

مبدأ المتحكمات PID

مدرس المقرر
الدكتور نسمة أبو طبق
جامعة المنارة

مقدمة

- أنواع المتحكمات
- استجابة المتحكم التناسبي
- استجابة المتحكم التكاملي
- استجابة المتحكم التناسبي التكاملي
- استجابة المتحكم التناسبي التفاضلي

أنواع المتحكمات PID

تصنيف المتحكمات حسب الفعل

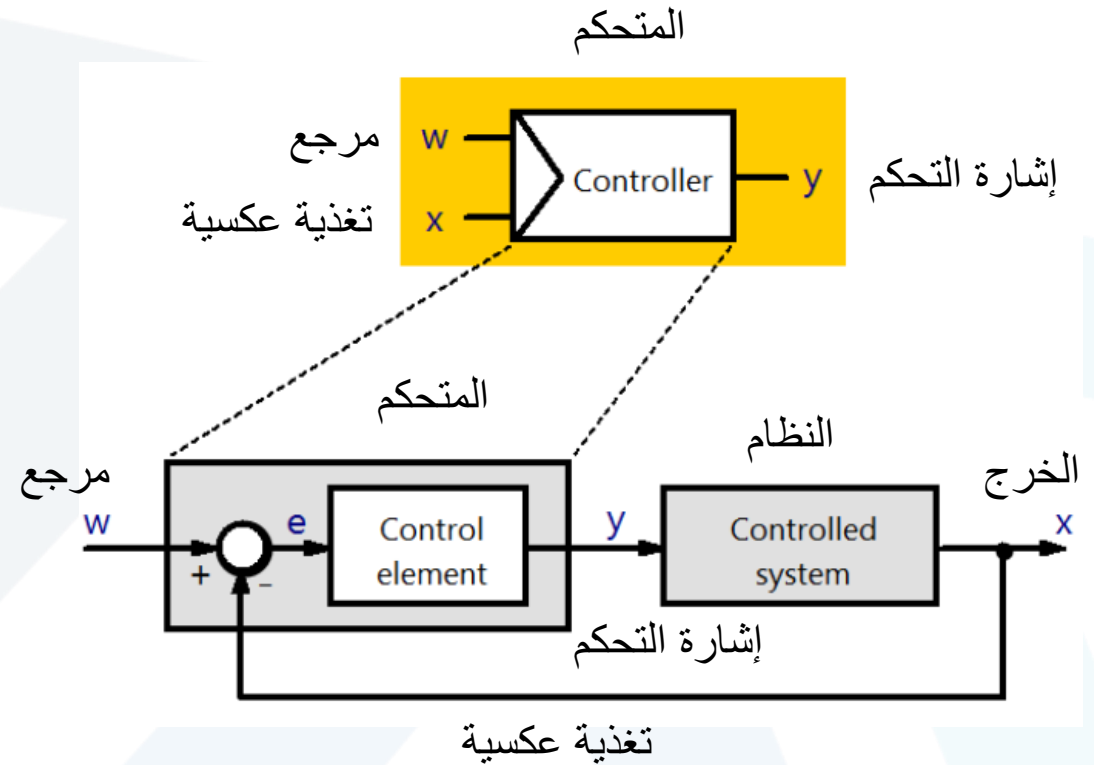
• التناسبي P K_p

• التكاملي I $\frac{1}{T_i s}$

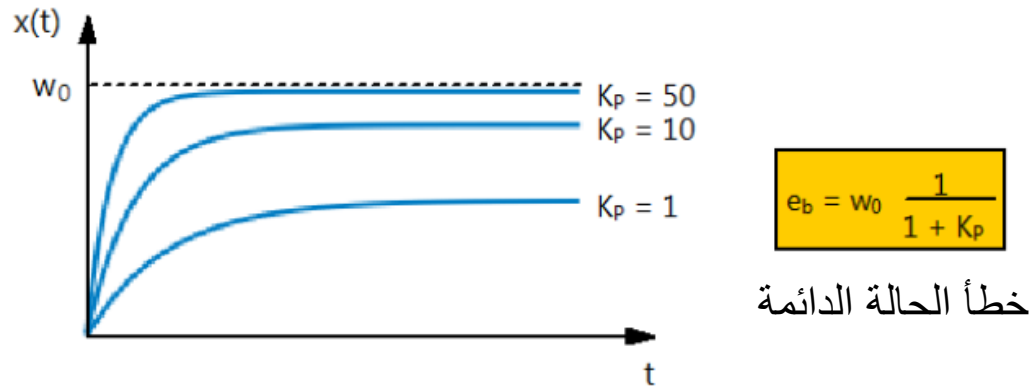
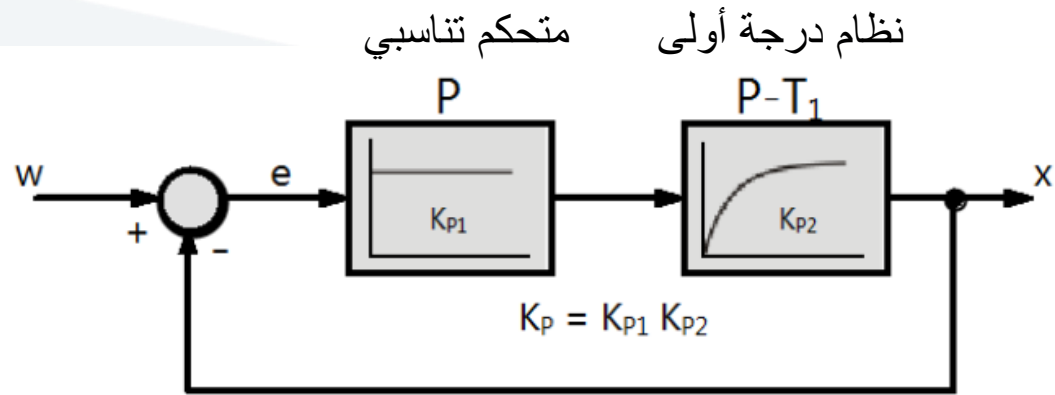
• التناسبي التكاملي PI $K_p (1 + \frac{1}{T_i s})$

• التناسبي التفاضلي PD $K_p (1 + T_d s)$

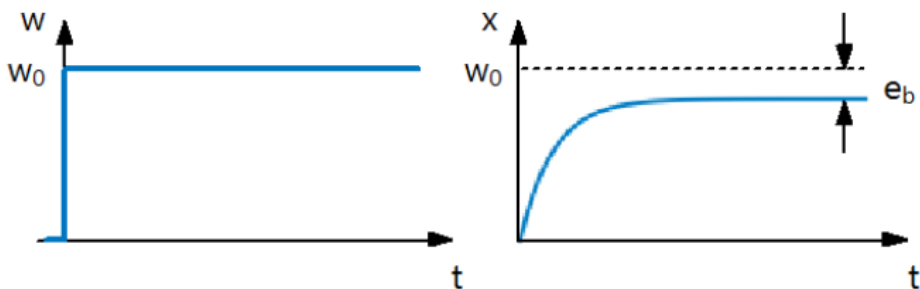
• التناسبي التفاضلي التكاملي PID $K_p (1 + T_d s + \frac{1}{T_i s})$



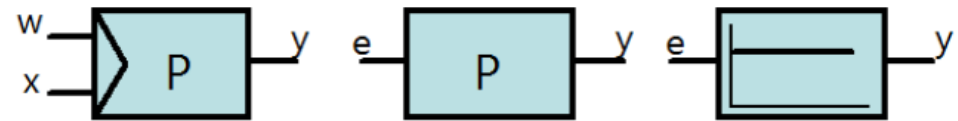
المتحكم التناسبي



خطأ الحالة الدائمة أو المستقرة



Block symbol(s):

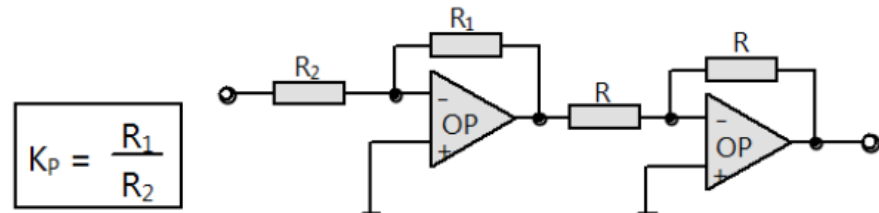


Controller equation:

$$y(t) = K_p e(t)$$

معادلة المتحكم

Electronic realization:

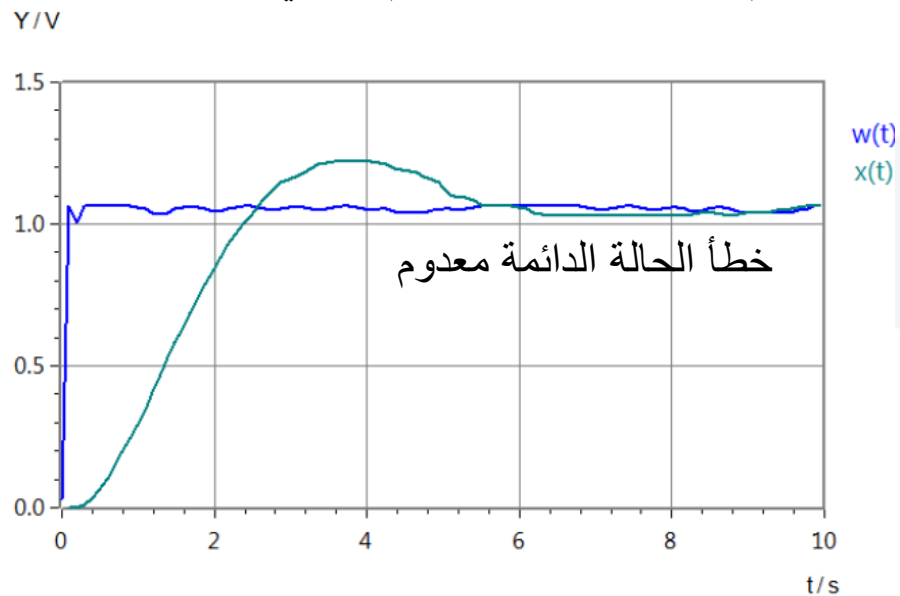


ربح المتحكم

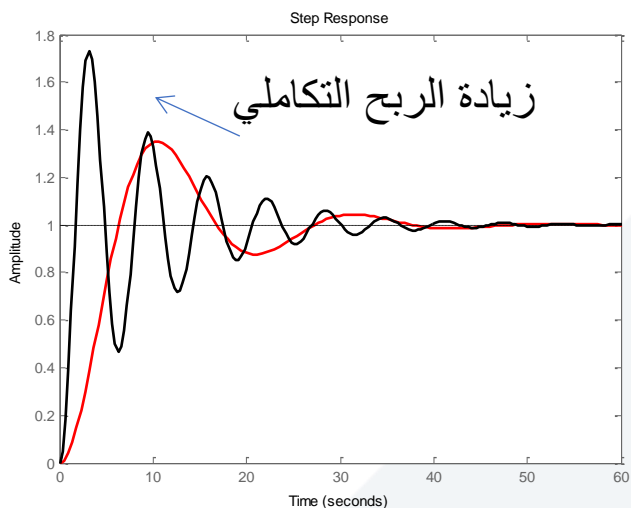
الدارة النظرية للمتحكم التناسبي

زيادة ربح المتحكم التناسبي يقلل خطأ الحالة المستقرة مع نظام درجة أولى

نظام درجة أولى متحكم تكاملي



$$K_I = \frac{1}{T_I}$$

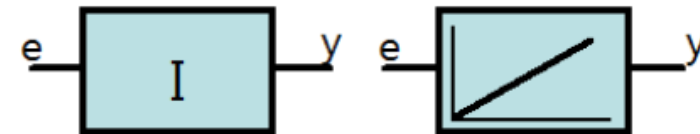


المتحكم التكاملي

Block symbol(s):



رمز المتحكم



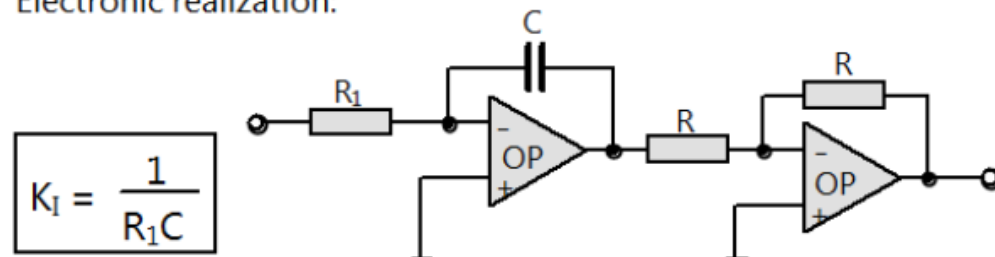
الربح التكاملي يحدد ميل المستقيم

Controller equation:

$$y(t) = K_I \int e(t) dt$$

معادلة المتحكم

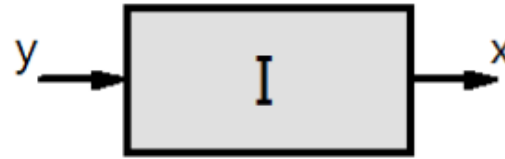
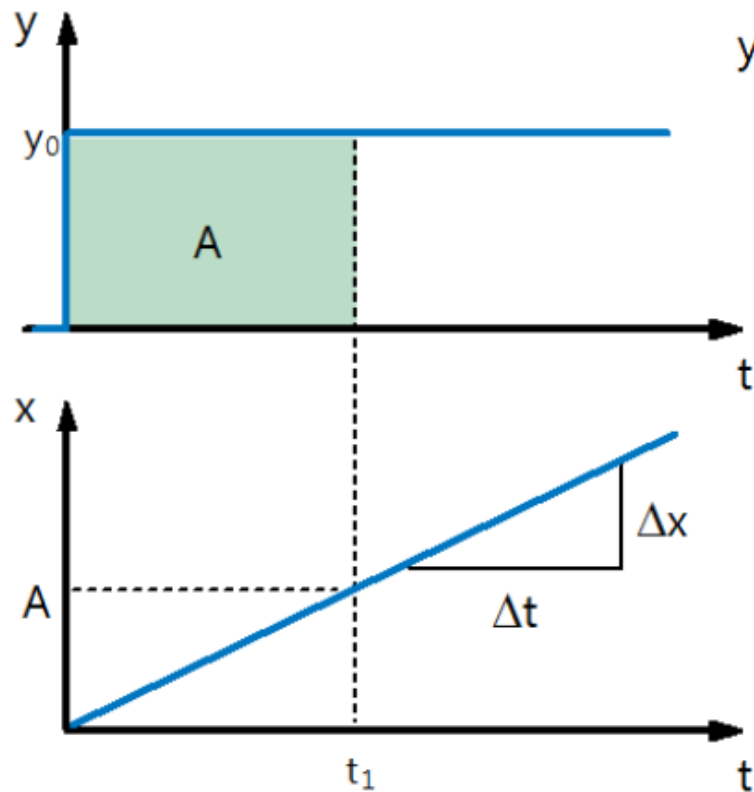
Electronic realization:



الدارة النظرية للمتحكم التكاملي ربح المتحكم

$$\frac{Y(s)}{E(s)} = \frac{K_I}{s} = \frac{1}{T_I s}$$

تحديد ربح المتحكم التكاملي



$$\frac{Y(s)}{E(s)} = \frac{K_I}{s} = \frac{1}{T_I s}$$

نوجد الميل

$$K_I = \frac{1}{T_I} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \frac{1}{y_0}$$

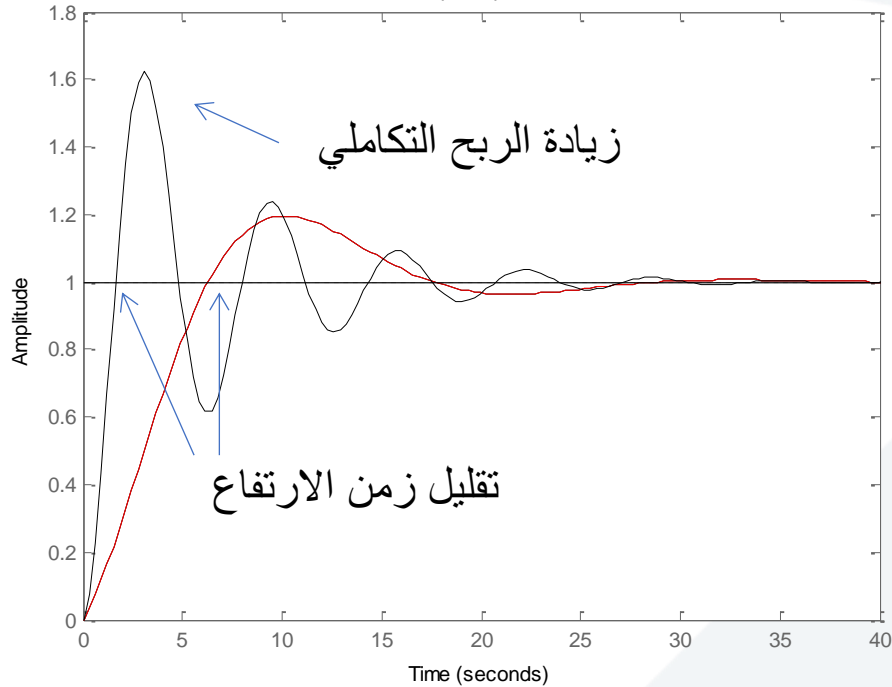
ربح المتحكم

المتحكم التناسبي التكاملي

استجابة نظام درجة أولى مع متحكم تناسبي تكاملي
بحلقة مغلقة

زيادة التجاوز الأعظمي

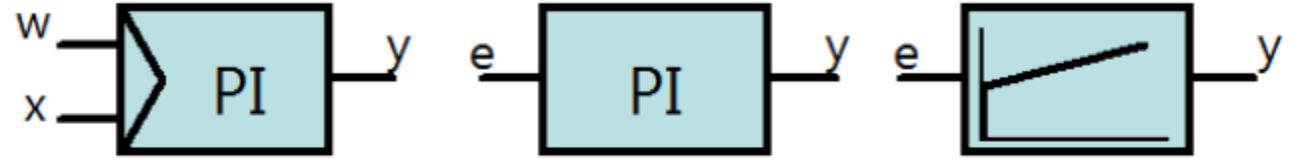
Step Response



زيادة الريح تزيد اهتزاز النظام وتقلل زمن الارتفاع وتزيد التجاوز الأعظمي

Block symbol(s):

رمز المتحكم التناسبي التكاملي



استجابة المتحكم التناسبي التكاملي لدخل خطوة

Controller equation:

$$y(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt \right)$$

$$= K_p e(t) + K_I \int e(t) dt \quad K_I = \frac{K_p}{T_i}$$

معادلة المتحكم

ريح تكاملي

ريح تناسبي

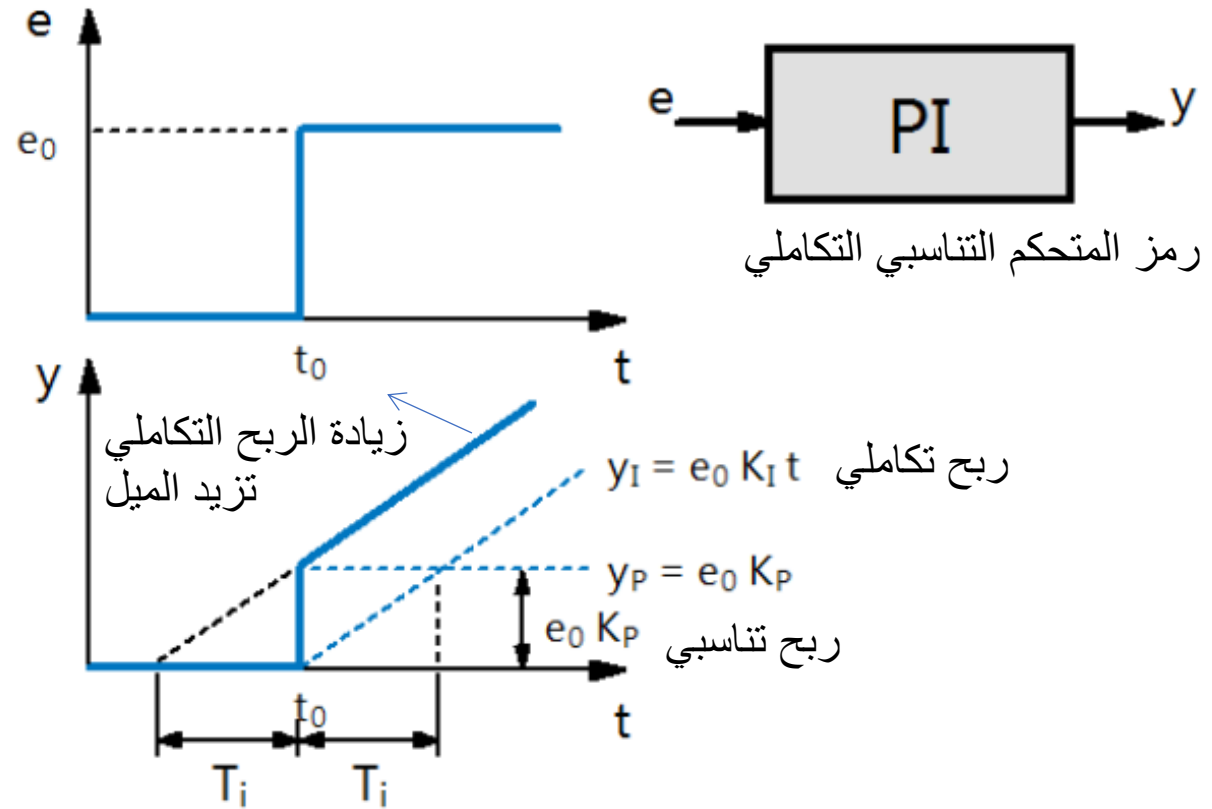
$$\frac{Y(s)}{E(s)} = K_p + \frac{K_I}{s} = K_p + \frac{K_p}{T_i s}$$

نموذج المتحكم

أيجاد ربح المتحكم التناسبي التكاملي

$$\frac{Y(s)}{E(s)} = K_P + \frac{K_I}{s} = K_P + \frac{K_P}{T_I s}$$

معادلة المتحكم



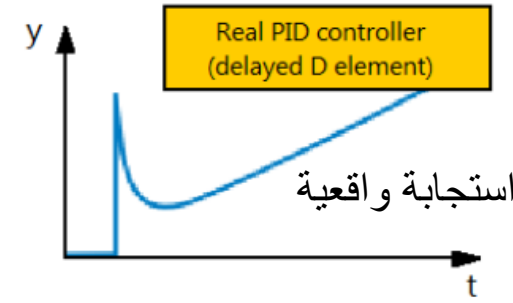
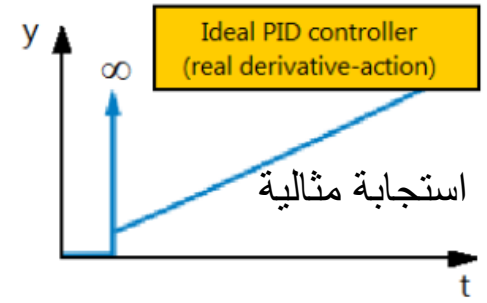
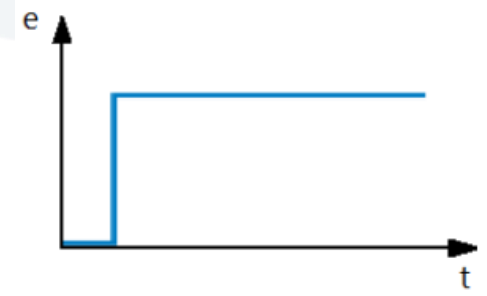
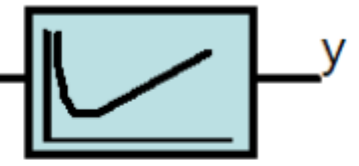
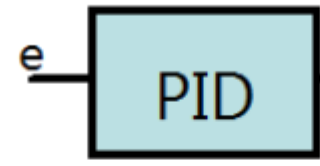
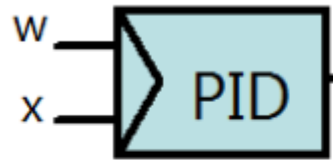
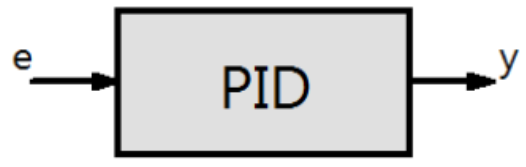
Step response of the PI controller

استجابة المتحكم التناسبي التكاملي لدخل خطوة



المتحكم التناسبي التكاملي التفاضلي

Block symbol(s):



Step response of the PID controller

استجابة المتحكم التناسبي التكاملي التفاضلي لدخل خطوة

Controller equation:

رمز المتحكم التناسبي التكاملي التفاضلي

$$y(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{d e(t)}{dt} \right)$$

$$= K_p e(t) + K_I \int e(t) dt + K_D \frac{d e(t)}{dt}$$

ربح تناسبي $K_I = \frac{K_p}{T_i}$ ربح تفاضلي $K_D = K_p T_d$

معادلة المتحكم

نموذج المتحكم $\frac{Y(s)}{E(s)} = K_p + \frac{K_I}{s} + K_d s = K_p + \frac{K_p}{T_i s} + K_p T_d s$

المتحكم التناسبي التفاضلي

Block symbol(s):



Controller equation:

معادلة المتحكم

$$y(t) = K_p \left(e(t) + T_d \frac{d e(t)}{dt} \right)$$

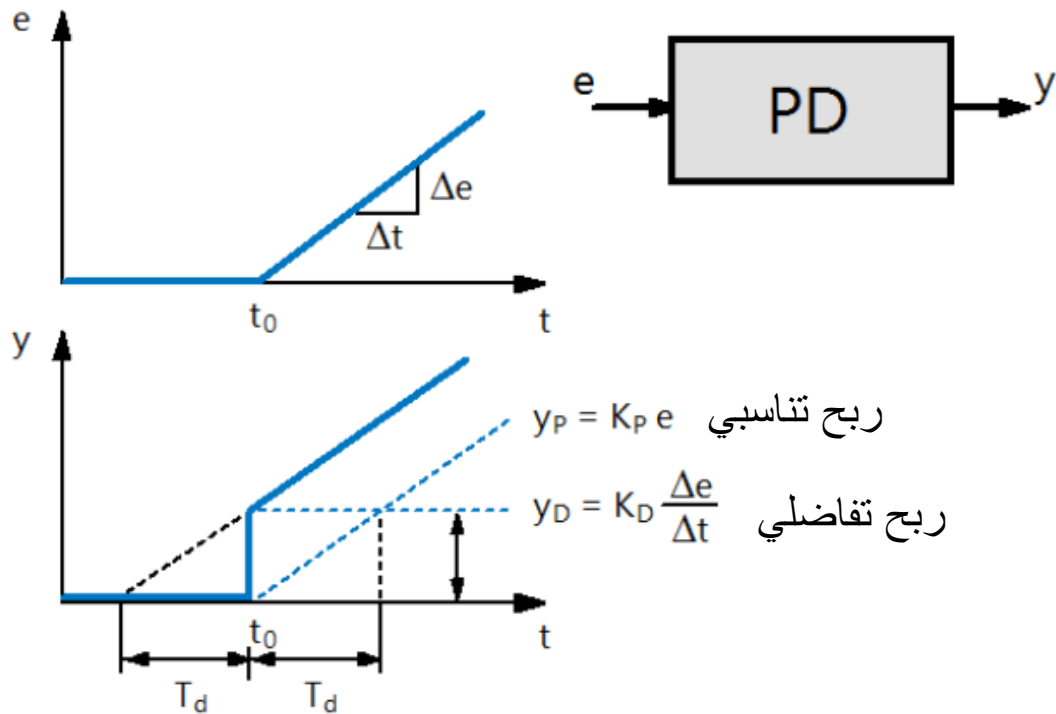
$$= K_p e(t) + K_D \frac{d e(t)}{dt} \quad K_D = K_p T_d$$

ربح تناسبي

ربح تفاضلي

نموذج المتحكم

$$\frac{Y(s)}{E(s)} = K_p + K_d s = K_p + K_p T_d s$$



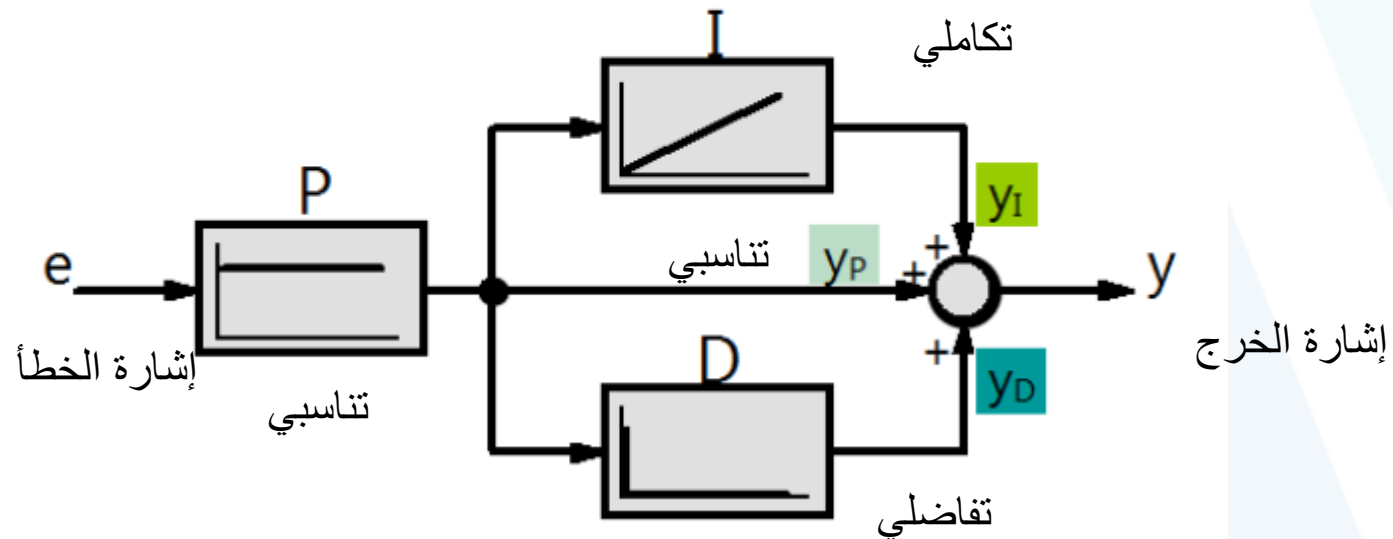
Ramp response of the PD controller

استجابة المتحكم التناسبي التفاضلي لدخل انحدار



المتحكم التناسبي التفاضلي التكاملي

$$y(t) = K_p (e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{d e(t)}{dt})$$
$$= K_p e(t) + K_I \int e(t) dt + K_D \frac{d e(t)}{dt}$$



Components of the PID controller



مدرس المقرر الدكتور نسمت أبو طبق