كلية
الهندسة

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

قسم الميكاترونيكس

عميد الكلية
د. إياد حاتم

المحاضرة الأولى

مقدمة في نظم التحكم (الخطي و اللاخطي)

Introduction to Control systems (linear and Nonlinear)

مدرس المقرر

د.بلال شيحا

- المصطلحات والبنية الأساسية لنظم التحكم

Control Systems: Terminology and Basic Structure Introduction

- البنية الأساسية لنظام تحكم بتغذية خلفية

Basic Structure of a Feedback Control System

- تكوين وجوهر نظرية التحكم بالتغذية الخلفية

Genesis and Essence of Feedback Control Theory

المصطلحات والبنية الأساسية لنظم التحكم

- بعض المصطلحات
- مخطط دخل_خرج لعملية ما.
- مخطط دخل_خرج لنظام تحكم.
- مخطط دخل_خرج لنظام تحكم بحلقة مفتوحة.
- مخطط دخل_خرج لنظام تحكم بحلقة مغلقة.
- **مثال (١):** نظام تحكم بخزان حمام.
- **مثال (٢):** نظام التحكم بقيادة سيارة.
- **مثال (٣):** نظام التسخين المنزلي .

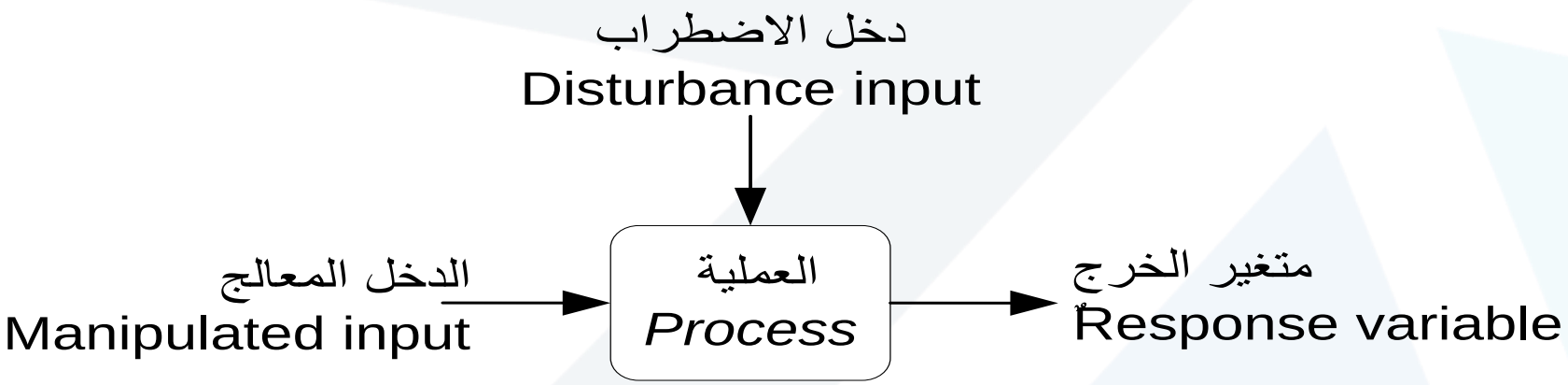
بعض المصطلحات

$$\text{engineering system} \Rightarrow \text{physical system}$$

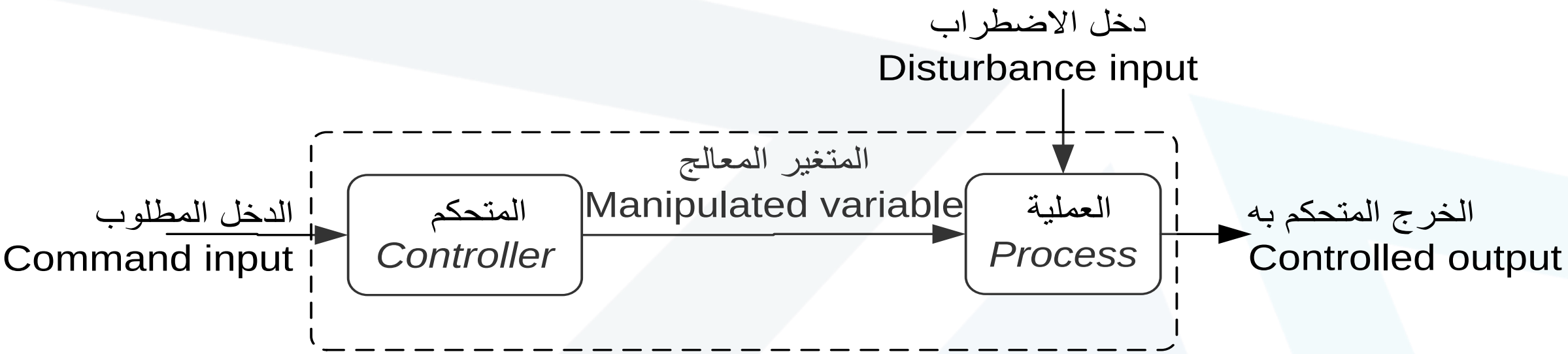
$$\text{process} \Leftrightarrow \text{plant} \Leftrightarrow \text{controlled system}$$

$$\text{servomchanism} \Rightarrow \begin{cases} \text{position} \\ \text{velocity} \\ \text{acceleration} \end{cases}$$

مخطط دخل_خرج لعملية ما.



مخطط دخل_خرج لنظام تحكم.



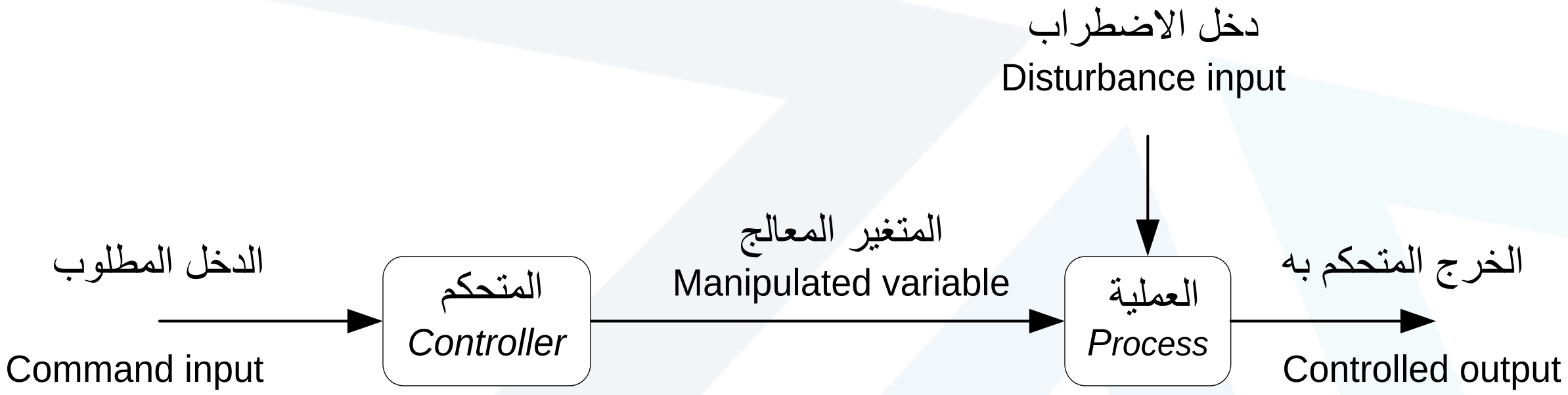
بعض المصطلحات

$$\text{regulator}: \quad \text{set-point}$$

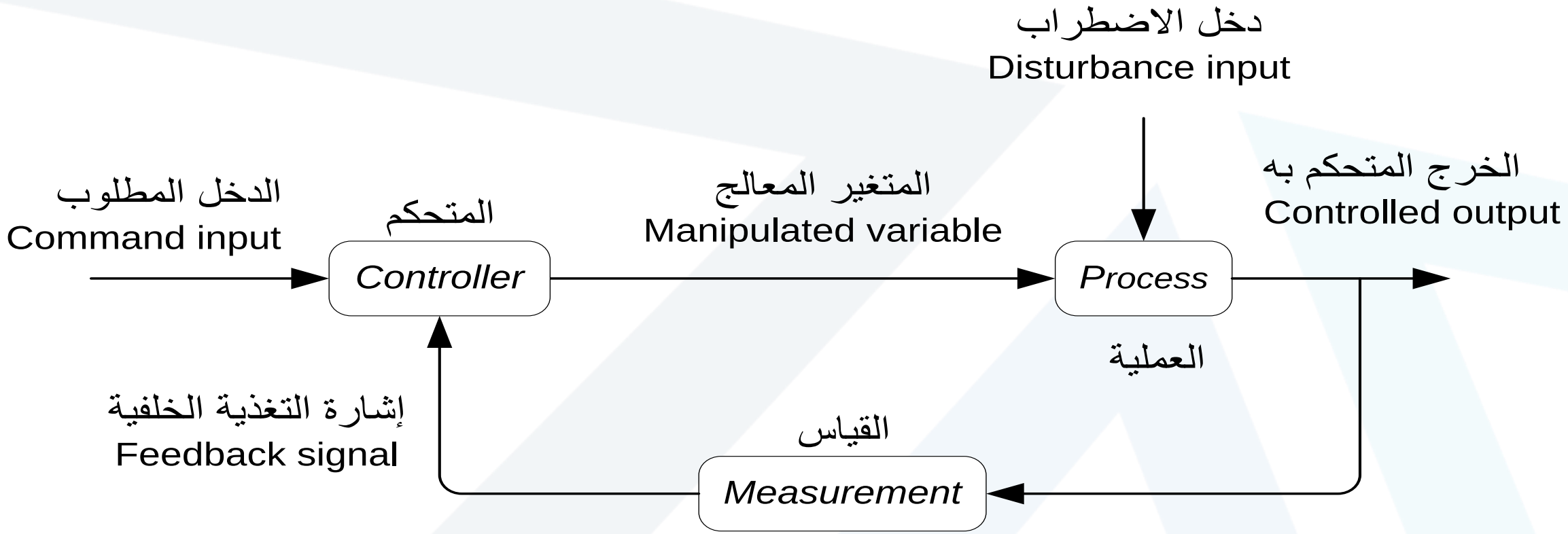
$$\text{resetting control problem}$$

$$\text{follow}-\text{up} \quad (\text{tracking})$$

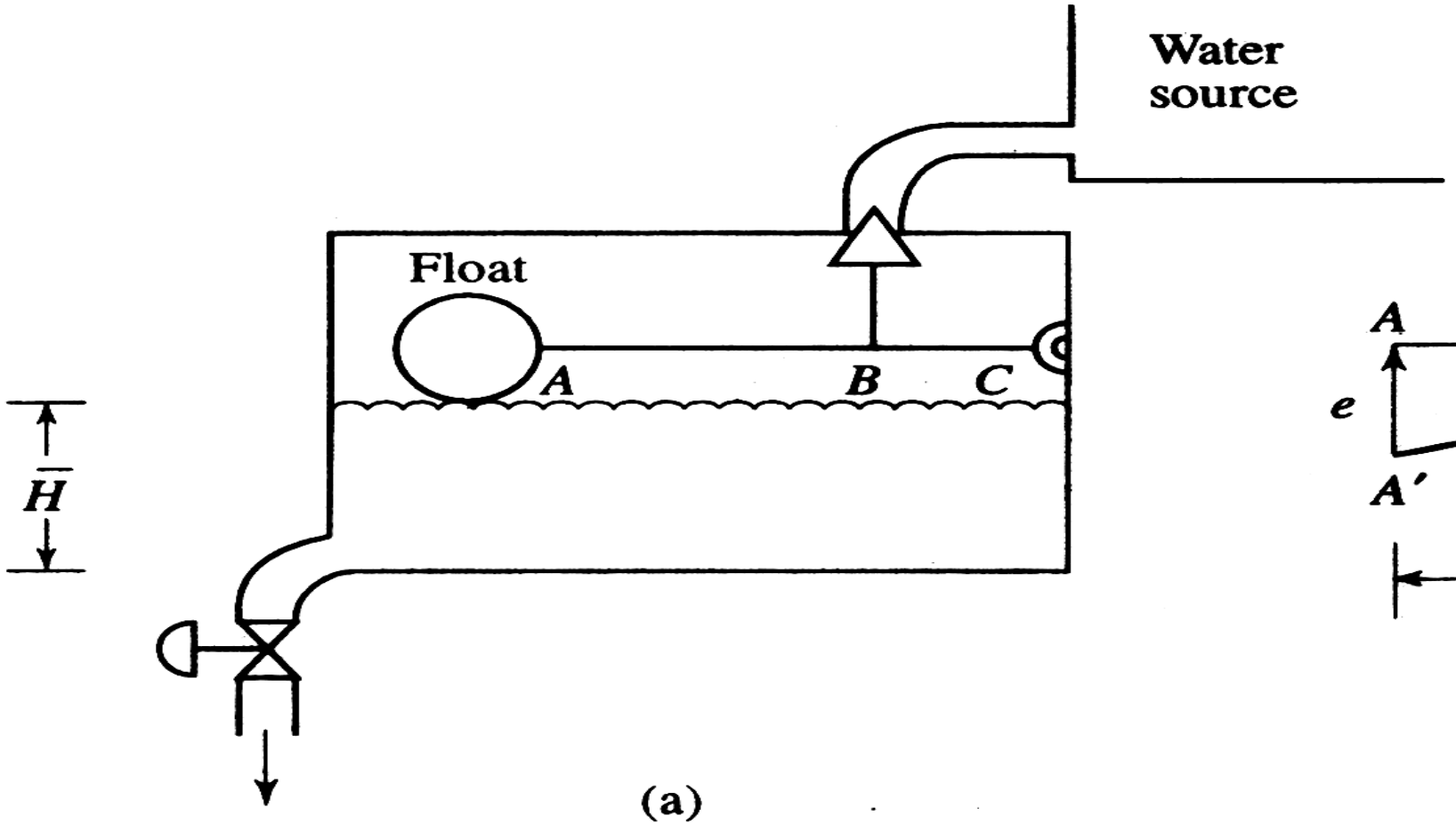
مخطط دخل_خرج لنظام تحكم بحلقة مفتوحة.



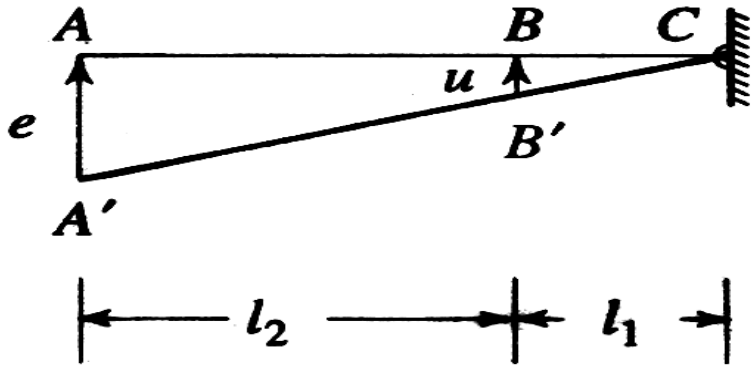
مخطط دخل_خرج لنظام تحكم بحلقة مغلقة



مثال (۱): نظام تحکم بخزان حمام

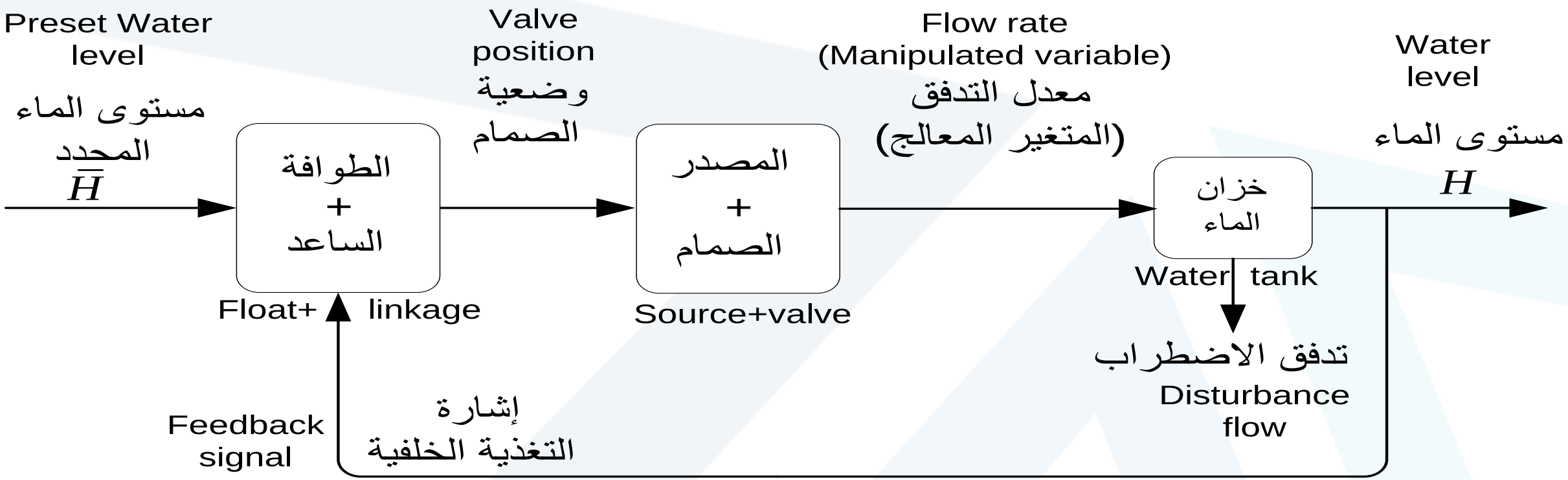


(a)



(b)

مثال (١): نظام تحكم بخزان حمام



(c)

مثال (١): نظام تحكم بخزان حمام

$$\frac{AA'}{AC} = \frac{AA'}{AB + BC} = \frac{BB'}{BC}$$

$$\frac{e}{\ell_1 + \ell_2} = \frac{u}{\ell_1}$$

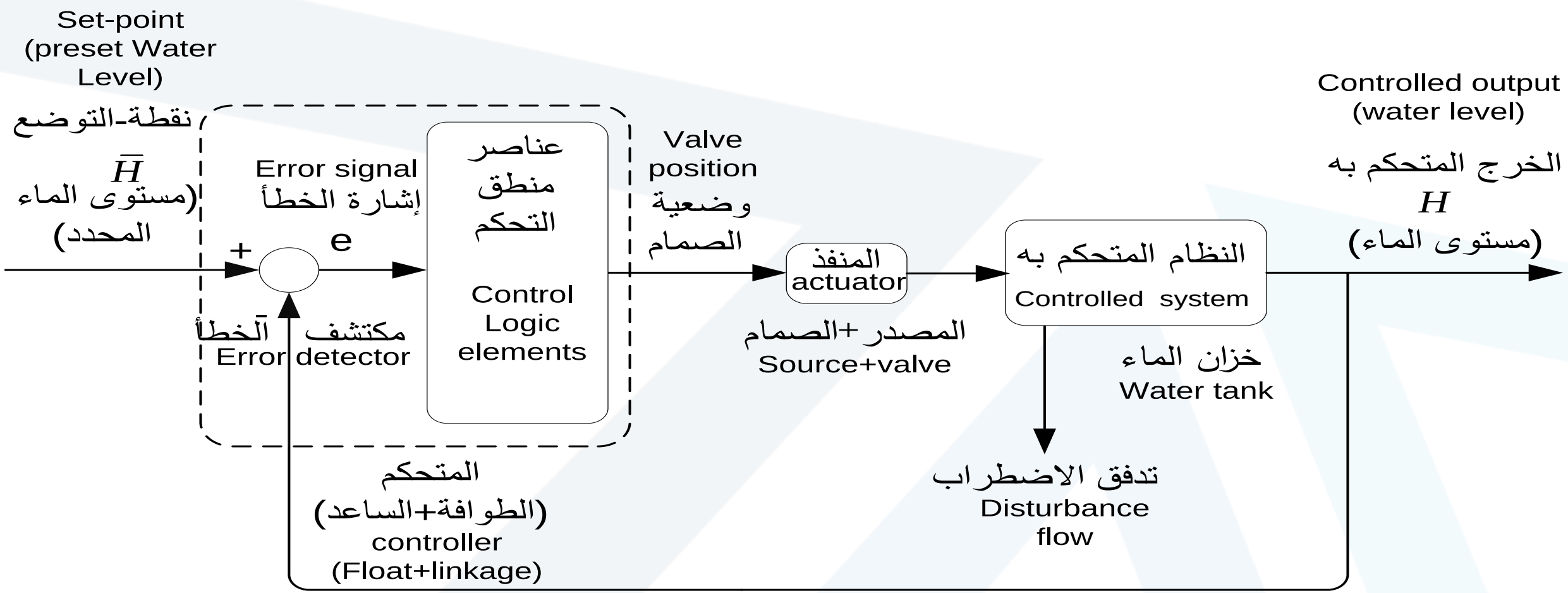
حيث:

e : **إشارة الخطأ الناتجة من الطوافة.**

u : **إشارة التحكم الناتجة من الساعد.**

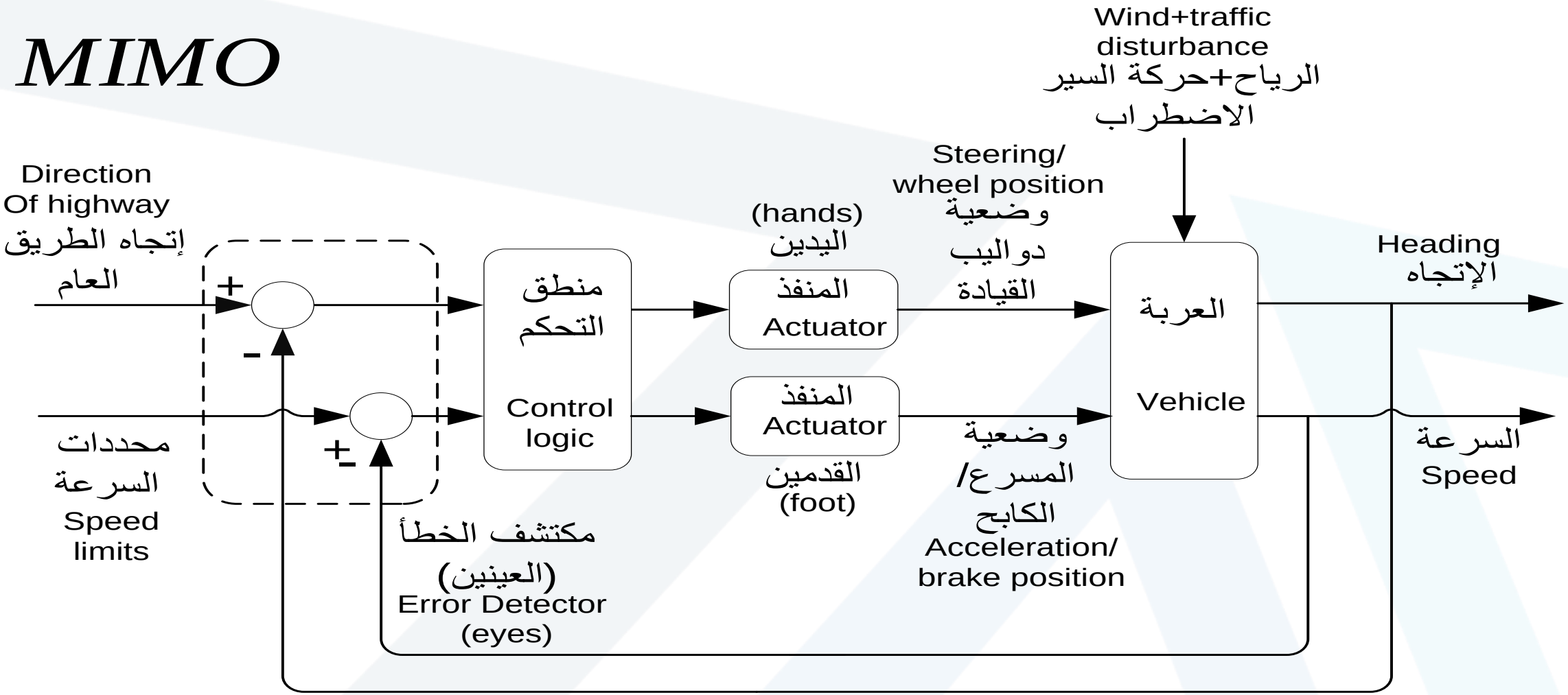
$$u = \frac{\ell_1}{\ell_1 + \ell_2} e$$

مثال (١): نظام تحكم بخزان حمام



مثال (٢): نظام التحكم بقيادة سيارة.

MIMO

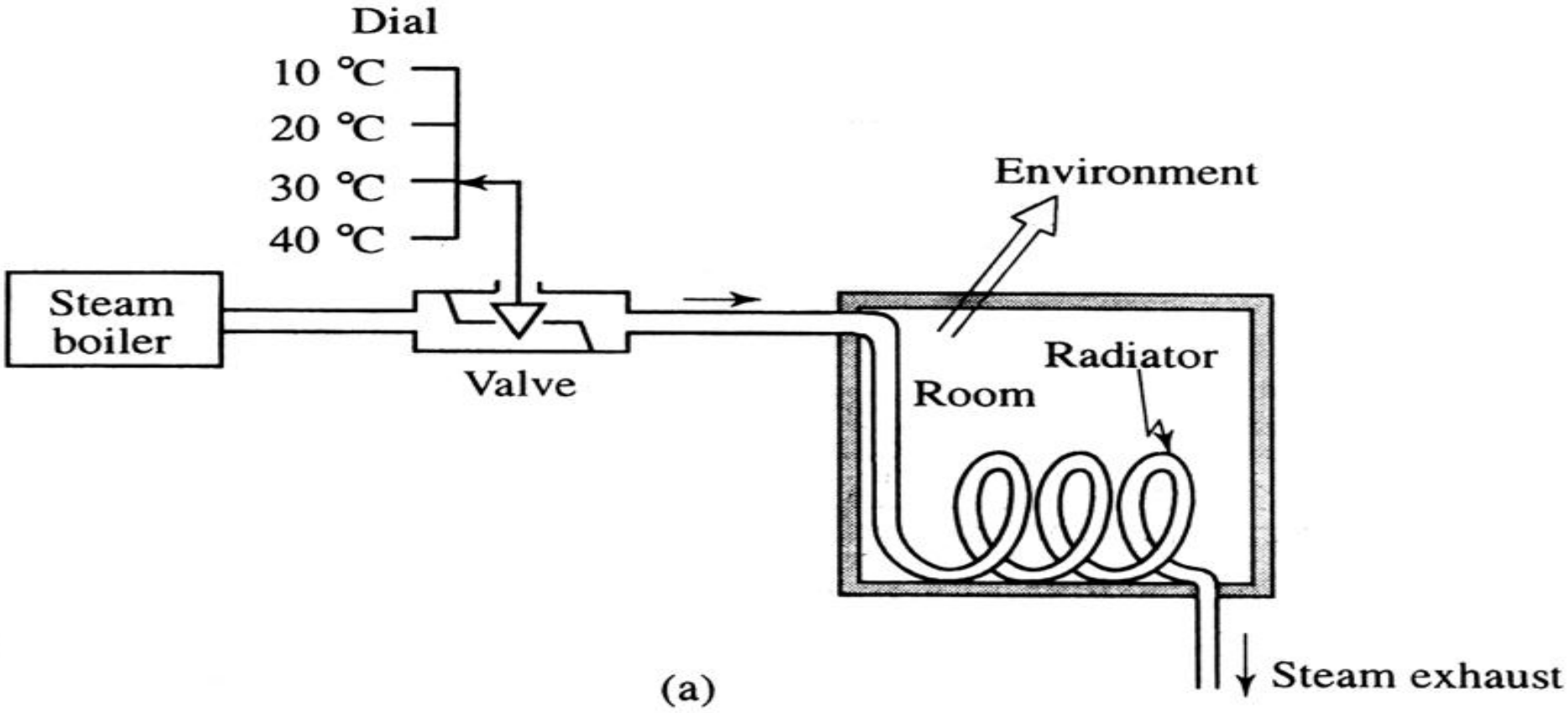


نظام قيادة سيارة

- عندما يكون للنظام أكثر من خرج متحكم به وأكثر من دخل مطلوب فإنه يُدعى بالنظام متعدد المتغيرات multivariable أو نظام متعدد الدخل_متعدد الخرج .

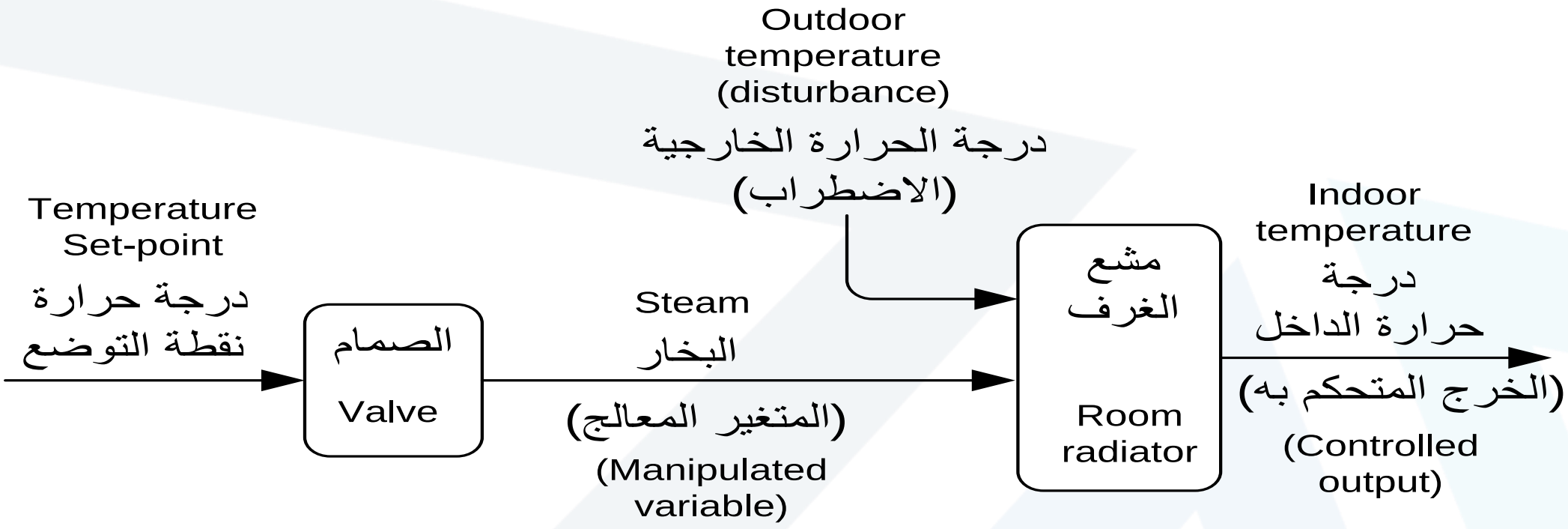
$$\text{Multi} - \text{Input Multi} - \text{Output } (MIMO)$$

مثال (٣): نظام التسخين المنزلي .



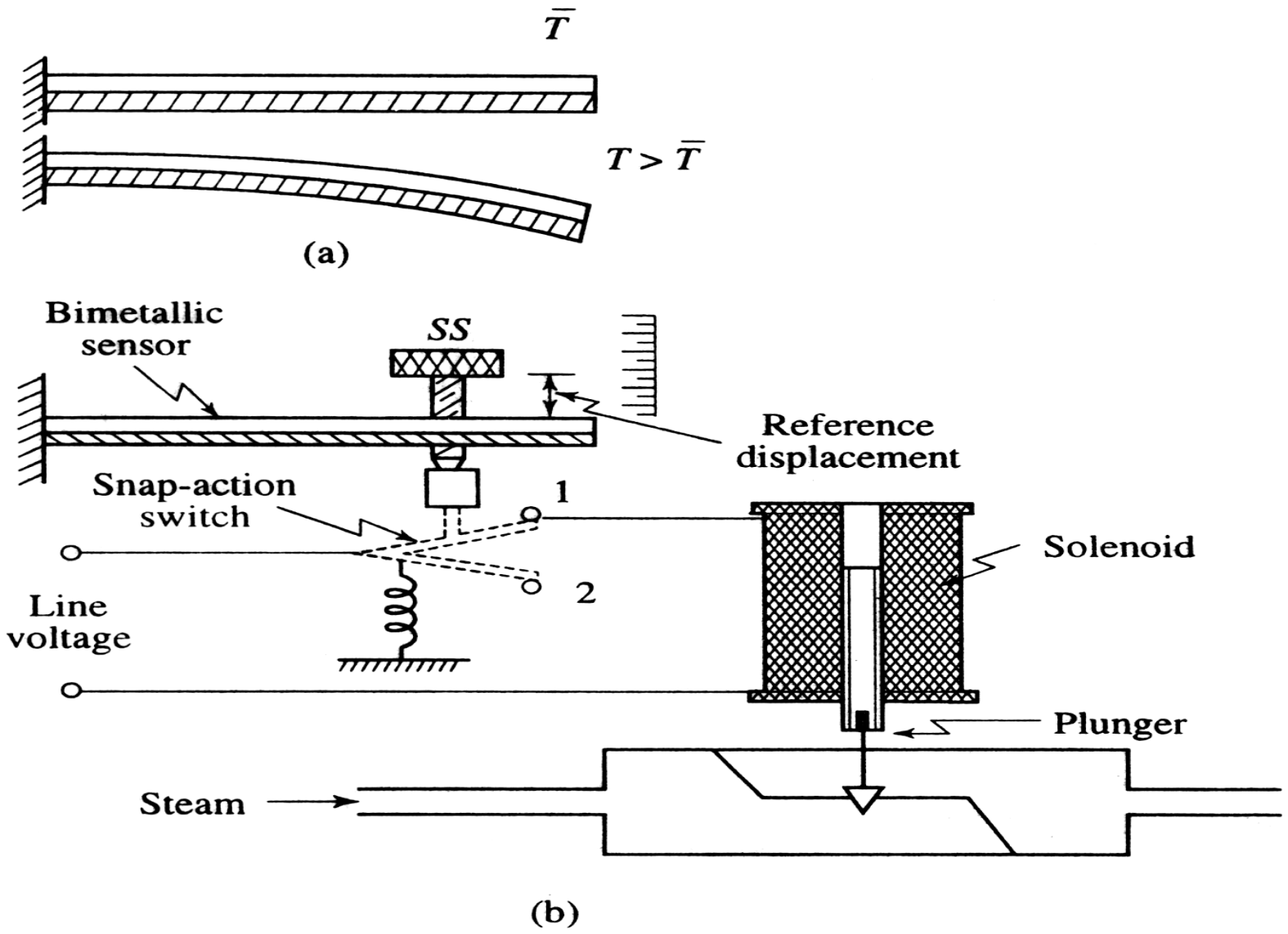
(a)

مثال (٣): نظام حلقة مفتوحة للتحكم بدرجة الحرارة.

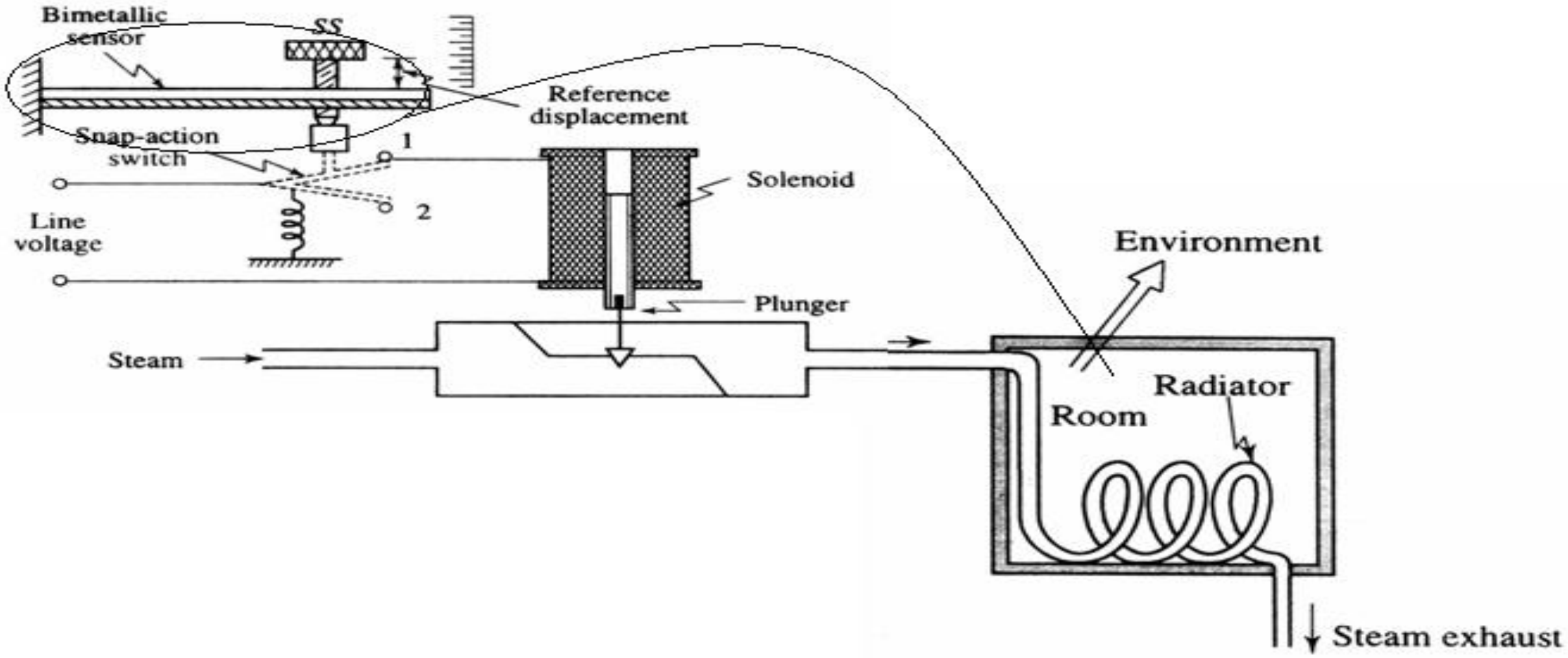


(b)

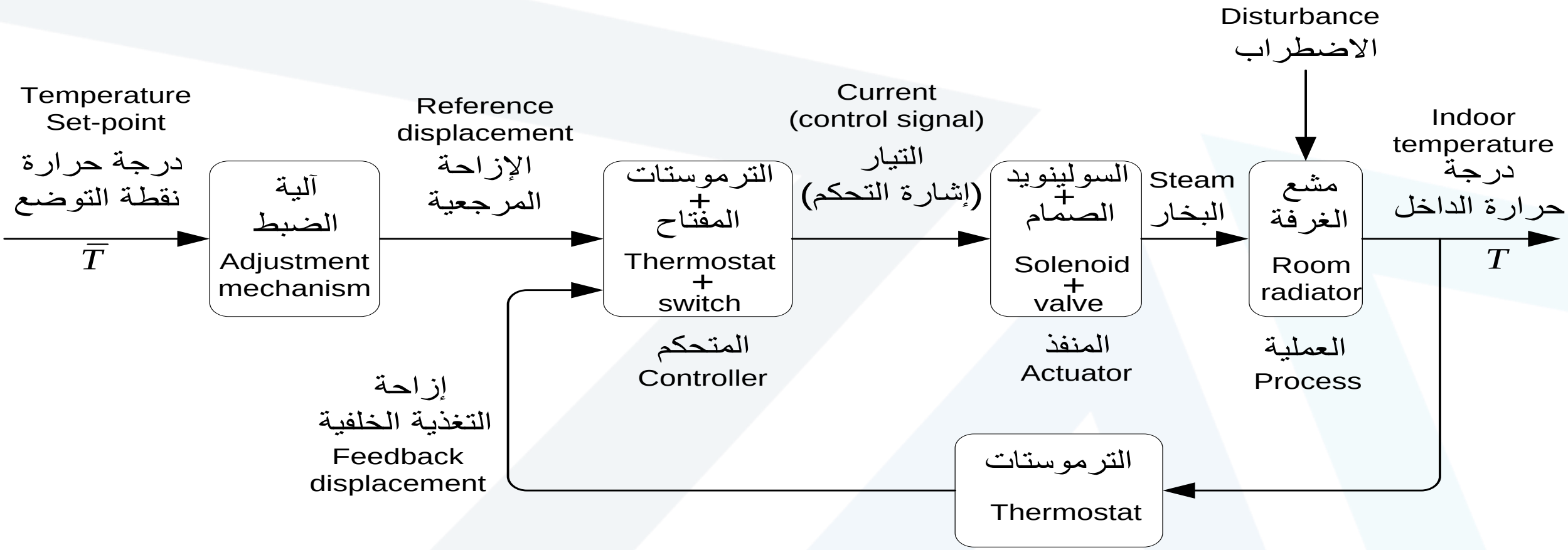
مثال (٣): نظام مغلق للتحكم بدرجة حرارة.



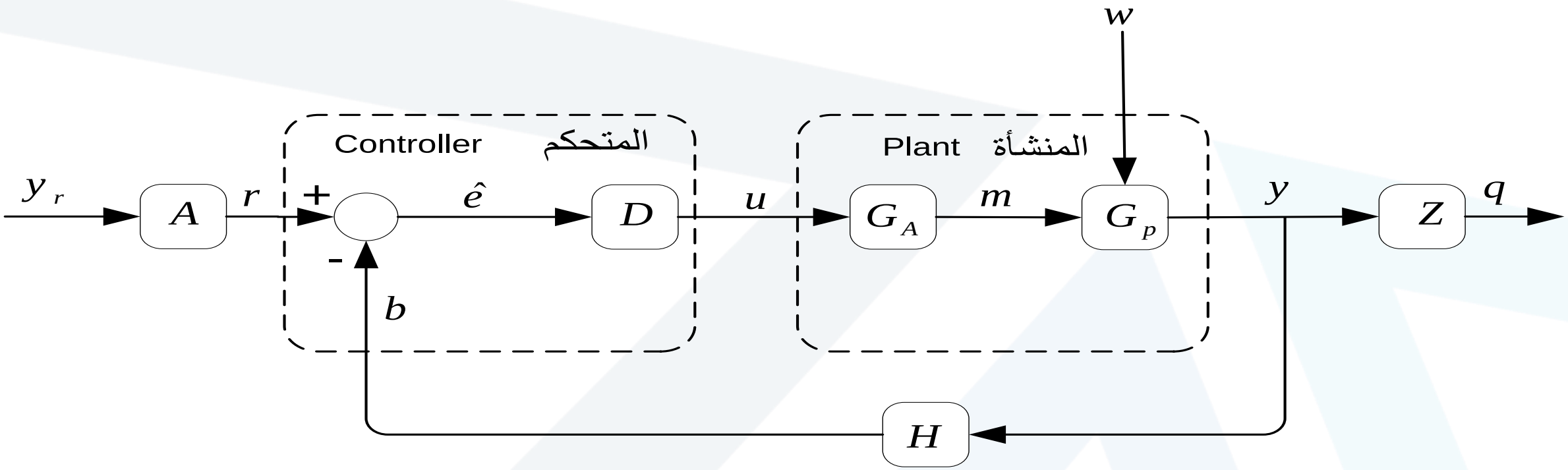
مثال (٣): نظام مغلق للتحكم بدرجة حرارة.



مثال (٣): المخطط الصندوقي الوظيفي لنظام تحكم بدرجة حرارة.



البنية الأساسية لنظام تحكم بتغذية خلفية



البنية الأساسية لنظام تحكم بتغذية خلفية

العناصر

A : عناصر الدخل المرجعي

D : عناصر منطق التحكم

G_A : عناصر المنفذ

(عناصر التحكم النهائي)

G_P : عناصر النظام المتحكم به

Z : عناصر النظام المتحكم به

غير المباشرة

H : عناصر التغذية الخلفية

الإشارات

b : إشارة التغذية الخلفية

y : المتغير المتحكم به(الخرج)

w: دخل الاضطراب

$\hat{e}$: إشارة الخطأ المنفذ

u: إشارة التحكم

m : المتغير المعالج

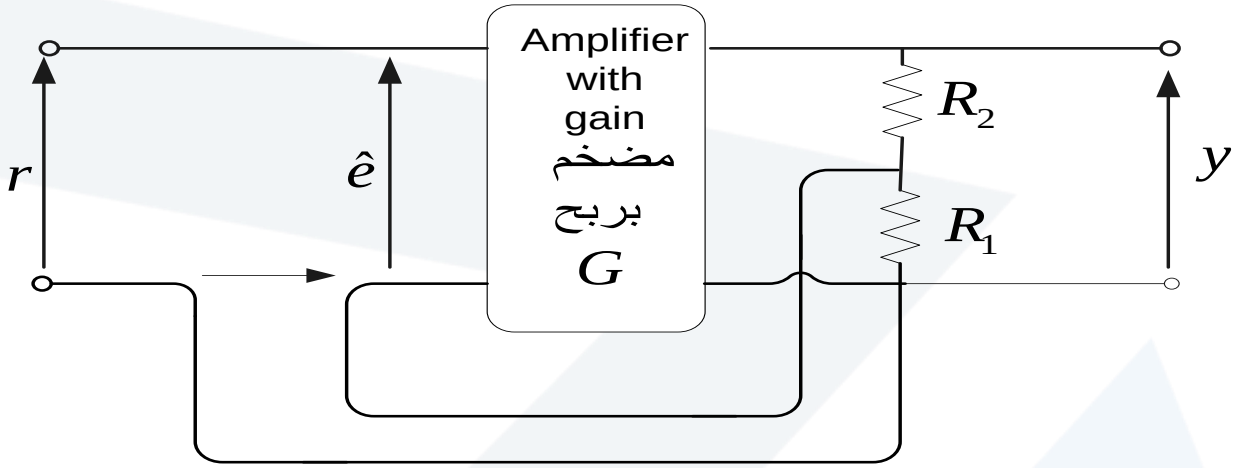
r : الدخل المرجعي

y_r : الدخل المطلوب

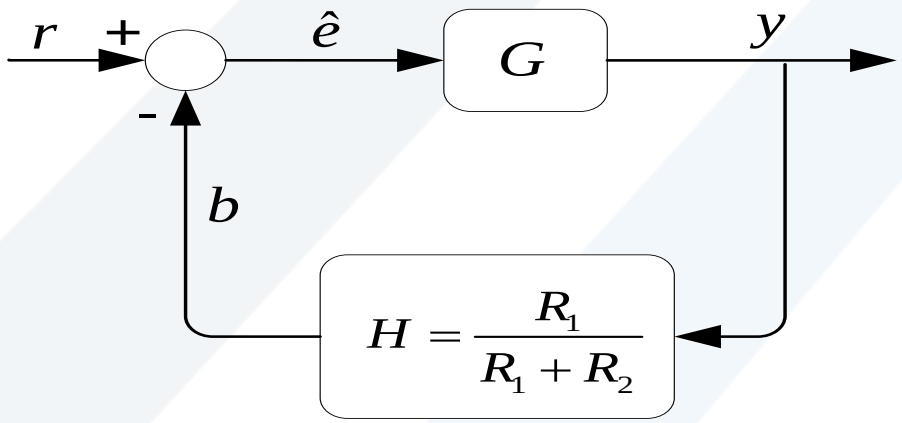
q : المتغير المتحكم به غير المباشر

تكوين وجوهر نظرية التحكم بالتغذية الخلفية

Genesis and Essence of Feedback Control Theory



(a)



(b)

$$G >>$$

$$b = y \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$\hat{e} = r - b$$

تكوين وجوهر نظرية التحكم بالتغذية الخلفية
Genesis and Essence of Feedback Control Theory

تشترك نظم التحكم الآلي بالمميزات العامة التالية:

١- مبدأ عمل نظام ما يستخدم فكرة التغذية الخلفية (ويعني هذا أنه توجد حلقة مغلقة):

خطأ ⟵ متغير مشغّل ⟵ متغير متحكم به ⟵ خطأ.

٢- الغرض الأولي من النظام هو خطأ صفري.

$$y = G(r - Hy)$$

- ربح الحلقة المغلقة هو:

$$M = \frac{y}{r} = \frac{G}{1 + HG}$$

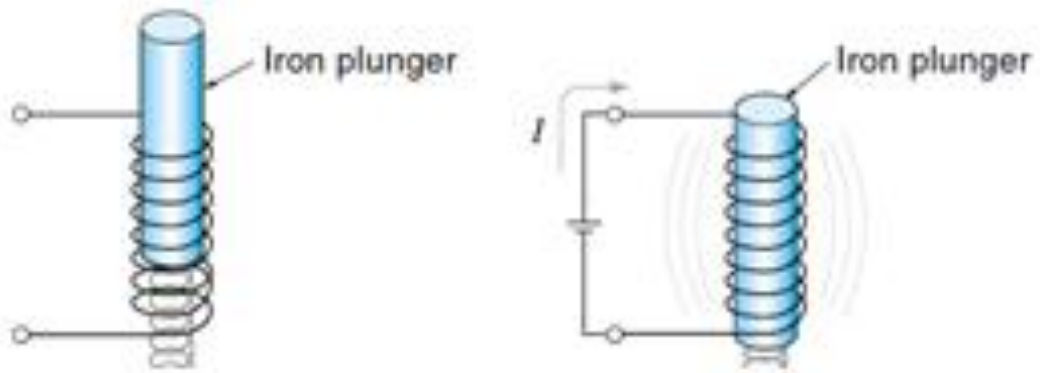
تكوين وجوهر نظرية التحكم بالتغذية الخلفية

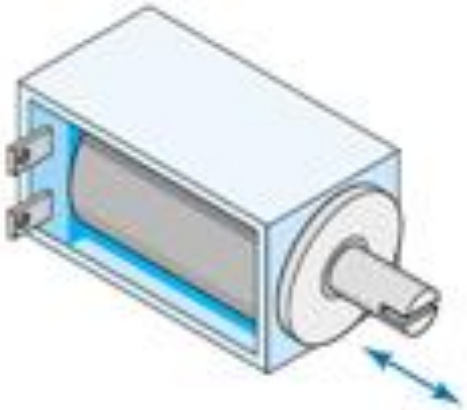
Genesis and Essence of Feedback Control Theory

$$M \cong \frac{1}{H} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \quad for \quad GH >> 1$$

ويعني هذا أنّه باستخدام التغذية الخلفية أصبح بالإمكان تحويل مضخم مرتفع جداً بربح غير ثابتٍ إلى مضخمٍ منخفض لكن بربحٍ ثابتٍ. وإنّ الربح G الأكثر ارتفاعاً يقابله M أكثر استقراراً، ومن جهة أخرى فإنّ الزيادة الكبيرة في G تؤدي إلى عدم الاستقرار. إن التوافق بين متطلبات الأداء المرغوب وهوامش الاستقرار الكافية كان المسألة المركزية الأولى وأصبح لاحقاً الإنجاز الأساسي لنظرية التحكم بالتغذية الخلفية.

Solenoid





DC solenoid