

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# سیگنال‌ها و سیستم‌ها

درس ۱

## مقدمه‌ای بر سیگنال‌ها و سیستم‌ها (۱)

An Introduction to Signals and Systems (1)

کاظم فولادی قلعه  
دانشکده مهندسی، پردیس فارابی  
دانشگاه تهران

<http://courses.fouladi.ir/sigsys>

## طرح درس

COURSE OUTLINE

سیگنال‌ها

Signals

سیستم‌ها

Systems

چند مثال

Some Examples

## سیگنال‌ها و سیستم‌ها

مقدمه‌ای بر سیگنال‌ها و سیستم‌ها (۱)

۱

سیگنال‌ها

## سیگنال

SIGNAL

سیگنال تابعی از یک یا چند متغیر مستقل، حاوی اطلاعات است.

# SIGNALS

Signals are functions of independent variables that carry information.  
For example:

- **Electrical signals**  
--- voltages and currents in a circuit
- **Acoustic signals**  
--- audio or speech signals (analog or digital)
- **Video signals**  
--- intensity variations in an image (e.g. a CAT scan)
- **Biological signals**  
--- sequence of bases in a gene

⋮

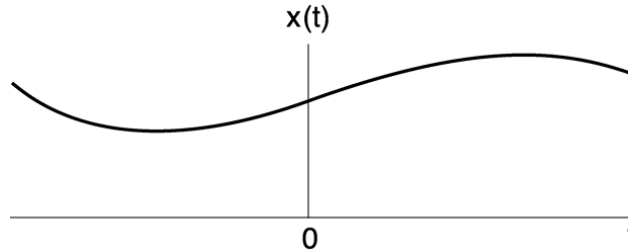
# THE INDEPENDENT VARIABLES

- Can be **continuous**
  - Trajectory of a space shuttle
  - Mass density in a cross-section of a brain
- Can be **discrete**
  - DNA base sequence
  - Digital image pixels
- Can be 1-D, 2-D, ...,  $N$ -D
- For this course: Focus on a single (1-D) independent variable which we call “time”.

Continuous-Time (**CT**) signals:  $x(t)$ ,  $t$  — continuous values

Discrete-Time (**DT**) signals:  $x[n]$ ,  $n$  — integer values only

# CT Signals

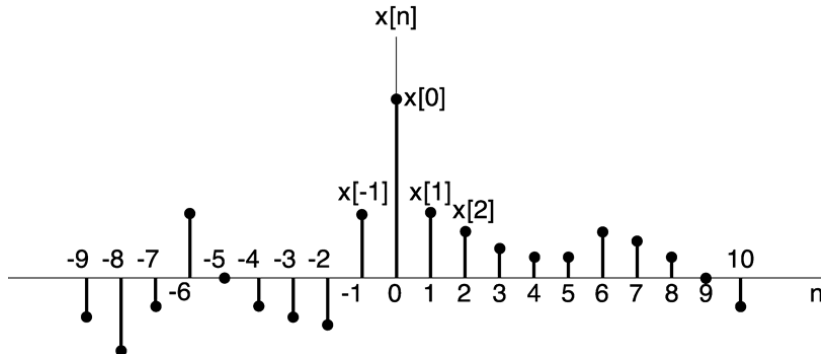


Most of the signals in the physical world are CT signals

—E.g. voltage & current, pressure, temperature, velocity, etc.

## DT Signals

- $x[n]$ ,  $n$  — integer, time varies discretely



- Examples of DT signals in nature:
  - DNA base sequence
  - Population of the  $n$ -th generation of certain species

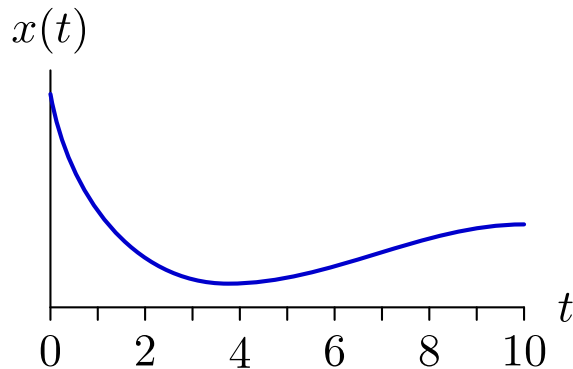
⋮



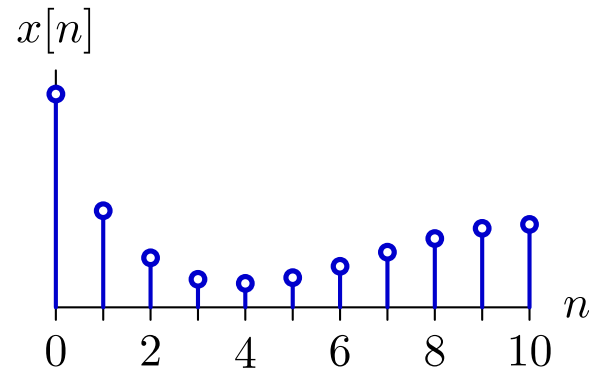
## سیگنال‌ها

سیگنال‌های پیوسته-زمان و گسسته-زمان

continuous “time” (CT)



discrete “time” (DT)



## Many human-made DT Signals

### Ex.#1 Weekly Dow-Jones industrial average



### Ex.#2 digital image



Why DT? — Can be processed by modern **digital** computers and **digital** signal processors (DSPs).

مقدمه‌ای بر سیگنال‌ها و سیستم‌ها (۱)

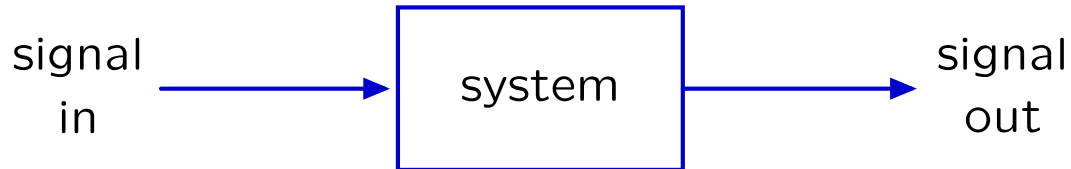
# ۲

## سیستم‌ها

## سیستم

SYSTEM

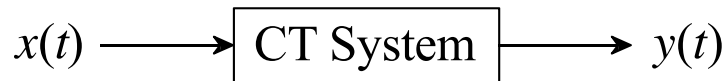
سیستم، پردازش‌گر سیگنال است:  
سیگنال ورودی را دریافت می‌کند و آن را به سیگنال خروجی تبدیل می‌کند.



# SYSTEMS

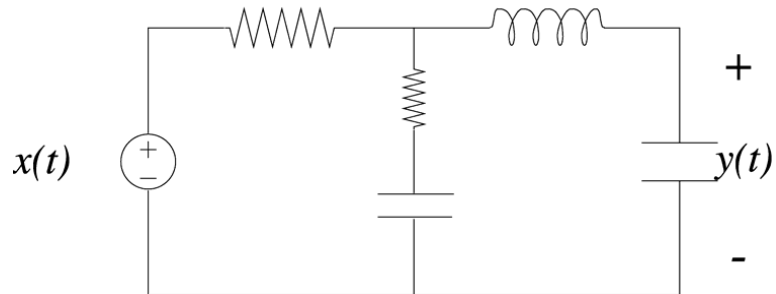
For the most part, our view of systems will be from an input-output perspective:

A system responds to applied input signals, and its response is described in terms of one or more output signals



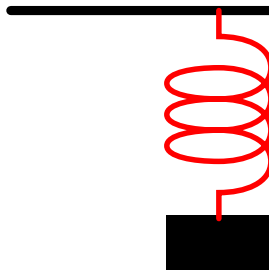
## EXAMPLES OF SYSTEMS

- An RLC circuit

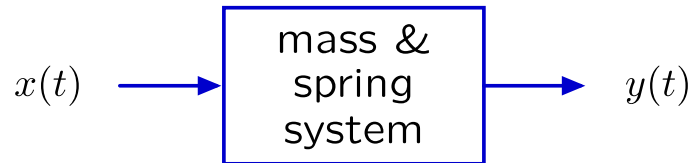
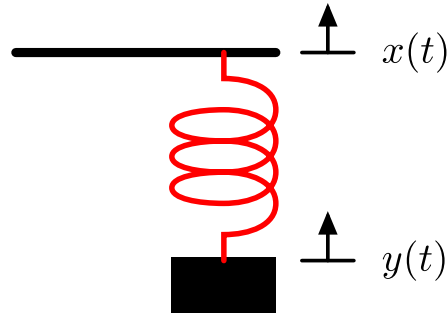


- Dynamics of an aircraft or space vehicle
- An algorithm for analyzing financial and economic factors to predict bond prices
- An algorithm for post-flight analysis of a space launch
- An edge detection algorithm for medical images

## سیستم جرم و فنر

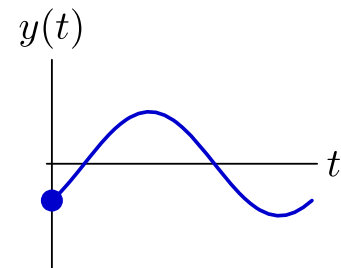
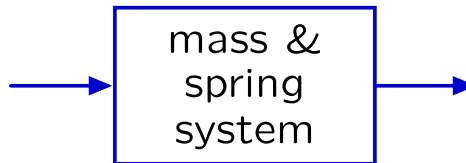
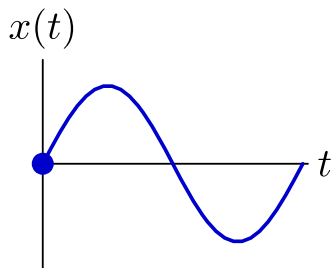
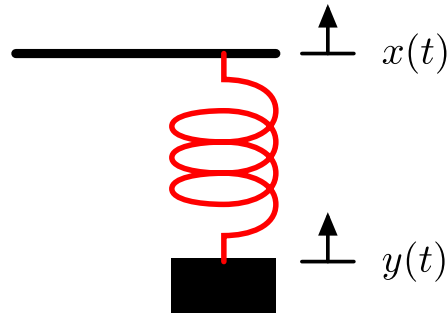
MASS AND SPRING SYSTEM

## سیستم جرم و فنر

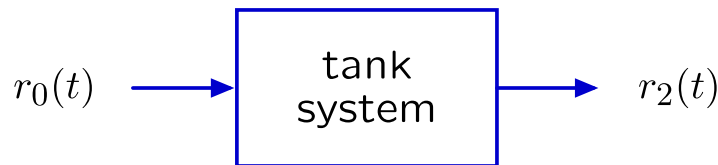
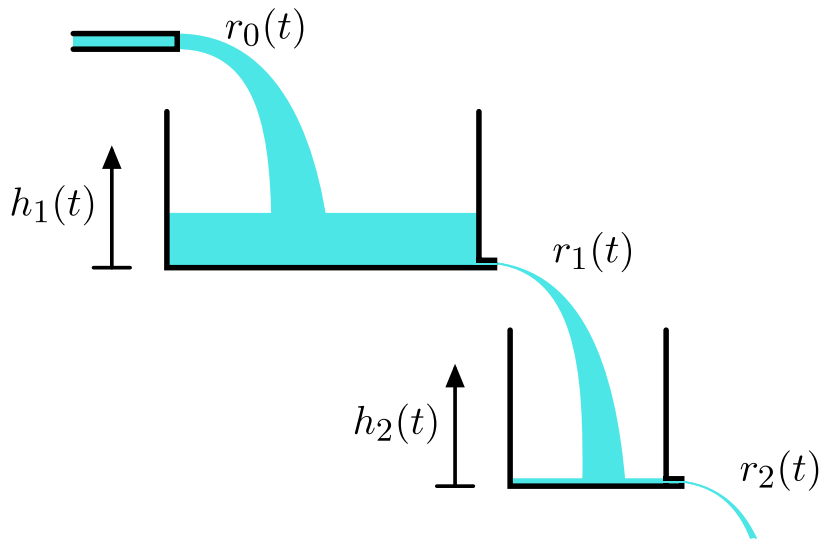
MASS AND SPRING SYSTEM



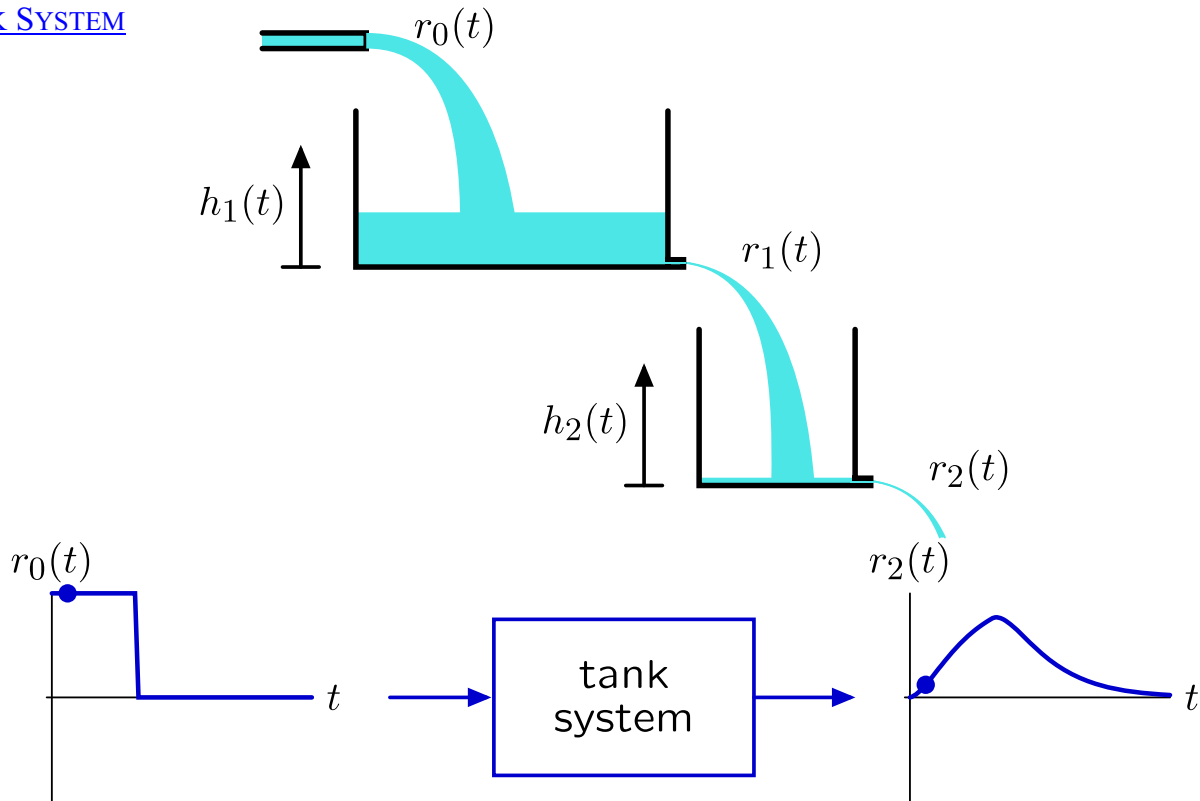
## سیستم جرم و فنر

MASS AND SPRING SYSTEM

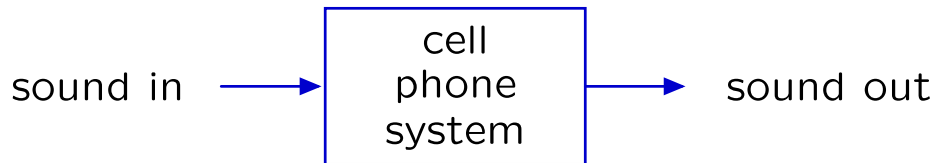
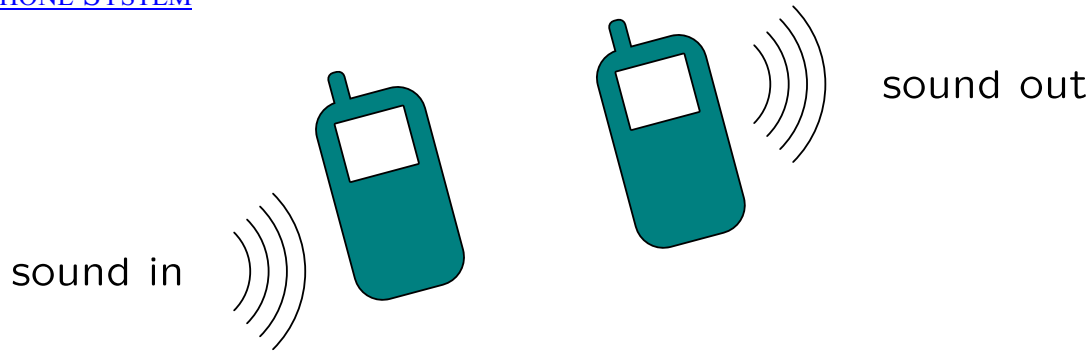
## سیستم بشکه

TANK SYSTEM

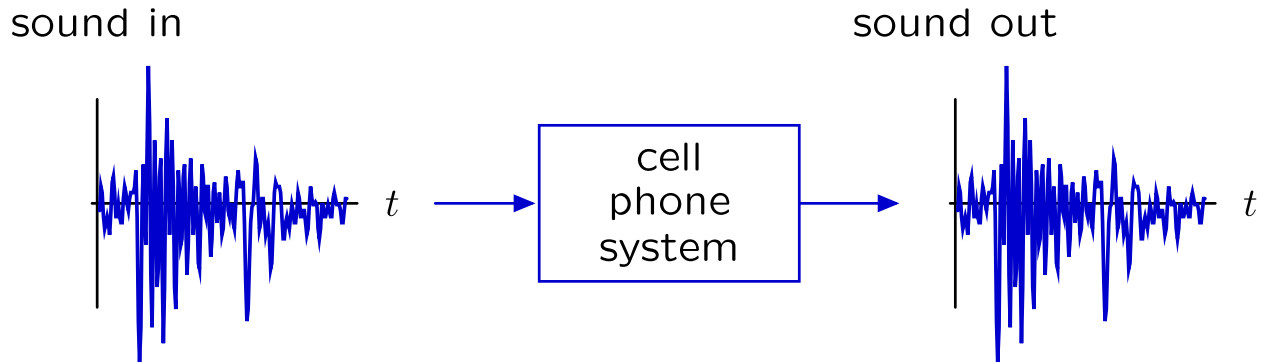
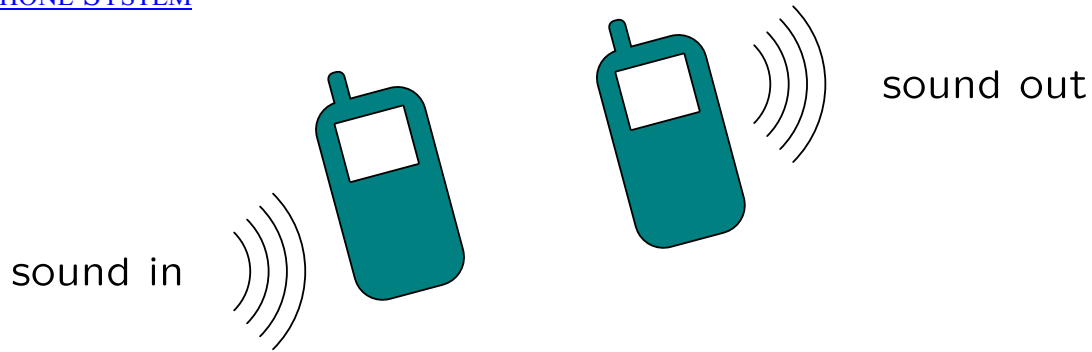
## سیستم بشکه

TANK SYSTEM

## سیستم تلفن سلولی

CELL PHONE SYSTEM

## سیستم تلفن سلولی

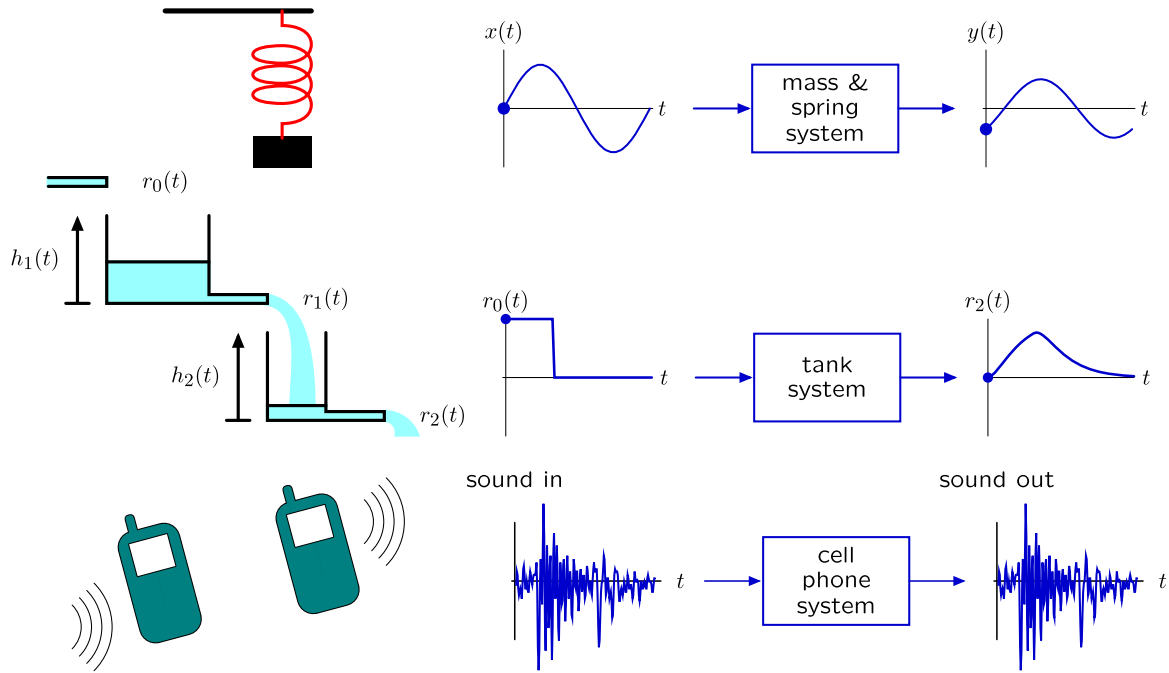
CELL PHONE SYSTEM

## سیگنال‌ها و سیستم‌ها

## کاربردهای گسترده

SIGNALS AND SYSTEMS: WIDELY APPLICABLE

روی‌کرد سیگنال‌ها و سیستم‌ها کاربردهای گسترده‌ای دارد:  
الکتریکی، مکانیکی، اپتیکی، صوتی، بیولوژیکی، مالی، ...

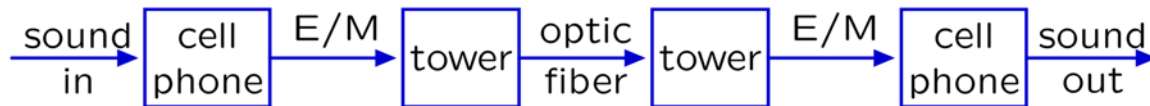
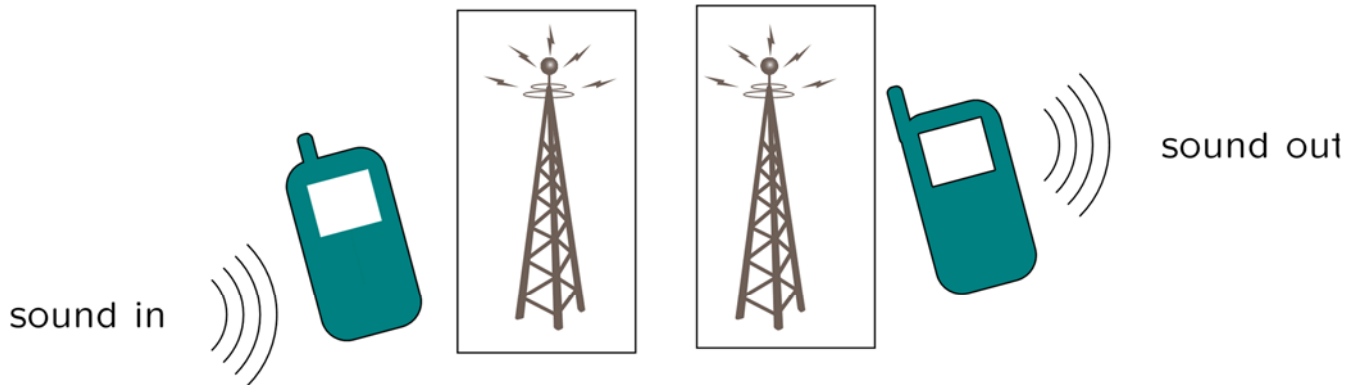


## سیگنال‌ها و سیستم‌ها

ماژولار بودن

SIGNALS AND SYSTEMS: MODULAR

بازنمایی سیستم، به مقوله‌ی فیزیکی وابستگی ندارد.



بر گردش **اطلاعات** تمرکز می‌کنیم و هر چیز دیگری را کنار می‌گذاریم.

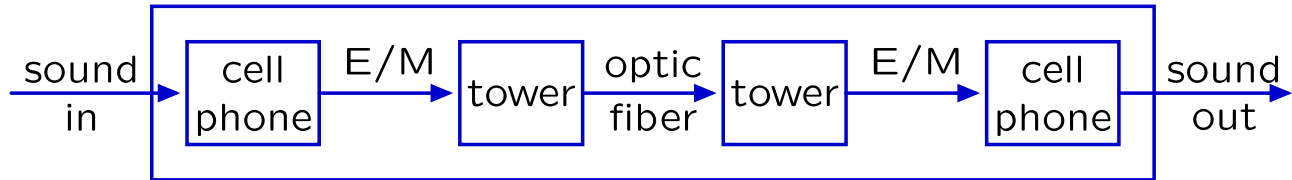
# سیگنال‌ها و سیستم‌ها

سلسله‌مراتبی

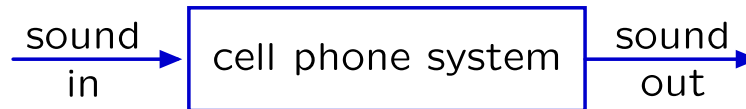
## SIGNALS AND SYSTEMS: HIERARCHICAL

بازنمایی‌های سیستم‌های جزء به سادگی ترکیب می‌شوند:

مثال: اتصال آبخاری سیستم‌های جزء:



سیستم مرکب:



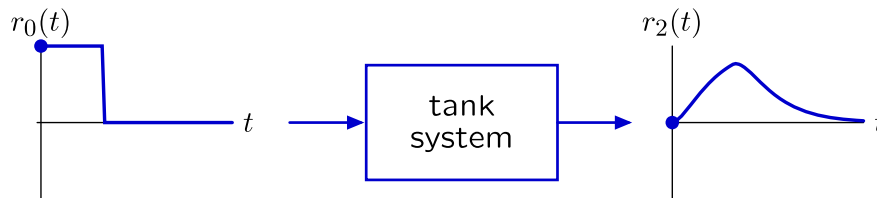
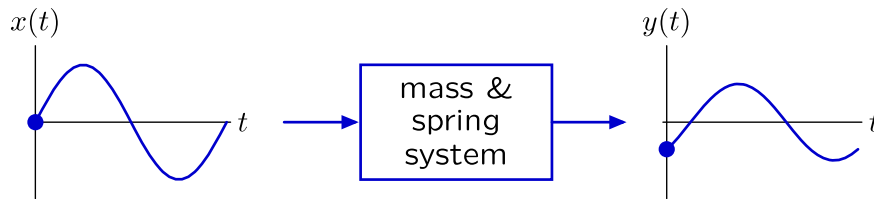
سیستم‌های جزء و مرکب شکل مشابهی دارند و با روش‌های یکسانی تحلیل می‌شوند.



## سیگنال‌ها و سیستم‌ها

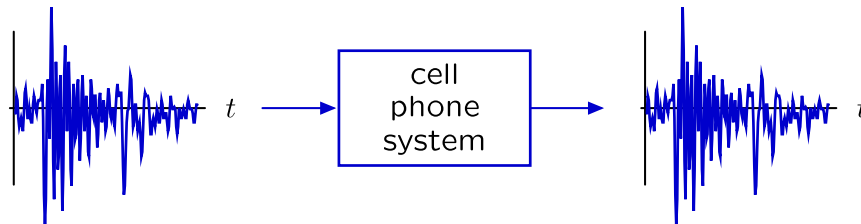
## سیگنال‌ها

سیگنال‌ها توابع ریاضی هستند.



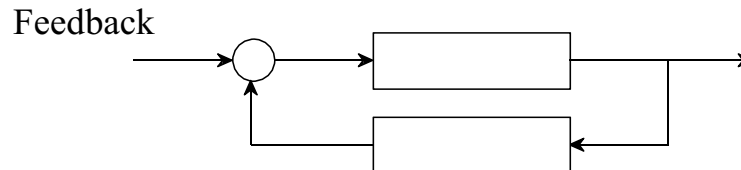
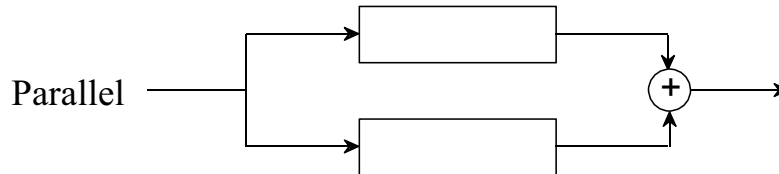
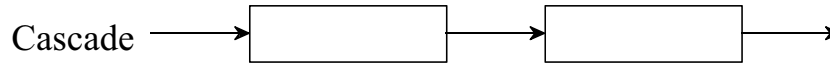
sound in

sound out



# SYSTEM INTERCONNECTIONS

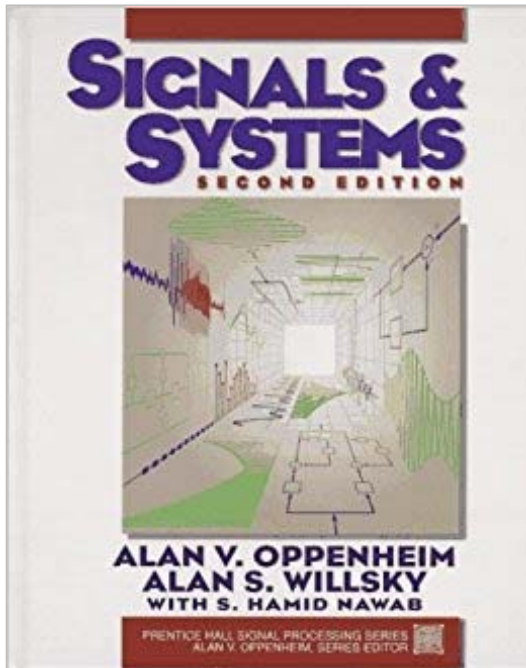
- An important concept is that of interconnecting systems
  - To build more complex systems by interconnecting simpler subsystems
  - To modify response of a system
- Signal flow (Block) diagram



مقدمه‌ای بر سیگنال‌ها و سیستم‌ها (۱)

۳

منابع



A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, S.H. Nawab,  
**Signals and Systems,**  
Second Edition, Prentice Hall, 1997.

## Chapter 1