

자동제어(Automatic Control) 1장 서론

교재: Automatic Control Systems
김동한

자동제어

- 제어시스템이란?
 - device or set of devices to manage, command, direct or regulate the behavior of other devices or systems (from Wikipedia)
- 제어시스템은 왜 중요한가?
- 제어시스템의 기본 구성요소는?
- 피드백이 도입되는 이유?

제어시스템의 기본 구성요소

1. 제어의 목적

- 입력 혹은 동작신호 u

2. 제어시스템 구성요소

3. 결과 혹은 출력

- 출력 혹은 제어변수 y

Figure 1-1 (p. 2)

Basic components of a control system.



제어시스템 응용의 예

- 스마트 수송시스템
- 지능시스템
- 가상프로토타이핑 및 Hardware in the Loop 제어
- 자동차 (운전, 아이들속도 제어 등)
- 집열기의 태양추적제어
- Robot

Figure 1-2 (p. 3)

Idle-speed control system.

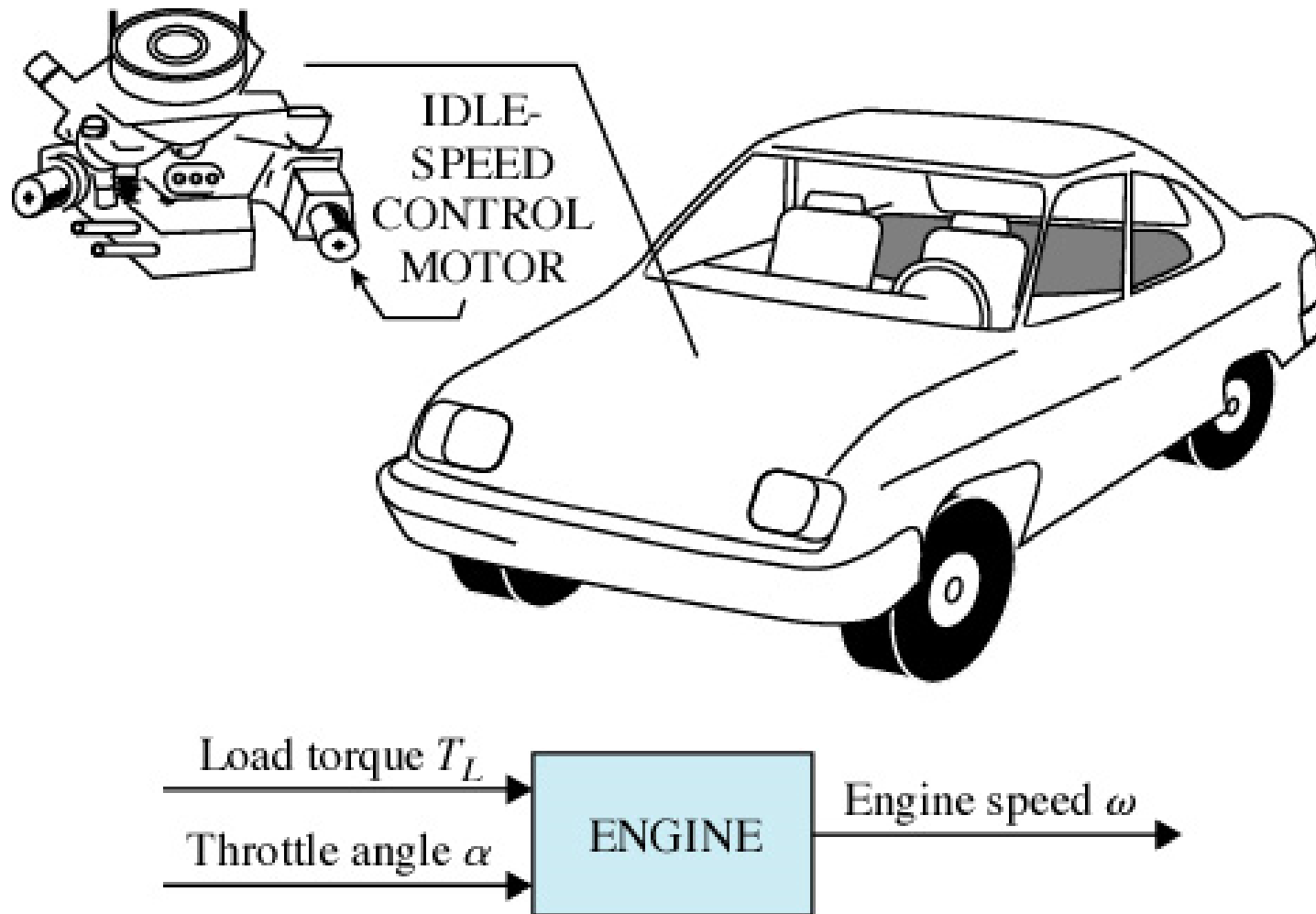


Figure 1-4 (p. 4)

Ideal velocity profile of one start-stop cycle of an industrial sewing machine.

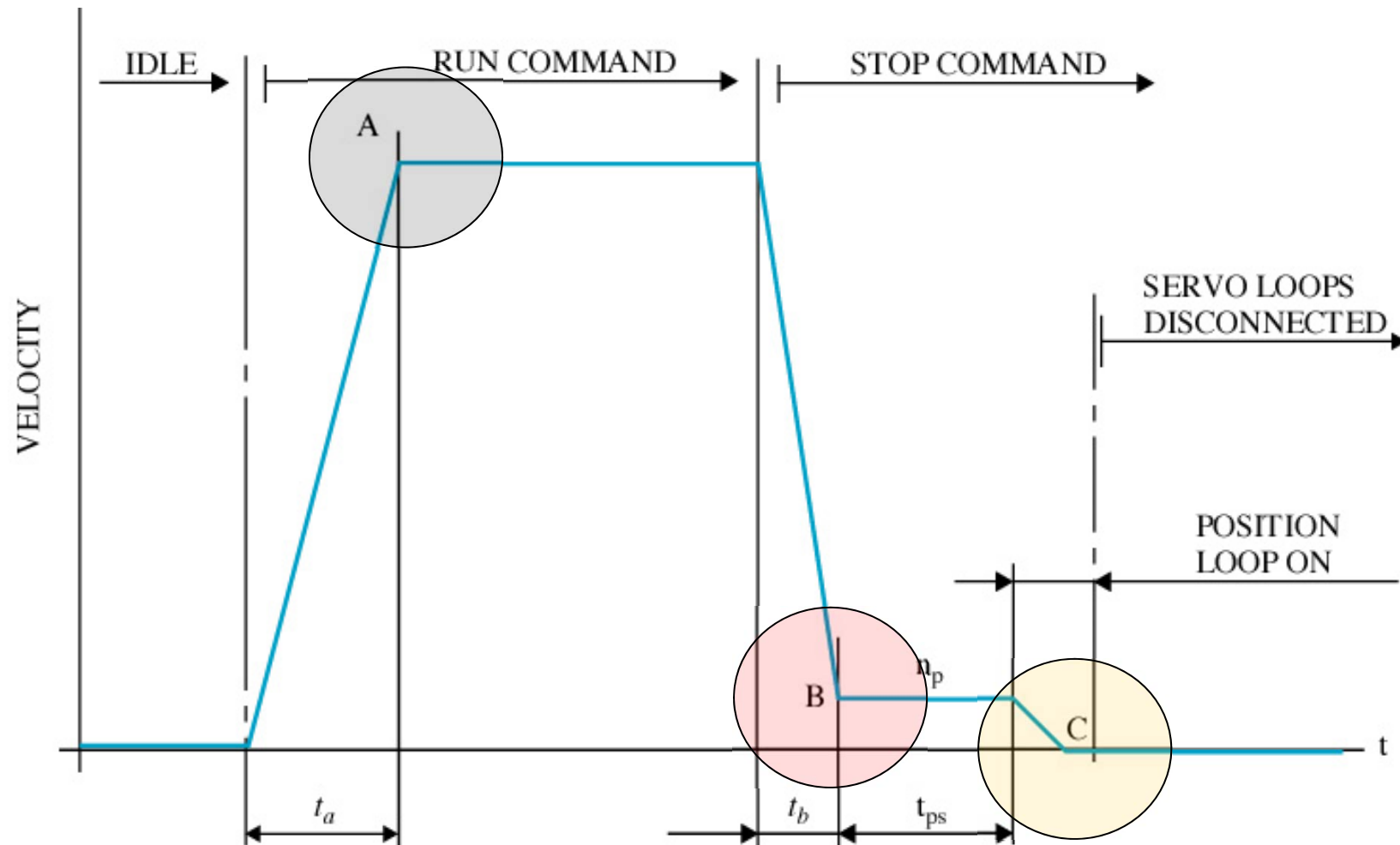


Figure 1-6 (p. 5)

Conceptual method of efficient water extraction using solar power.

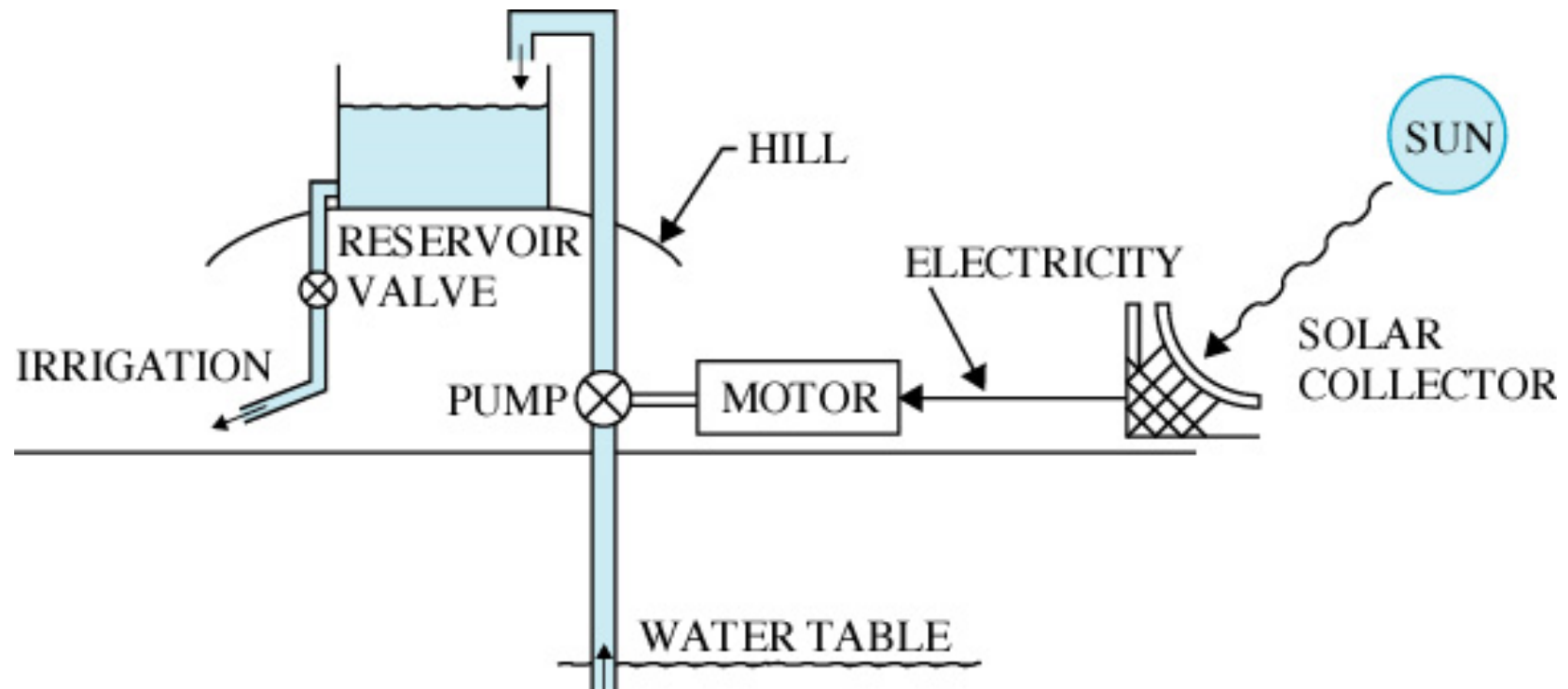
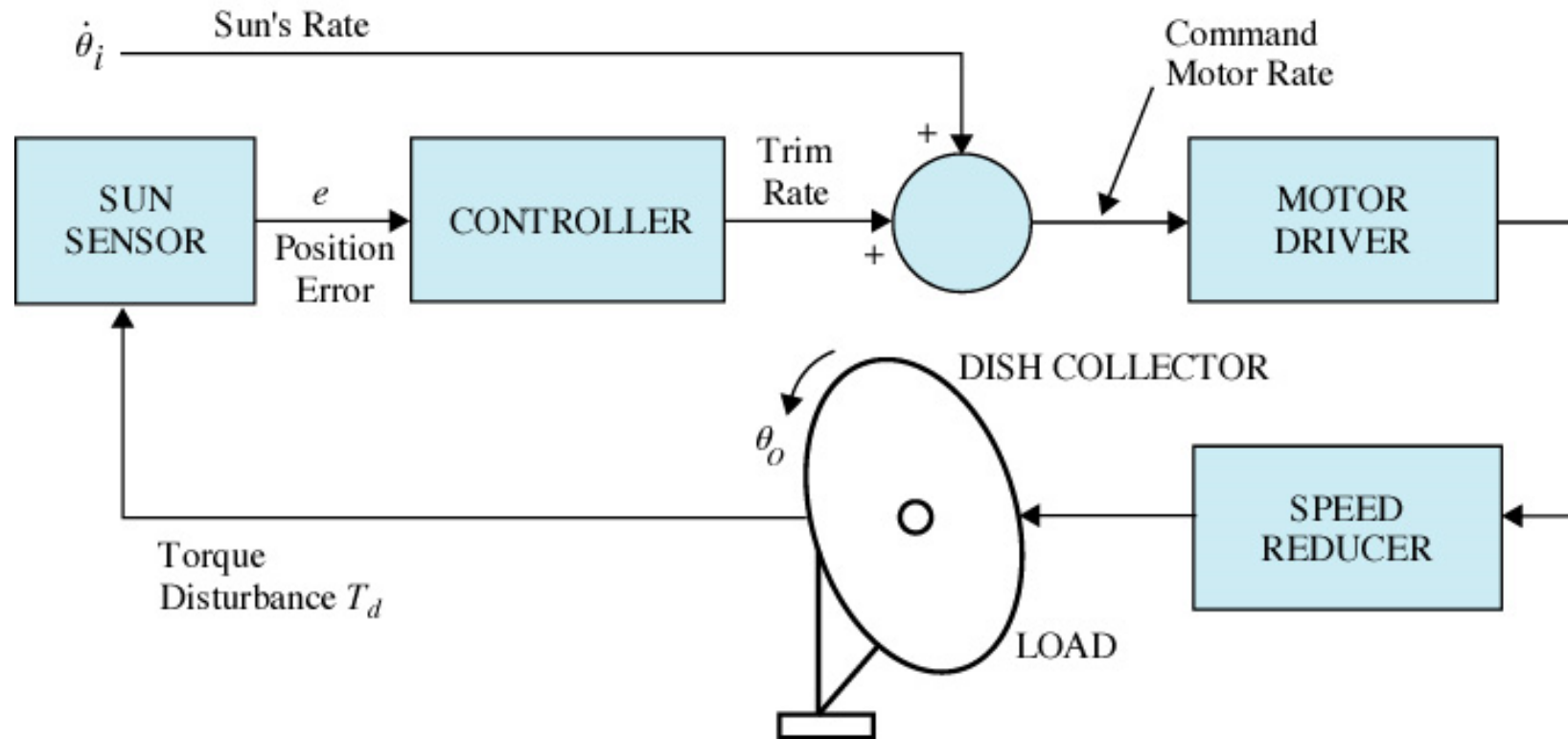


Figure 1-7 (p. 6)

Important components of the sun-tracking control system.



개루프 제어시스템(Open-loop control system)

- 간단한 제어에 사용 (세탁기 등)
- 부정확하지만 경제적

Figure 1-8 (p. 6)

Elements of an open-loop control system.



폐루프 제어시스템(Closed-loop control system)

- 출력 y 는 피드백(Feedback)이 되어 기준입력과 비교되고, 입력과 출력의 차에 비례하는 동작신호가 편차를 줄이도록 시스템을 통하여 보낸다.
- A control system usually has input and output to the system; when the output of the system is fed back into the system as part of its input, it is called the "feedback." – from Wikipedia

Figure 1-8 (p. 7)

Block diagram of a closed-loop idle-speed control system.

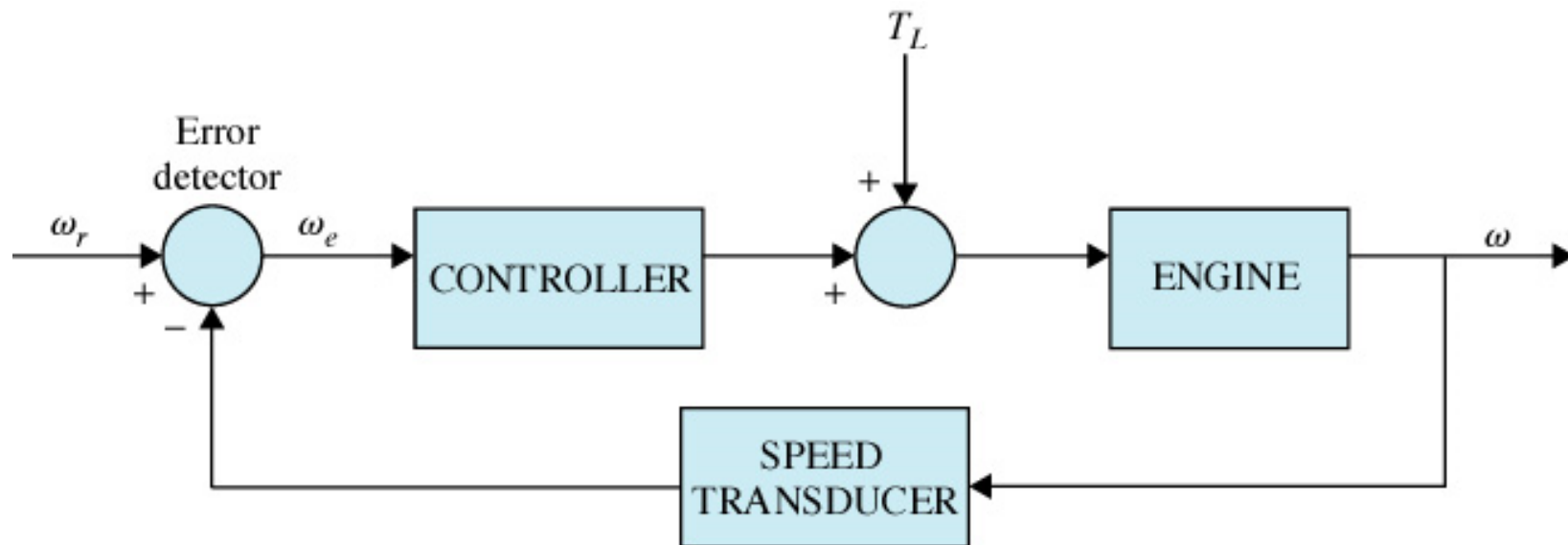
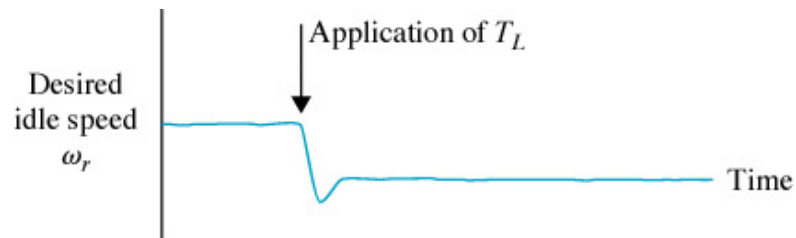


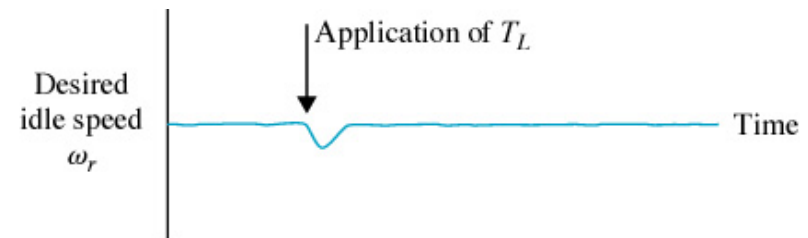
Figure 1-10 (p. 7)

(a) Typical response of the open-loop idle-speed control system.

(b) Typical response of the closed-loop idle-speed control system.



(a)



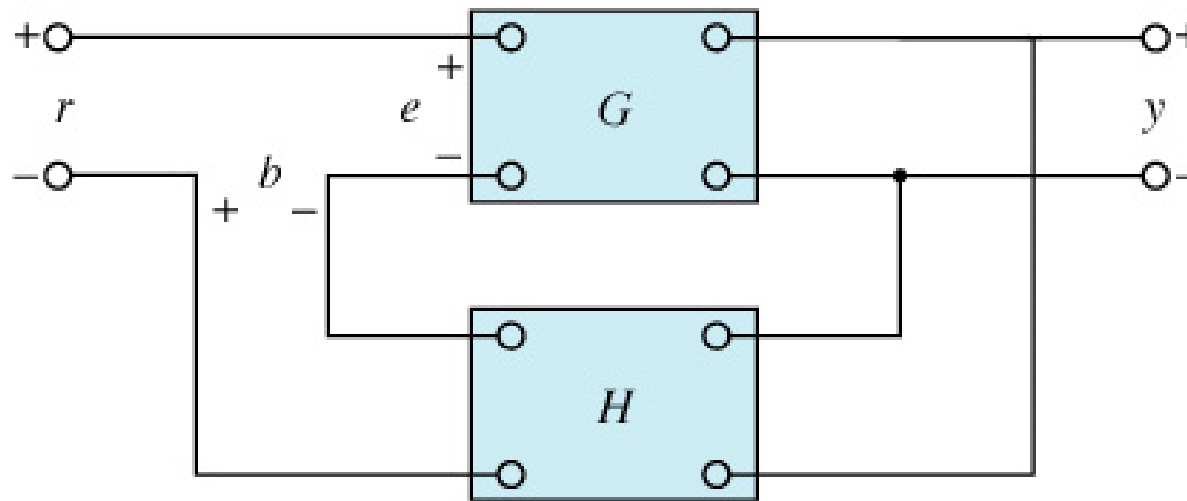
(b)

피드백이란 무엇이며, 효과는?

- 효과: 안정도(stability), 대역폭(bandwidth), 전체이득(overall gain), 임피던스(impedance), 감도(sensibility) 등의 향상
- 예: r 은 입력신호, y 는 출력신호, e 는 오차, b 는 피드백 신호라고 하면,

Figure 1-11 (p. 8)

Feedback system.



$$y = Ge,$$

$$e = r - b,$$

$$b = Hy$$

$$y = G(r-b) = G(r-Hy) = Gr - GHy$$

$$y(1+GH) = Gr$$

$$y = G/(1+GH) r$$

$$\underline{\text{Then } M = y/r = G/(1+GH)}$$

음의 피드백

안정도(Stability)

- 시스템이 입력지시를 따라갈 수 있는가 또는 일반적으로 유용한가를 기술하는 개념.
- 만약 $GH = -1$ 이면 시스템은 불안정하다. 따라서 피드백은 안정도를 개선할 수도 있지만 적절하지 못하게 쓰이면 안정도를 해치게 된다.

안정도(Stability)

- 우수한 제어시스템: 파라미터 변화에 둔감하고 입력지시에는 민감해야 함.

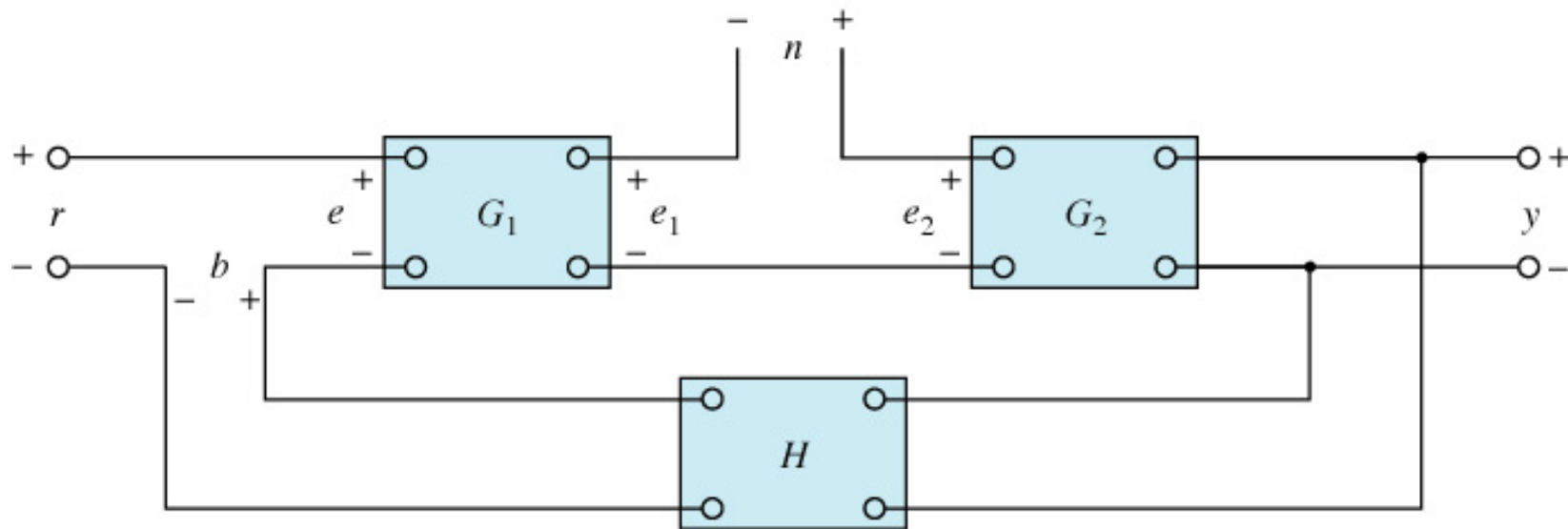
$$S_G^M = \frac{\partial M / M}{\partial G / G} = \frac{\text{percentage change in } M}{\text{percentage change in } G}$$

$$S_G^M = \frac{\partial M}{\partial G} \frac{G}{M} = \frac{1}{1 + GH}$$

- GH를 증가시키면 감도함수의 크기를 임의로 작게 할 수 있다.

외란 또는 잡음에 대한 피드백의 영향

- 일반적으로 피드백은 시스템의 특성에 미치는 잡음 및 외란의 영향을 감소시킴.



$$y = \frac{G_2}{1 + G_1 G_2 H} n$$

피드백 시스템의 종류

- 선형(linear) vs. 비선형(nonlinear)
- 시변(time-varying) vs. 시불변(time-invariant)
- 연속치(continuous-data) vs. 이산치(discrete-data)

선형제어시스템과 비선형제어시스템

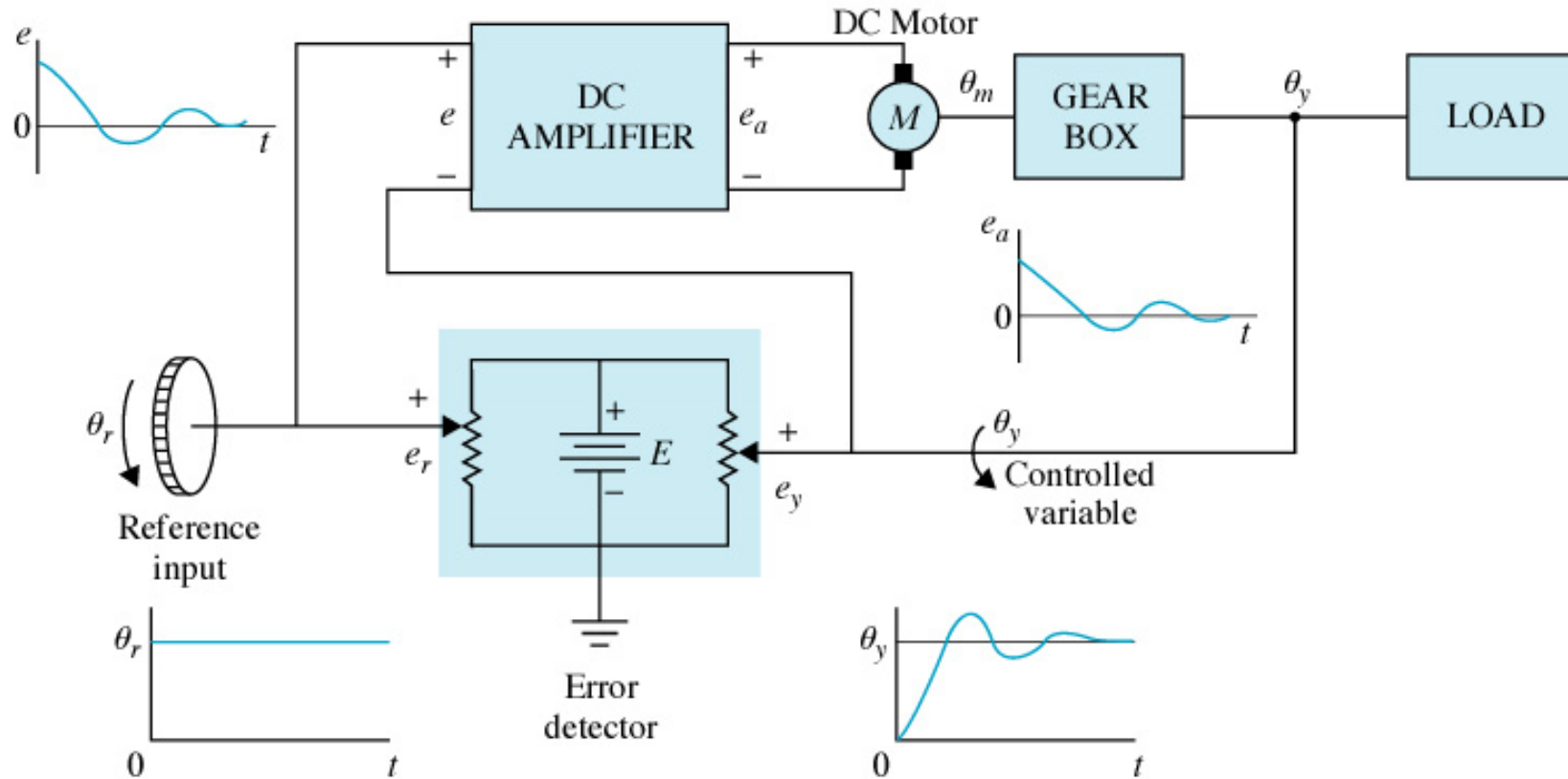
- 모든 물리시스템은 비선형
- 선형특성을 보이는 범위에서는 선형으로 간주
 - 선형이란?
 1. Superposition 특성: $f(x + y) = f(x) + f(y)$
 2. Homogeneity property: $f(\alpha x) = \alpha f(x)$ for all α .

시변/시불변 시스템과 연속치/이산치 시스템

- 시불변 시스템: 매개변수가 동작중 일정
- 연속치 시스템: 신호가 모두 연속시간변수 t 의 함수인 시스템
- 이산치 시스템: 신호가 펄스열이거나 디지털부호로 되어 있는 시스템

Figure 1-14 (p. 13)

Schematic diagram of a typical dc closed-loop system.



샘플치 시스템(Sampled data system)

- 특정 순간에만 간헐적으로 데이터 혹은 정보를 받음
- 시분할로 제어 가능. 잡음에 강함.

Figure 1-16 (p. 14)

Block diagram of a sampled-data control system.

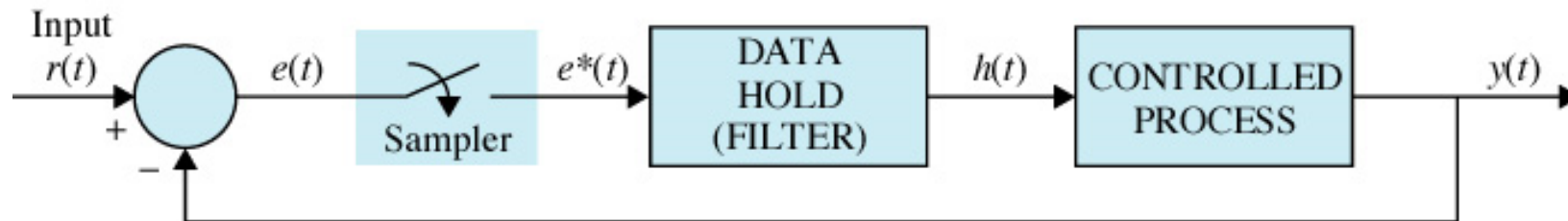


Figure 1-17 (p. 14)

Digital autopilot system for a guided missile.

