درس ابزار دقیق

معرفی و کلیات

نوید علایی شینی
استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز
نیمسال دوم ۱۴۰۵-۱۴۰۴

فهرست اسلاید:

- **معرفی کمیتها و واحدهای اندازه گیری**
- **کنترل حلقه بسته**
- **نمادهای استاندارد نقشه کنترل**
- **مثالهایی از سیستم کنترل**
- **تعاریف پایه: حسگر و مبدل و محرک و ترانسمیتر**
- **معرفی برخی حوزه های کاربردی حسگرها**

معرفی واحدهای اندازه گیری

Table 1.1 Definitions of standard units

Physical quantity	*Standard unit*	*Definition*
Length	metre	The length of path travelled by light in an interval of 1/299 792 458 seconds
Mass	kilogram	The mass of a platinum–iridium cylinder kept in the International Bureau of Weights and Measures, Sèvres, Paris
Time	second	9.192631770×10^9 cycles of radiation from vaporized caesium-133 (an accuracy of 1 in 10^{12} or 1 second in 36 000 years)
Temperature	kelvin	The temperature difference between absolute zero and the triple point of water is defined as 273.16 kelvin
Current	ampere	One ampere is the current flowing through two infinitely long parallel conductors of negligible cross-section placed 1 metre apart in a vacuum and producing a force of 2×10^{-7} newtons per metre length of conductor
Luminous intensity	candela	One candela is the luminous intensity in a given direction from a source emitting monochromatic radiation at a frequency of 540 terahertz (Hz $\times 10^{12}$) and with a radiant density in that direction of 1.4641 mW/steradian. (1 steradian is the solid angle which, having its vertex at the centre of a sphere, cuts off an area of the sphere surface equal to that of a square with sides of length equal to the sphere radius)
Matter	mole	The number of atoms in a 0.012 kg mass of carbon-12

Morris, Alan S. "Measurement and instrumentation principles." (2001).

معرفی واحدهای اندازه گیری

Table 1.2 Fundamental and derived SI units

(a) Fundamental units

Quantity	*Standard unit*	*Symbol*
Length	metre	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Electric current	ampere	A
Temperature	kelvin	K
Luminous intensity	candela	cd
Matter	mole	mol
Plane angle	radian	rad
Solid angle	steradian	sr

Morris, Alan S. "Measurement and instrumentation principles." (2001).

معرفی واحدهای اندازه گیری

(c) Derived units

Quantity	*Standard unit*	*Symbol*	*Derivation formula*
Area	square metre	m^2	
Volume	cubic metre	m^3	
Velocity	metre per second	m/s	
Acceleration	metre per second squared	m/s^2	
Angular velocity	radian per second	rad/s	
Angular acceleration	radian per second squared	rad/s^2	
Density	kilogram per cubic metre	kg/m^3	
Specific volume	cubic metre per kilogram	m^3/kg	
Mass flow rate	kilogram per second	kg/s	
Volume flow rate	cubic metre per second	m^3/s	
Force	newton	N	$kg\ m/s^2$
Pressure	newton per square metre	N/m^2	
Torque	newton metre	N m	
Momentum	kilogram metre per second	kg m/s	
Moment of inertia	kilogram metre squared	$kg\ m^2$	
Kinematic viscosity	square metre per second	m^2/s	
Dynamic viscosity	newton second per square metre	$N\ s/m^2$	
Work, energy, heat	joule	J	Nm
Specific energy	joule per cubic metre	J/m^3	
Power	watt	W	J/s

Morris, Alan S. "Measurement and instrumentation principles." (2001).

معرفی واحدهای اندازه گیری

Table 1.2 (*continued*)

(c) Derived units

Quantity	*Standard unit*	*Symbol*	*Derivation formula*
Thermal conductivity	watt per metre kelvin	W/m K	
Electric charge	coulomb	C	A s
Voltage, e.m.f., pot. diff.	volt	V	W/A
Electric field strength	volt per metre	V/m	
Electric resistance	ohm	Ω	V/A
Electric capacitance	farad	F	A s/V
Electric inductance	henry	H	V s/A
Electric conductance	siemen	S	A/V
Resistivity	ohm metre	Ωm	
Permittivity	farad per metre	F/m	
Permeability	henry per metre	H/m	
Current density	ampere per square metre	A/m^2	
Magnetic flux	weber	Wb	V s
Magnetic flux density	tesla	T	Wb/m^2
Magnetic field strength	ampere per metre	A/m	
Frequency	hertz	Hz	s^{-1}
Luminous flux	lumen	lm	cd sr
Luminance	candela per square metre	cd/m^2	
Illumination	lux	lx	lm/m^2
Molar volume	cubic metre per mole	m^3/mol	
Molarity	mole per kilogram	mol/kg	
Molar energy	joule per mole	J/mol	

Morris, Alan S. "Measurement and instrumentation principles." (2001).

مثال از سیستم کنترلی

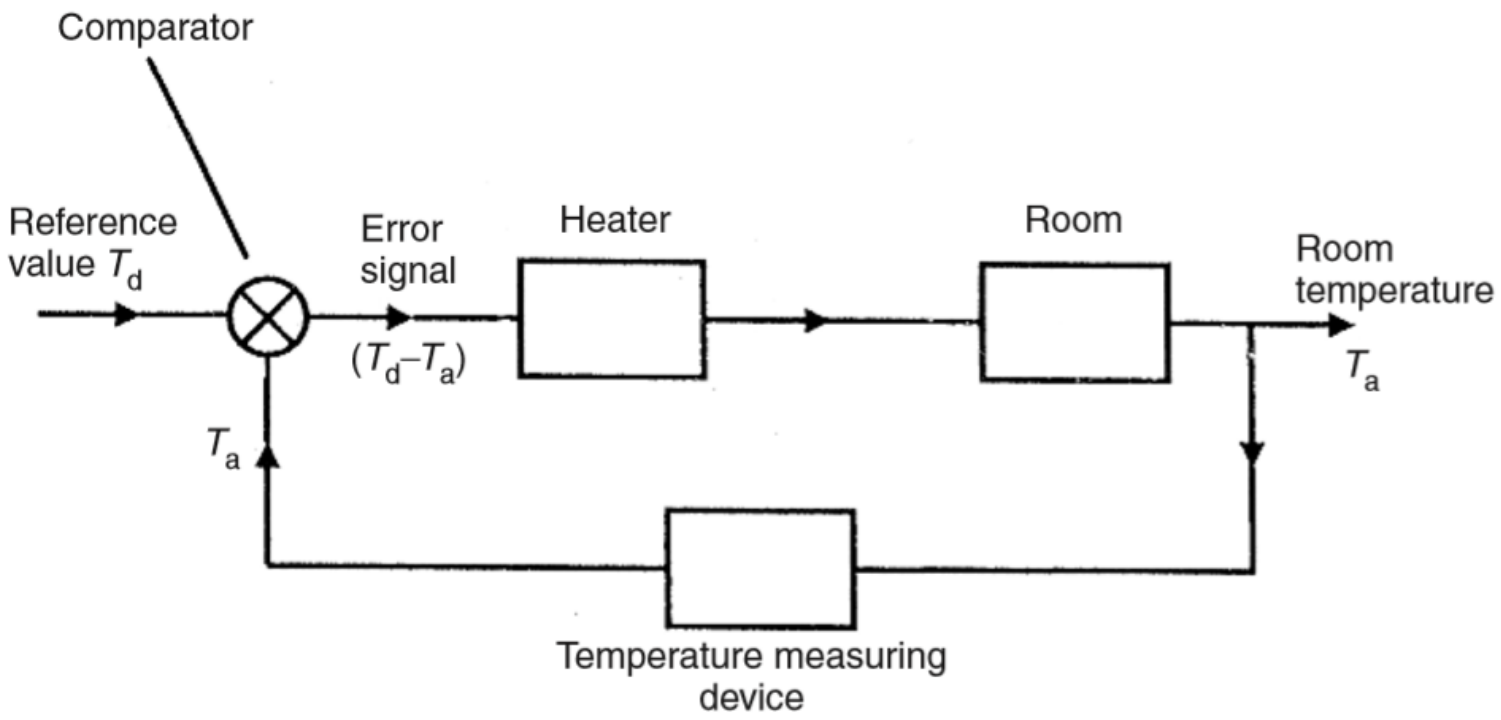


Fig. 1.1 Elements of a simple closed-loop control system.

Morris, Alan S. "Measurement and instrumentation principles." (2001).

کنترل حلقه بسته

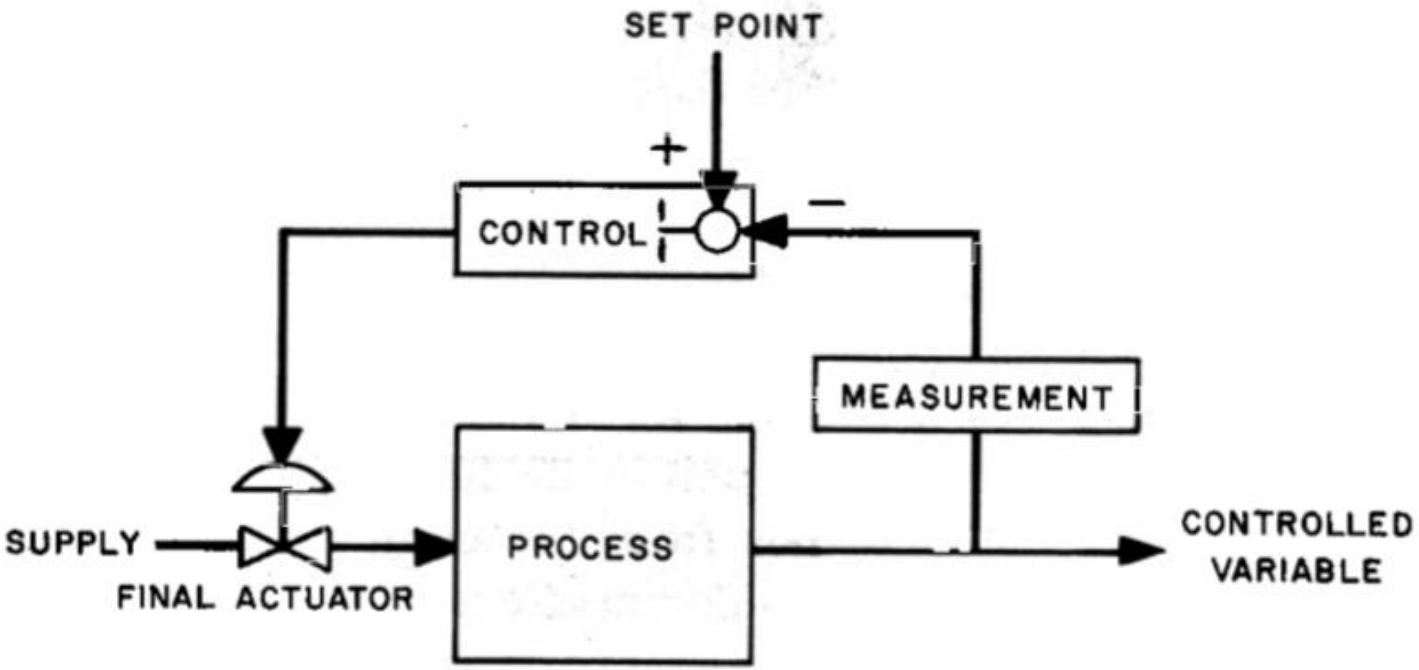


Fig. 1-9. Feedback control loop.

Morris, Alan S. "Measurement and instrumentation principles." (2001).

مثال از سیستم کنترلی

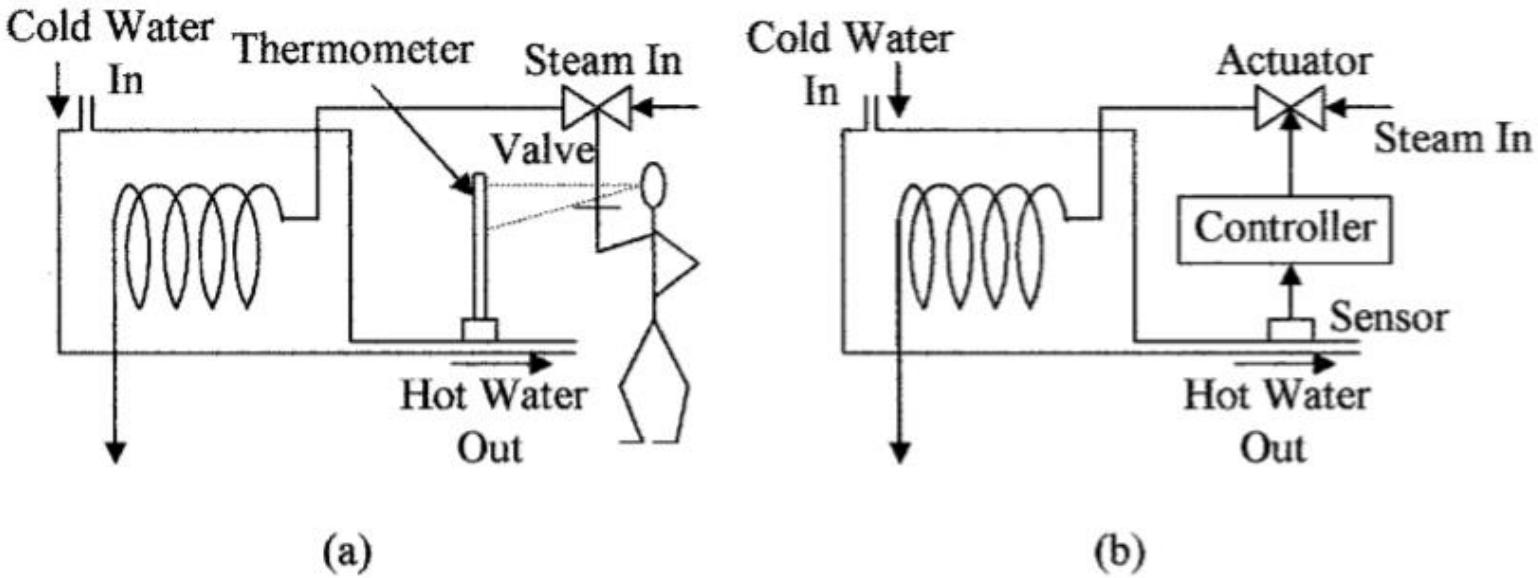


Figure 1.1 Process control (*a*) shows the manual control of a simple heat exchanger process loop and (*b*) automatic control of a heat exchanger process loop.

Dunn, William Charles. *Fundamentals of industrial instrumentation and process control*. McGraw-Hill, 2005.

مثال از سیستم کنترلی

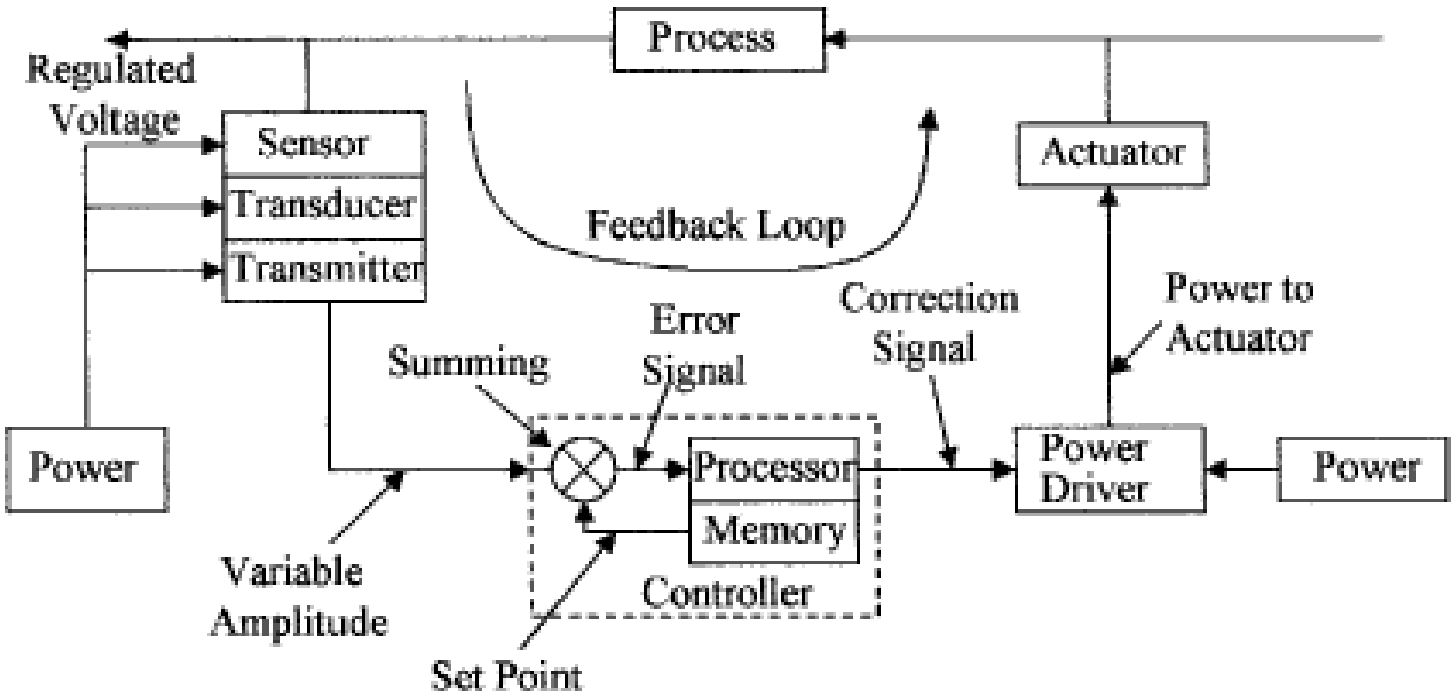


Figure 1.4 Block diagram of the elements that make up the feedback path in a process-control loop.

Dunn, William Charles. *Fundamentals of industrial instrumentation and process control*. McGraw-Hill, 2005.

مثال از سیستم کنترلی

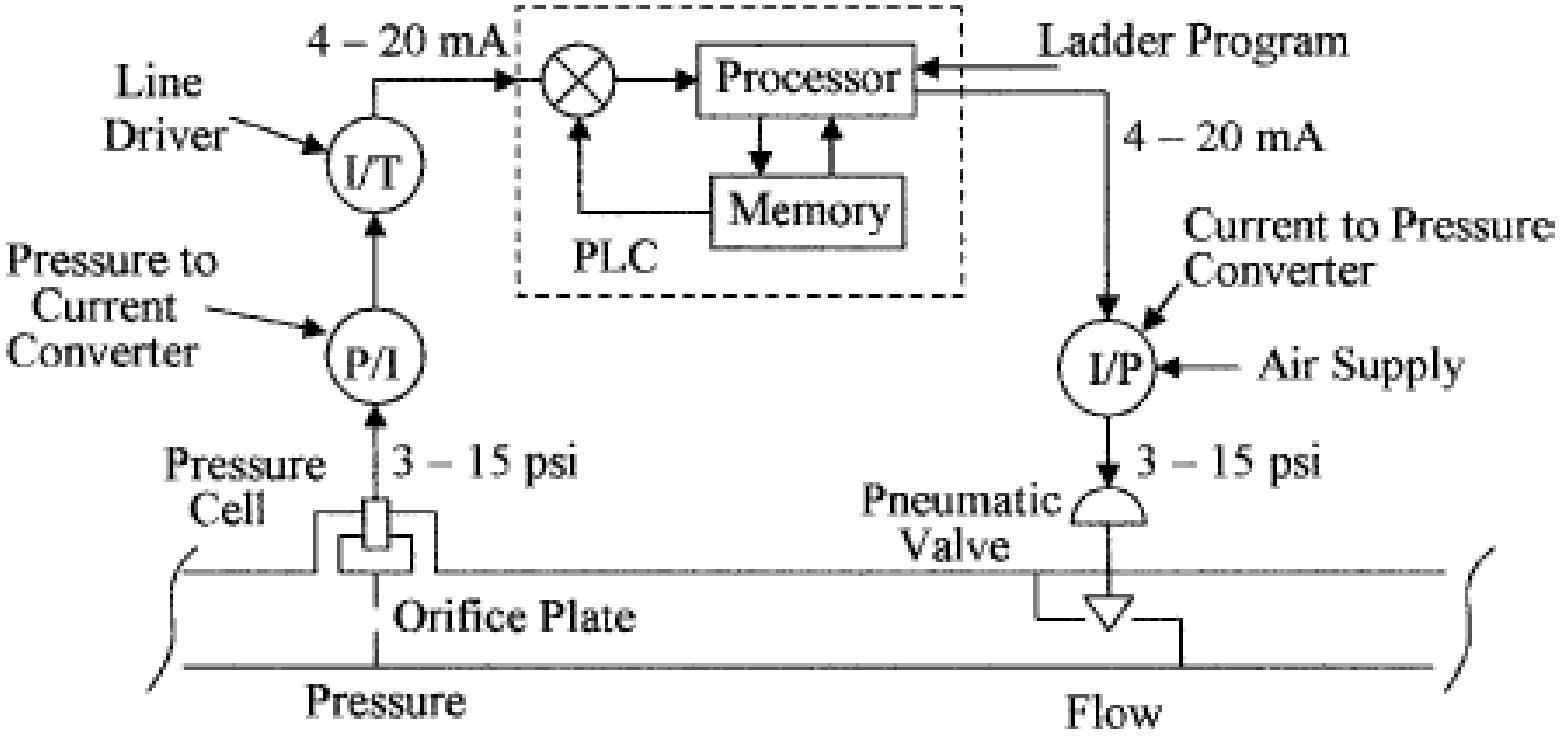
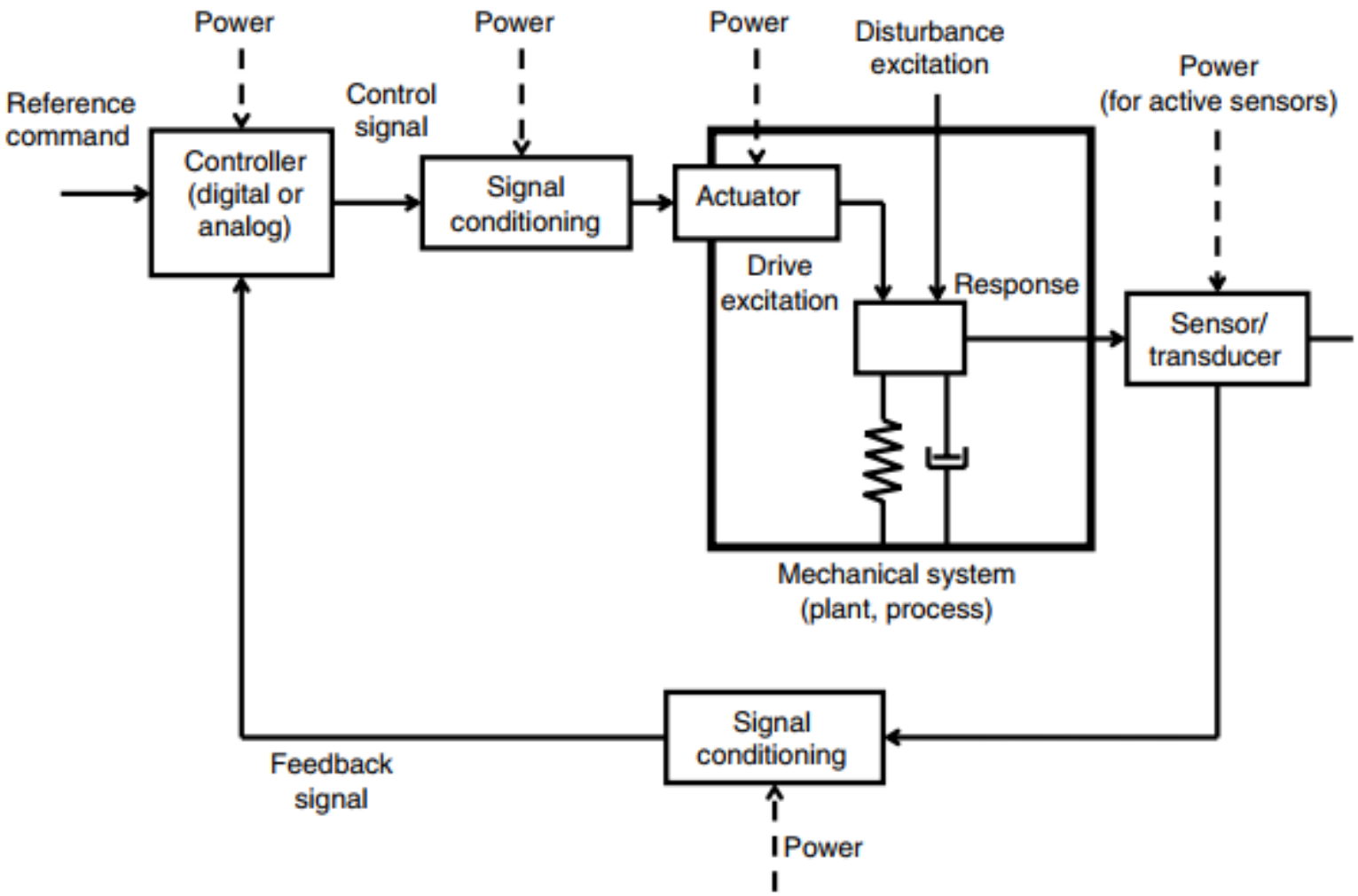


Figure 1.5 Process control with a flow regulator for use in Example 1.1.

Dunn, William Charles. *Fundamentals of industrial instrumentation and process control*. McGraw-Hill, 2005.

مثال از سیستم کنترلی



De Silva, Clarence W. *Sensors and actuators: control system instrumentation*. CRC Press, 2007.

نمادهایی از سیستم کنترلی

Table 1-2. Standard ISA and SAMA Functional Diagram Elements

FT — FLOW TRANSMITTER	√ — SQUARE ROOT EXTRACTOR	K — PROPORTIONAL CONTROL ACTION
LT — LEVEL TRANSMITTER	X — MULTIPLIER	∫ — INTEGRAL (RESET) CONTROL ACTION
PT — PRESSURE TRANSMITTER	÷ — DIVIDER	d/dt — DERIVATIVE CONTROL ACTION
TT — TEMPERATURE TRANSMITTER	± — BIAS, ADDITION OR SUBTRACTION	f(t) — TIME FUNCTION CHARACTERIZER
ZT — POSITION TRANSMITTER	Δ — COMPARATOR, DIFFERENCE	f(x) — UNSPECIFIED OR NONLINEAR FUNCTION CHARACTERIZER
PANEL LIGHT	Σ — ADDER, SUMMER	x.xx — QUOTATION ITEM NUMBER
I — INDICATOR	Σ/n — AVERAGER	MOUNTED ON THE FRONT OF PANEL
R — RECORDER	Σ/t — INTEGRATOR	REGULATED PROCESS AIR
T — RELAY COIL	NORMALLY OPEN RELAY CONTACT	NORMALLY CLOSED RELAY CONTACT

Anderson, Norman A. *Instrumentation for Process Measurement and Control, 1997*.

نمادهایی از سیستم کنترلی

Table 1-2. Standard ISA and SAMA Functional Diagram Elements

T — AUTO/MANUAL TRANSFER SWITCH	MANUAL SIGNAL GENERATOR	A — ANALOG SIGNAL GENERATOR
T — TRANSFER OR TRIP RELAY	S — SOLENOID ACTUATOR	M — ELECTRIC MOTOR
> — HIGH SIGNAL SELECTOR	HIGH SIGNAL LIMITER	H/ — HIGH SIGNAL MONITOR
< — LOW SIGNAL SELECTOR	LOW SIGNAL LIMITER	L/ — LOW SIGNAL MONITOR
V — VELOCITY OR RATE LIMITER	HIGH AND LOW LIMITER	H//L — HIGH AND LOW SIGNAL MONITOR
A/D — ANALOG TO DIGITAL CONV.	R/I — RESISTANCE TO CURRENT CONV.	R/V — RESISTANCE TO VOLTAGE CONV.
mV/V — THERMOCOUPLE TO VOLTAGE CONV.	V/I — VOLTAGE TO CURRENT CONV.	I/V — CURRENT TO VOLTAGE CONV.
V/V — VOLTAGE TO VOLTAGE CONV.	P/I — PNEUMATIC TO CURRENT CONV.	P/V — PNEUMATIC TO VOLTAGE CONV.
MO — MOTORIZED OPERATOR	I/P — CURRENT TO PNEUMATIC CONV.	V/P — VOLTAGE TO PNEUMATIC CONV.
HO — HYDRAULIC OPERATOR	PNEUMATIC OPERATOR	STEM ACTION (GLOBE) VALVE
f(x) — UNSPECIFIED OPERATOR	THREE-WAY SELECTOR VALVE	ROTARY ACTION (BALL) VALVE

Anderson, Norman A. *Instrumentation for Process Measurement and Control, 1997*.

حسگر و مبدل

حسگر: وسیله ای که تحریک ورودی را به یک خروجی قابل پردازش تبدیل می کند. در حسگرهای الکتریکی خروجی الکتریکی است.

مبدل: ابزاری که نوعی از انرژی را به نوع دیگر تبدیل می کند.کلمه مبدل گاهی به جای حسگر به کار برده می شود ولی این دو با هم متفاوت هستند. مبدل نسبت به حسگر کلی تر است و برای ابزارهای مختلفی از جمله حسگرها، محرک ها و ترانزیستورها استفاده می شود.

The word *sensor* has a Latin root "sentire," which means "to perceive," originated in 1350–1400, the Middle English era. A sensor is a device which responds to stimuli—or an input quality—by generating processable outputs. These outputs are functionally related to the input stimuli which are generally referred to as *measurands*.

Transducer is the other term that is sometimes interchangeably used instead of the term sensor, although there are subtle differences. A transducer is a device that converts one type of energy to another. The origin is "transduce," which means "to transfer" that was first coined in 1525–1535. A transducer is a term that can be used for the definition of many devices such as sensors, actuators, or transistors.

➢ **Kalantar-Zadeh, Kourosh. *Sensors: an introductory course*. Springer Science & Business Media, 2013.**

محرک Actuator:

محرک صنعتی بخشی از یک دستگاه یا ماشین است که با تبدیل انرژی، اغلب الکتریکی، هوا یا هیدرولیک، به نیروی مکانیکی، به آن کمک می‌کند تا حرکات فیزیکی را انجام دهد. نمونه‌هایی از محرک‌های صنعتی عبارتند از بازوهای روباتی، پمپ‌های خلاء، شیرهای کنترلی و جک ها و ... .

An industrial actuator is a part of a device or machine that helps it to achieve physical movements by converting energy, often electrical, air, or hydraulic, into mechanical force. Examples of industrial actuators are Grippers, Vacuum pumps, Valves, and others.

محرکهای صنعتی

محرک Actuator:

محرک صنعتی بخشی از یک دستگاه یا ماشین است که با تبدیل انرژی، اغلب الکتریکی، هوا یا هیدرولیک، به نیروی مکانیکی، به آن کمک می‌کند تا حرکات فیزیکی را انجام دهد. نمونه‌هایی از محرک‌های صنعتی عبارتند از بازوهای روباتی، پمپ‌های خلاء، شیرهای کنترلی و جک ها و ... .

An industrial actuator is a part of a device or machine that helps it to achieve physical movements by converting energy, often electrical, air, or hydraulic, into mechanical force. Examples of industrial actuators are Grippers, Vacuum pumps, Valves, and others.

ترانسمیتر صنعتی

ترانسمیتر Transmiter:

یک ترانسمیتر صنعتی، کمیت فیزیکی مانند دما، فشار، جریان یا سطح را به یک سیگنال الکتریکی استاندارد برای سیستم‌های کنترل تبدیل می‌کند. می توان گفت ترانسمیتر شامل دو جز است: حسگر و مدارات مبدل خروجی حسگر به سیگنال الکترنیکی استاندارد صنعتی. نمونه هایی از سیگنالهای الکترونیکی استاندارد صنعتی عبارتند از: جریان ۴ تا ۲۰ میلی آمپر، ولتاژ ۰ تا ۱۰ ولت و استانداردهای توسعه یافته تری همچون HART (ترکیب خروجی آنالوگ و دیجیتال با امکان شبکه سازی و ارتباط دوطرفه) هستند. همچنین پروتکل های دیجیتال و بی سیم توسعه یافته برای صنعت هم جزو خروجی های استاندارد ترانسمیترها محسوب می شوند.

حسگرها چه اندازه گیری می کنند؟

- تابش الکترومغناطیسی
- تشعشع رادیو الکتیو
- کمیتهای الکتریکی
- کمیتهای مغناطیسی
- کمیتهای زیستی
- اثر انگشت
- دما (با اتصال/ بی اتصال)
- رطوبت محیطی
- گاز های سمی
- کیفیت هوا
- کیفیت مواد غذایی
- نیرو و گشتاور
- فشار هوا
- مسافت
- سرعت
- شتاب
- زاویه
- جهت حرکت
- جریان سیال

فن آوری حسگرها

- مکانیکی
- الکترومکانیکی
- الکترونیکی (فن آوری: نیمه هادی)
- الکترومکانیکی کوچک مقیاس یا MEMS (فن آوری: نیمه هادی و میکروالکترونیک و ترکیب با دانش مکانیک)

Micro-Electro-Mechanical Systems (*MEMS*)

- حسگرهای هوشمند: حسگر+ مدارات تقویت و فیلتر + پردازش و ارتباط (فن آوری: نیمه هادی و میکروالکترونیک)

حسگرهای الکترونیکی

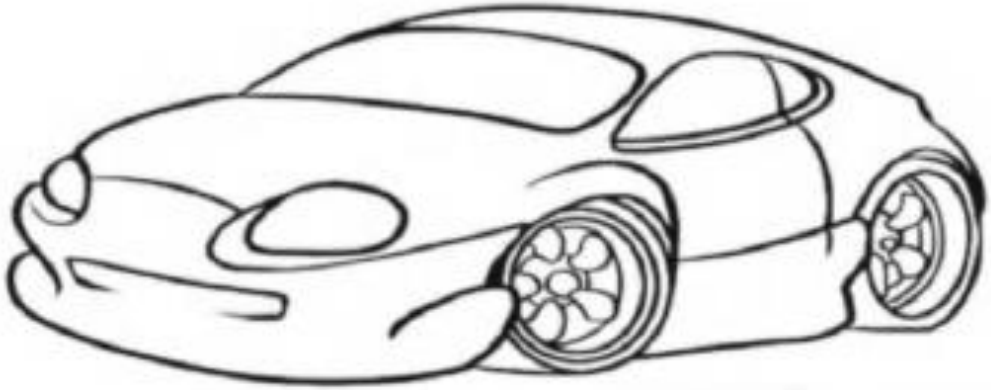
- مقاومت نیم رسانا یا فلزی
- منبع (ولتاژ یا جریان)
- خازن
- سلف
- تیوپ خلا
- دیود (P-N، شاتکی، P-I-N)
- اتصالات فلز-فلز (ترموکوپل)
- ساختارهای کریستالی با ویژگی های خاص (پیزو، پایرو و ..)
- ترانزیستور (انواع FET و BJT)

کاربرد حسگرها و سیستمهای اندازه گیری

- انواع صنایع: تولید انرژی، کشاورزی، حفاری و اکتشاف، اتوماسیون، حمل و نقل، نساجی، غذایی
- هواشناسی
- سلامت و مهندسی پزشکی
- محصولات الکترونیکی خانگی
- ایمنی مکان ها
- دفاعی و نظامی

حسگرها در کارخانه جات

کاربردهای در خودرو

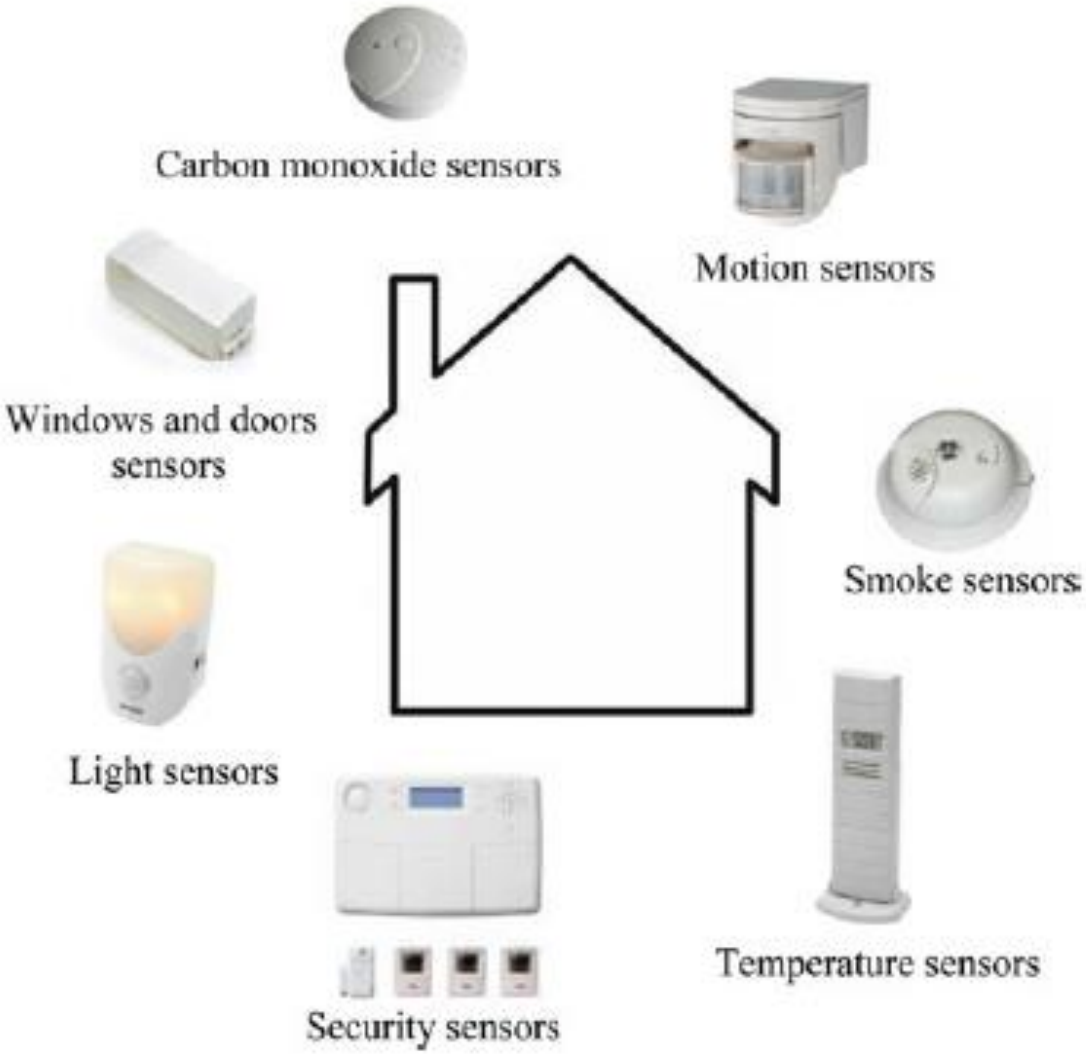


Essential drive sensors
Pressure
Mass air flow
Atmospheric pressure
Oxygen
CO_2
Rotational speed
Petrol level
Pedal position
Angular position
Engine temperature
Oil level
Crankshaft position

Safety sensors
Safety distance
Tilt
Torque
Steering wheel angle
Acceleration
Belt

Convenience sensors
Air quality
Humidity
Temperature
Rain
Seat position

کاربردهای خانگی



تشکر از توجه شما