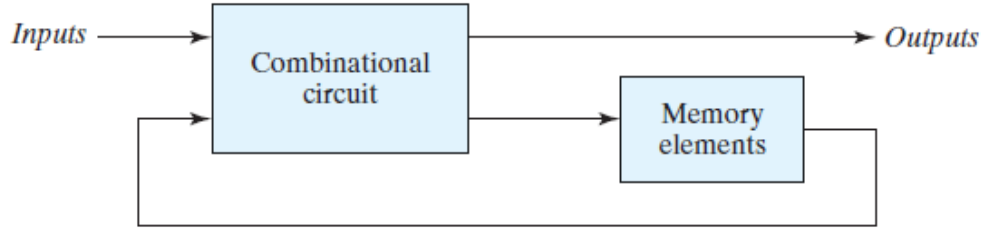


**block diagram** of sequential circuit

Ardışıl (sequential) devre bir dizi giriş ve çıkış içerir. Ardışıl devrenin çıkışları sadece mevcut girişlerin kombinasyonuna değil aynı zamanda önceki çıkışlara da bağlıdır. Önceki çıkış, mevcut durumdan başka bir şey değildir. Bu nedenle ardışıl devreler, bellek depolama elemanları ile birlikte kombinasyon devreleri içerir. Bazı ardışıl devreler, kombinasyonel devreler değil, yalnızca bellek elemanları içerebilir.

Combinational Circuits	Sequential Circuits
Outputs depend only on present inputs.	Outputs depend on both present inputs and present state.
Feedback path is not present.	Feedback path is present.
Memory elements are not required.	Memory elements are required.
Clock signal is not required.	Clock signal is required.
Easy to design.	Difficult to design.



**FIGURE 5.1**  
Block diagram of sequential circuit

Ardışıl bir devrenin blok diyagramı Şekil 5.1'de gösterilmektedir. Bir geri besleme yolu oluşturmak için depolama elemanlarının bağlandığı bir kombinasyon devresinden oluşur. Depolama elemanları, ikili bilgileri depolayabilen cihazlardır. Herhangi bir zamanda bu elemanlarda saklanan ikili bilgi, ardışıl devrenin o andaki durumunu tanımlar. Ardışıl devre, depolama elemanlarının mevcut durumu ile birlikte çıkışların ikili değerini belirleyen harici girişlerden ikili bilgi alır. Bu harici girişler ayrıca depolama elemanlarındaki durumu değiştirme koşulunu da belirler.

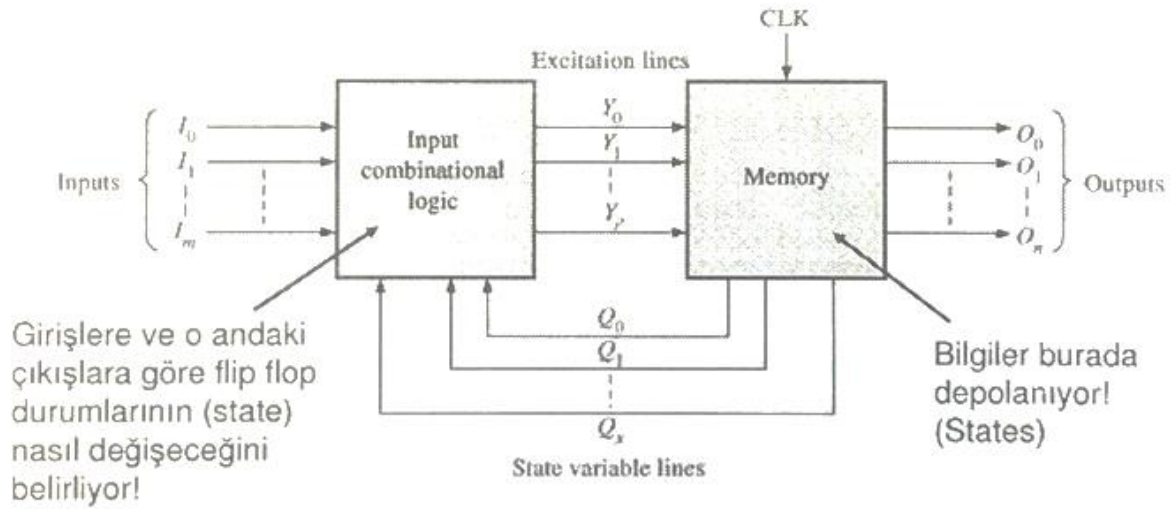
Blok diyagram, ardışıl bir devredeki çıkışların yalnızca girişlerin değil, aynı zamanda depolama elemanlarının mevcut durumunun da bir fonksiyonu olduğunu gösterir. Depolama elemanlarının bir sonraki durumu da harici girişlerin ve mevcut durumun bir fonksiyonudur. Bu nedenle, ardışıl bir devre, girişlerin, çıkışların ve dahili durumların bir zaman sırası ile belirlenir. Tersine, kombinasyonel mantığın çıktıları yalnızca girişlerin mevcut değerlerine bağlıdır.

İki ana ardışıl devre türü vardır ve bunların sınıflandırılması, sinyallerinin zamanlamasının bir fonksiyonudur. Eşzamanlı (*synchronous*) bir sıralı devre, davranışı, ayırık zaman anlarındaki sinyallerinin bilgisinden tanımlanabilen bir sistemdir. Bir asenkron (*asynchronous*) ardışıl devrenin davranışı, herhangi bir andaki giriş sinyallerine ve girişlerin değişme sırasına bağlıdır. Asenkron sıralı devrelerde yaygın olarak kullanılan depolama elemanları, zaman geciktirme cihazlarıdır. Bir zaman geciktirme cihazının depolama kapasitesi, sinyalin cihaz boyunca yayılması için geçen süreye göre değişir. Pratikte, lojik kapılarının dahili yayılma gecikmesi, gerekli gecikmeyi üretmek için yeterli uzunluktadır, dolayısıyla

gerçek gecikme birimleri gerekli olmayabilir. Kapı-tipi (*gate-type*) asenkron sistemlerde depolama elemanları, yayılma gecikmesi gerekli depolamayı sağlayan lojik kapılardan oluşur. Bu nedenle, asenkron ardışıl bir devre, geri beslemeli kombinasyonel bir devre olarak kabul edilebilir. Lojik kapıları arasındaki geri besleme nedeniyle, asenkron bir ardışıl devre zaman zaman kararsız hale gelebilir. Kararsızlık sorunu, tasarımcıya birçok zorluk getirir.

Eşzamanlı bir sıralı devre, depolama elemanlarını yalnızca ayırık zaman anlarında etkileyen sinyaller kullanır. Senkronizasyon, saat darbelerinden oluşan periyodik bir dizi biçimine sahip bir saat sinyali sağlayan, saat üretici adı verilen bir zamanlama cihazı tarafından sağlanır. Saat sinyali genel olarak *clock* ve *c/k* tanımlayıcıları ile gösterilir. Saat darbeleri, depolama elemanları yalnızca her darbenin gelişinden etkilenecek şekilde sistem boyunca dağıtılır. Uygulamada, saat darbeleri, devre içinde hesaplama etkinliğinin ne zaman gerçekleşeceğini belirler ve diğer sinyaller (harici girişler ve diğerleri), depolama elemanlarını ve çıkışları etkileyen hangi değişikliklerin gerçekleşeceğini belirler.

# General Model of a Sequential Circuit

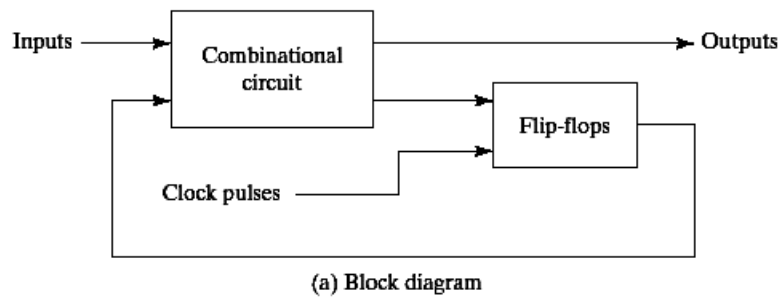


Bütün ardışıl devrelerde (sequential circuits) giriş (inputs) ve çıkış (outputs) pinleri olması gerekmez.

Ama hepsinde uyarma değişkenleri (excitation variables) ve durum değişkenleri (state variables) olmak zorundadır.

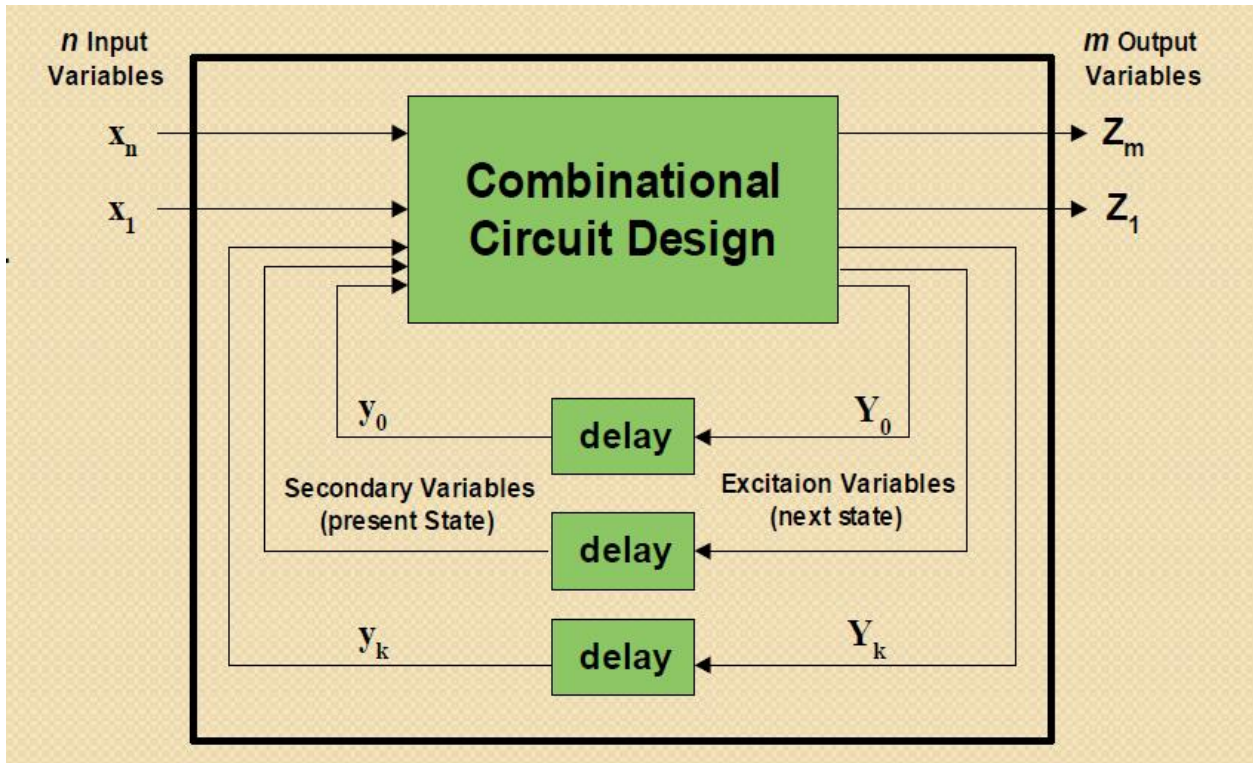
# Asynchronous Sequential Circuits

## Synchronous Sequential Circuits



- Dahili durum değişikliği, senkronize saat darbelerine yanıt olarak gerçekleşir.
- Bellek elemanları Flip-flop'lardır

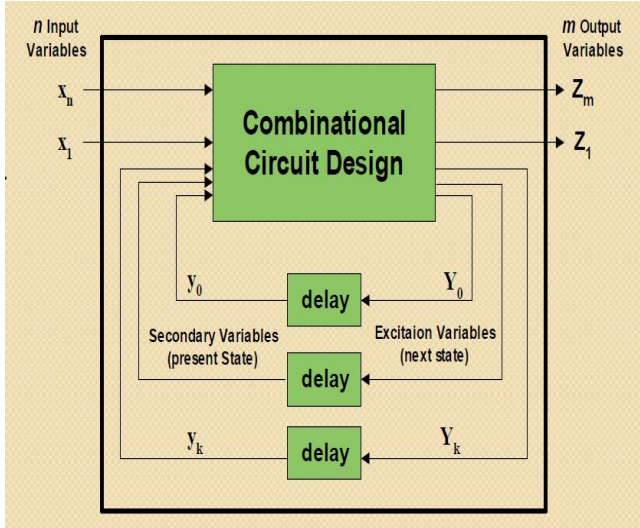
## Asynchronous sequential circuits



- Giriş değişkenlerinde bir değişiklik olduğunda dahili durumlar herhangi bir anda değişebilir.
- Saat (clock) sinyali gerekmez
- Daha iyi performansa sahip ancak zamanlama sorunları nedeniyle tasarımı zor (Bu devrelerin tasarımı zamanlama probleminden dolayı senkron devrelerin tasarımına göre daha zordur.)
- Bellek elemanları, FF'ler veya zaman geciktirme elemanlarıdır.

### Why Asynchronous Circuits?

- 1- Makinenin hızını artırır (bir sonraki saat darbesini beklemeye gerek yok).
- 2- Giriş sinyalleri saat darbelerinden bağımsız olarak değiştiğinde kullanılır.
- 3- Küçük bağımsız devrelerde devreyi basitleştirir.
- 4- Her birinin kendi saati olan iki devreyi haberleşmek için kullanılır.



- Gecikme elemanları ardışıl devreler için kısa süreli bellek sağlar.
- Mevcut durum değişkenleri  $[y_1..y_k]$  ikincil değişkenler olarak adlandırılır.
- Bir giriş değişkeni değiştiğinde,  $Y'$ 'yi değiştirmek için kombinasyon devresinde yayılması belirli bir süre alır ve

ardından  $Y'$ 'nin yeni bir durum haline gelmesi için gecikme elemanı boyunca yayılması belirli bir süre alır.

- $i=1,2,..., K$  için  $y_i = Y_i$  olduğunda devre kararlı durum durumuna ulaşır.

### Stable System (*Kararlı Sistem*):

- giriş değişkenlerinin belirli bir değeri için, devre kararlı durum durumuna ulaşırsa sistem kararlıdır.

### Fundamental - mode operation: (*Temel mod çalışması*):

- bu mod, bir giriş sinyalinin her seferinde ve yalnızca devre kararlı durumdayken değiştiğini varsayar.

İki giriş değişikliği arasındaki süre, devrenin kararlı bir duruma ulaşması için geçen süreden daha uzun olmalıdır.