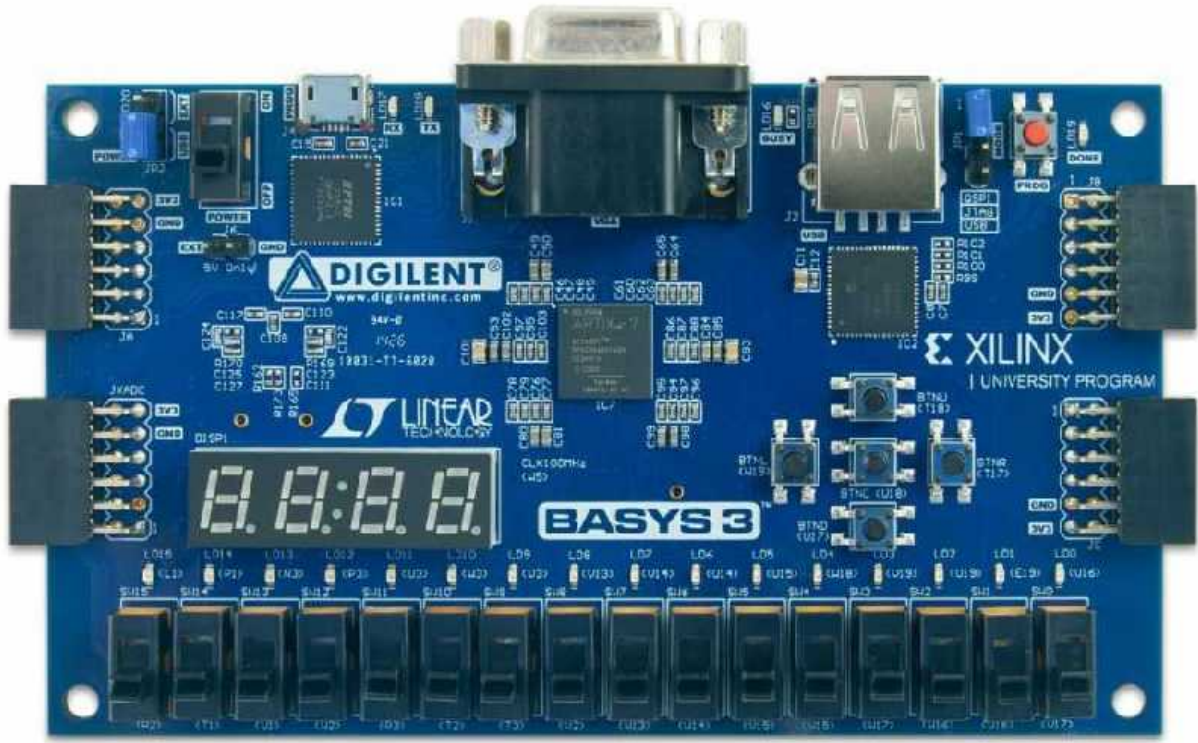


FPGA Nedir?

Açılımı “Field Programmable Gate Array” dir. Dilimize Alanda Programlanabilir Kapı Dizisi olarak çevirebiliriz. Burada bahsi geçen kapı kelimesi, sayısal devrelerin temelini oluşturan mantık kapılarıdır. Mantık kapıları, kullanıcının tasarımına bağlı olarak girilen değerler doğrultusunda mantıksal sonuçlar üretir. Dijital elektronikte kullanılan lojik entegreler ve dolayısıyla entegrelerin bir araya getirilmesiyle oluşturulan sayısal devreler gerekli mantık kapılarını bir araya getirerek çalışmaktadır. FPGA ‘ler ise kullanıcıya bu mantık kapılarını kullanarak sayısal devre tasarlama imkanı sağlamaktadır. Yani sayısal devre tasarlamak için kullanılan yapıların neredeyse hepsi, FPGA ‘ler üzerinde gerçekleştirilebilir ve dolayısıyla tek bir yapı üzerinde sayısal devre tasarlanabilir. Alan programlanabilir denmesinin sebebi ise üretim sürecinden sonra kullanıcıya gelen kartın gerekli ihtiyaçlar doğrultusunda sürekli programlanmasıdır.



FPGA’lerin en önemli özelliği ise tekrar ve tekrar programlanabilmesidir. İhtiyaç duyulan herhangi bir sayısal devre, FPGA üzerinde inşa edilip direkt kart üzerine yüklenebilir ve sistemin çalışma durumu gözlemlenebilir. Bu sayede prototip devrelerin çalışıp çalışmama durumu test edilebilir ve bir nevi hata ayıklama yapılabilir.

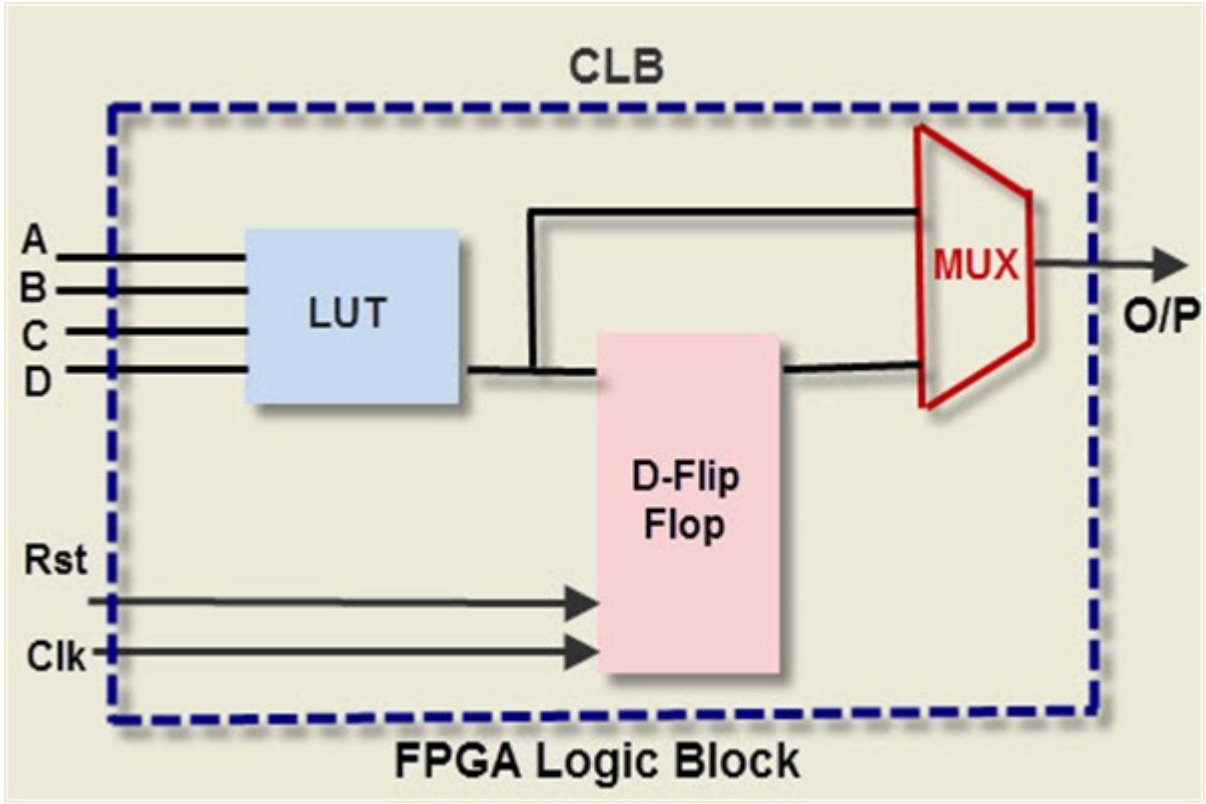
Genel Yapısı

FPGA genel olarak üç birimden oluşur. Bunlar;

- Mantık blokları
- Giriş/Çıkış Birimleri
- Ara Bağlantı Yolları

FPGA üzerinde bulunan mantık blokları içerisinde LUT denilen ve gerekli mantıksal işlemleri yerine getiren küçük bellekler bulunmaktadır. Bu bellekler minimum 4 girişlidir ve giriş sayısına bağlı olarak işaret edilen bellek sayısı değişim gösterir. Kullanıcı, mantık kapılarını tasarlamak

istediği sayısal devreye göre dizayn eder. Bloklar içerisinde aynı zamanda ‘multiplexer’ denilen çoklayıcı devreler ve bir bitlik saklayıcı görevi gören flip-floplar bulunmaktadır. Kullanıcının tasarlamak istediği devre doğrultusunda mantık blokları birbirleri ile ara bağlantı yolları vasıtasıyla bağlantı kurar ve bir sayısal devre tasarlanmış olur.



Yapılarında bulunan giriş/çıkış birimleri sayesinde çevresel birimlerle haberleşme, veri alma veya tasarlanan devre doğrultusunda çıkış verme özelliklerine sahiptirler. Bu sayede FPGA ‘ler üzerinde sinyal veya görüntü işlenebilir, üzerinde bulunan sensörler vasıtasıyla birçok ölçüm yapabilir ve yaptığı bu ölçümler doğrultusunda programlandığı amaca hizmet edebilir.

Bir FPGA ‘in performans ölçüğü yapısında bulunan mantık bloklarının sayısına bağlıdır. Yapılarında bulunan binlerce mantık bloklarının doğru yapılandırılmasıyla çok karmaşık ve büyük tasarımlar ortaya çıkarılabilir.

Performans

FPGA ‘ler, kullanıcıya paralel veri işleme olanağı sağlar. Paralel çalışma kavramı, birbirinden bağımsız olarak yerine getirilmesi gereken işlemlerin aynı anda farklı bloklar üzerinden gerçekleştirilmesidir. Geleneksel bilgisayar mimarisine göre çalışan diğer sistemler aynı anda farklı işlemler yerine getiremezken, yüksek hız ve eş zamanlı veri işleme gerektiren uygulamalarda FPGA ‘ler tercih edilmekte. Paralel işlem yapılabilme özelliği, FPGA ‘lere düşük frekansta yüksek hız özelliği kazandırmakta. Normal bir işlemcinin 1 GHz seviyesinde gösterdiği performansı, FPGA 100 MHz civarındaki bir frekansta gösterebilir.

FPGA ‘ler aynı zamanda düşük güç tüketimine sahiptirler. Bu sayede enerji kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda tercih edilirler. Aynı zamanda birçok dijital devrenin bir araya gelmesiyle yapılacak işlemleri tek başına yerine getirebilir. Bu sayede küçük bir alanda yüksek işlem yapmaya olanak sağlamış olur.

Kullanım Alanları

- Havacılık Ve Savunma Sistemleri: FPGA üzerinde dalga formu üretimi, sinyal ve görüntü işleme yapılabildiği için tercih edilir.
- Tüketici Elektronikleri: Yakınlaştırılmış ahizeler, dijital düz panel ekranlar, bilgi cihazları, ev ağı ve konut set üstü kutuları gibi yeni nesil, tam özellikli tüketici uygulamalarında kullanılır. Uygun maliyetli çözümler üretilebilir.
- Ses: Çok çeşitli ses, iletişim ve multimedya uygulamaları için daha yüksek esneklik, daha hızlı piyasaya sürme süresi ve daha düşük tekrarlanan mühendislik maliyetleri sağlar.

Diğer kullanım alanları:

- Tıbbi Görüntüleme
- Kablolü İletişim
- Kablosuz İletişim
- Endüstri
- Otomotiv
- Hesaplama ve veri depolama

Yüksek hızı, yeniden programlanabilir olması, paralel işlem yapabilmesi, sinyal ve ya görüntü işleyebilmesi ve daha birçok özellikleri sayesinde FPGA'ler günümüzde çeşitli alanlarda kullanılıyor.

VHDL Nedir?

VHDL “VHSIC (Very High-Speed Integrated Circuit) Hardware Description Language” Oldukça hızlı tümeleşik devre donanım tanımlama dilidir. İlk olarak Amerika savunma bakanlığı tarafından ortaya atılmış ancak sonradan IEEE enstitüsüne devredilmiştir. VHDL dili ilk olarak IEEE 1076 standardı olarak tanımlanmış ve bu Standard 1987 yılında VHDL 87 olarak onaylanmıştır. Bu sürüm daha sonraları birçok düzeltmeye uğramıştır. Bu sürüm 1993 yılında yerini VHDL 93 sürümüne bırakmıştır.

VHDL sayısal sistemi birçok seviyede tanımlama ve modelleme işine talip olan üst düzey bir programlama dilidir.

Bu bölümde, VHDL diline ait genel mimariyi ve kavramları öğrenmek için basit karşılaştırmalı devresini kullanacağız. Bu karşılaştırmalı devresinin tanımlaması sadece mantık işlemleri(lojik operators) kullanılacak ve kapı seviyesinde birleşik devre olacaktır.

Tablo 1.1 1-bitlik karşılaştırmacının doğruluk tablosu

Girişler		Çıkış
i0	i1	eq
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

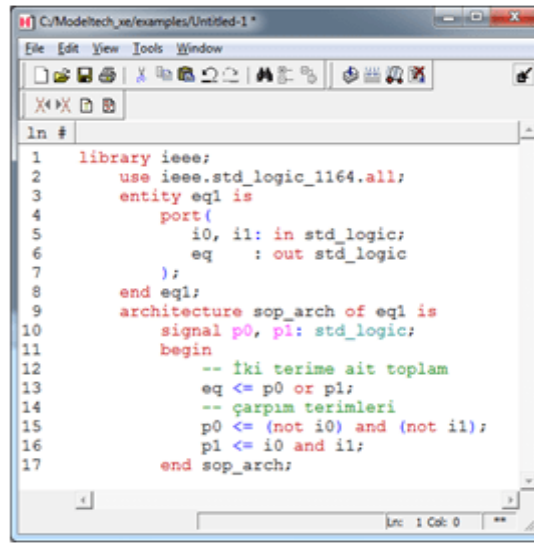
Genel Tanımlamalar

İki girişli(i0 ve i1), bir çıkışlı(eq) 1-bitlik karşılaştırıcı devremiz olduğunu düşünelim i0 ve i1 girişleri eşit olduğunda eq çıkış sinyali mantık "1" çıkışını verecektir. Bu devreye ait doğruluk tablosu Tablo 1.1'de verilmiştir.

Bu devreyi mantık kapıları (not, and, or ve xor) ile kurmak isteyelim. Bu devreyi tanımlamanın bir yolu da çarpımların toplamı yöntemini kullanmaktır. Bu yönteme ait mantık ifadesi aşağıdaki eşitlikte mevcuttur.

$$eq = i0.i1 + i0'.i1'$$

Bu eşitliğe karşılık düşen VHDL kodu Şekil 1.1 de gösterilmiştir. Bir sonraki bölümde bu koda ait VHDL yapılarını mimarisini ayrıntılı inceleyeceğiz.



```
1 library ieee;
2 use ieee.std_logic_1164.all;
3 entity eq1 is
4 port (
5     i0, i1: in std_logic;
6     eq    : out std_logic
7 );
8 end eq1;
9 architecture sop_arch of eq1 is
10 signal p0, p1: std_logic;
11 begin
12     -- İki terime ait toplam
13     eq <= p0 or p1;
14     -- çarpım terimleri
15     p0 <= (not i0) and (not i1);
16     p1 <= i0 and i1;
17 end sop_arch;
```

Şekil 1.1: 1-bit karşılaştırıcıya ait kapı seviyesinde gerçekleştirim

Basit Sözcüksel Kurallar

VHDL büyük küçük duyarlılığına ve boşluk algılamasına sahip değildir. Değişken isimleri 26 karakteri geçemez ve harfle başlaması gerekmektedir. Yorum satırları “--” ile başlar ve bu işaretten sonra gelen her şey yorumlayıcı tarafından görmezden gelinir.

Kütüphane ve Paket

Şekildeki ilk iki satır

```
library ieee;
```

```
use ieee.std_logic_1164.all;
```

“ieee” kütüphanesi içerisindeki “std_logic_1164” kütüphanesinin kullanıldığını göstermektedir. Paketler ve kütüphaneler bize VHDL içerisinde ek tipler, işlemciler(operators) ve fonksiyonları kullanma imkânı sunar. Bu örnekte özel veri tipleri(std_logic v.b.) kullanıldığı için bu tanımlamalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Varlık Bildirimi

Varlık bildirim devreye ait I/O sinyallerini tanımlar. İlk satır eq1 isimli devreyi göstermektedir. Sonraki satırlar ise eq1 varlığına ait giriş çıkış sinyallerini tanımlar.

entity eq1 is

port(

i0, i1: in std_logic;

eq : out std_logic

);

end eq1;

Temel I/O giriş çıkış port tanımlamaları aşağıda gösterilmiştir.

Isaret_ismi1, isaret_ismi2, ... : modu veri_tipi;

Sinyallere ait modlar “in” veya “out” olabilir. Bu mod tanımlamaları sinyal akışının devreden dışarıya veya içeriye doğru olmasına karşılık gelmektedir. “inout” şeklinde iki yönlü sinyallerde mevcuttur.

Kaynakça

ceyrekmuhendis.com

kodcu.com

xilinx.com