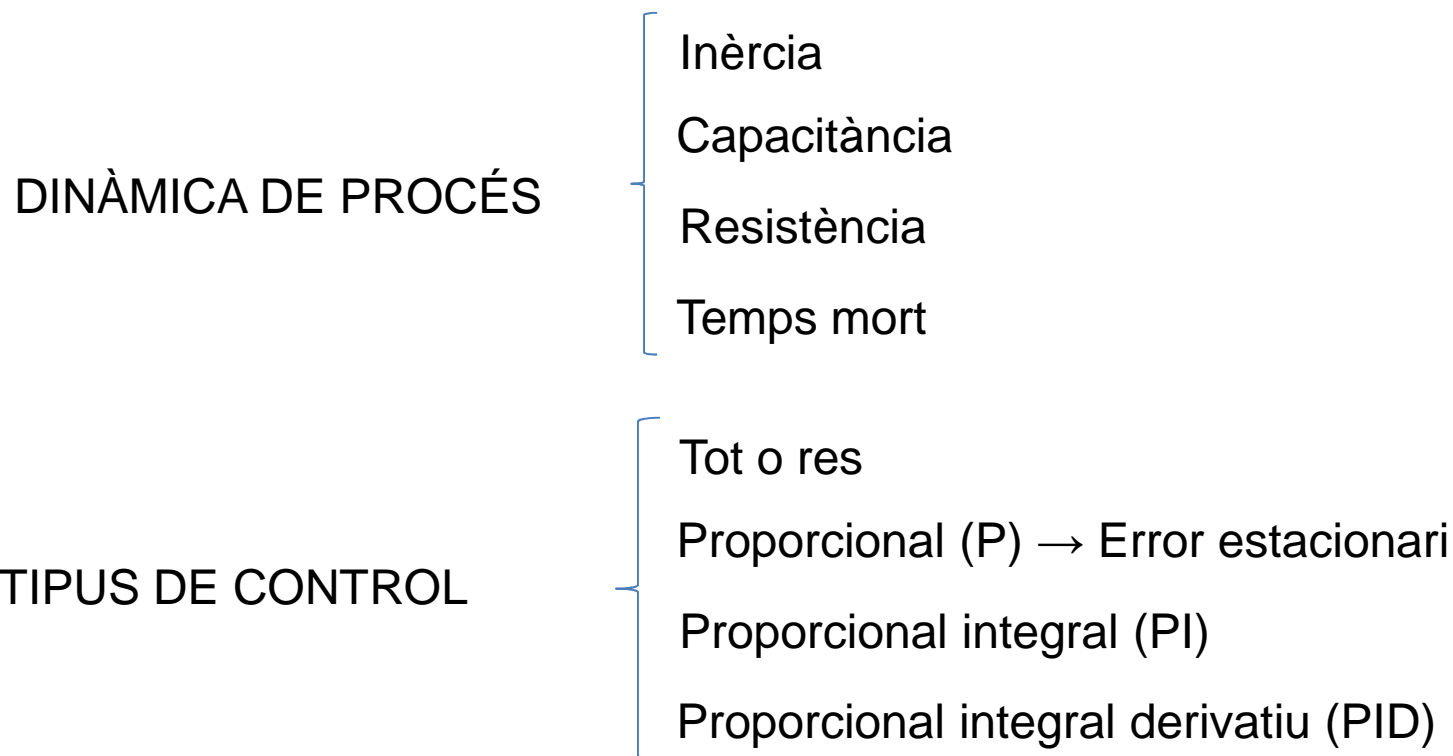

CONTROL PID

CONTROL PID



SINTONIA D'UN CONTROLADOR PID

DINÀMICA DE PROCÉS

- El **controlador** compara el valor de la variable controlada amb el punt de consigna per determinar l'error, que s'envia a l'**element final**
- Importància de la **correcta configuració del controlador**: garantia que el procés es manté a les condicions establertes
- Situació ideal: resposta instantània de la variable controlada a la variable manipulada

Dinàmica de procés: dependència temporal del procés

CARACTERÍSTIQUES DINÀMIQUES

- **CÀRREGA:**

Quantitat d'agent de regulació per a mantenir un procés controlat.

Ex. Temperatura de sortida d'un bescanviador

CARACTERÍSTIQUES DINÀMIQUES

- **CAPACITÀNÀCIA:**

Canvi en la matèria o energia necessària per a realitzar un canvi en una variable de referència. Per exemple:

- Capacitància tèrmica: calories absorbides per °C.

Kg d'aigua vs kg oli

- Capacitància volumètrica: els m³ que es poden emmagatzemar en un recipient per metre d'augment de nivell



CARACTERÍSTIQUES DINÀMIQUES

- **CAPACITÀNCIA:**

Determina la resposta del sistema i condiona la configuració del controlador i el disseny del sistema de control

Una Capacitància gran:

- Afavoreix el control automàtic
- Introdueix retards entre el temps en què es realitza el canvi en la variable manipulada i el temps en la variable controlada reflexa el canvi

CARACTERÍSTIQUES DINÀMIQUES

- **RESISTÈNCIA:**

Oposició al canvi de matèria o energia

Es mesura en unitats de canvi de potencial necessàries per a produir una unitat en el canvi de flux

– Molt important en els processos de transferència de calor

CARACTERÍSTIQUES DINÀMIQUES

- **TEMPS MORT:**

Temps que passa des que es produeix el canvi en el procés fins que es detectat per l'element de mesura

TIPUS DE CONTROL

1. Control manual

Llaç de control sense controlador

La comparació entre PV i SP, la fa l'operari

Gran desavantatge: necessitat d'un operari permanentment en el llaç de control

TIPUS DE CONTROL

2. Control automàtic

Llaços de control tancats, el controlador avalua contínuament l'estat del procés. Actuarà si és necessari

S'usa en situacions d'equilibri, no en posada en marxa o parada (manual i segons PNT estrictes)

Treballa en funció d'un algoritme de control que determina la relació matemàtica entre l'error comès i la posterior actuació

TIPUS DE CONTROL

2. Control automàtic

Algoritme no universal, l'elecció depèn de les característiques del procés a controlar

- Control tot o res
- Control proporcional
- Control proporcional integral
- Control proporcional integral derivatiu

TIPUS DE CONTROL

- **TOT O RES**

L'element final de control pren dos valors extrems: 0-100%

Aplicació en processos amb alta capacítància

AVANTATGES

El controlador és econòmic degut a la senzillesa de l'algoritme

Ús de vàlvules de solenoide (barates)

Fiable

Fàcil d'instal·lar i ajustar

DESAVANTATGES

Oscil·lacions contínues de les variables, controlada i manipulada

Desgast dels manipuladors

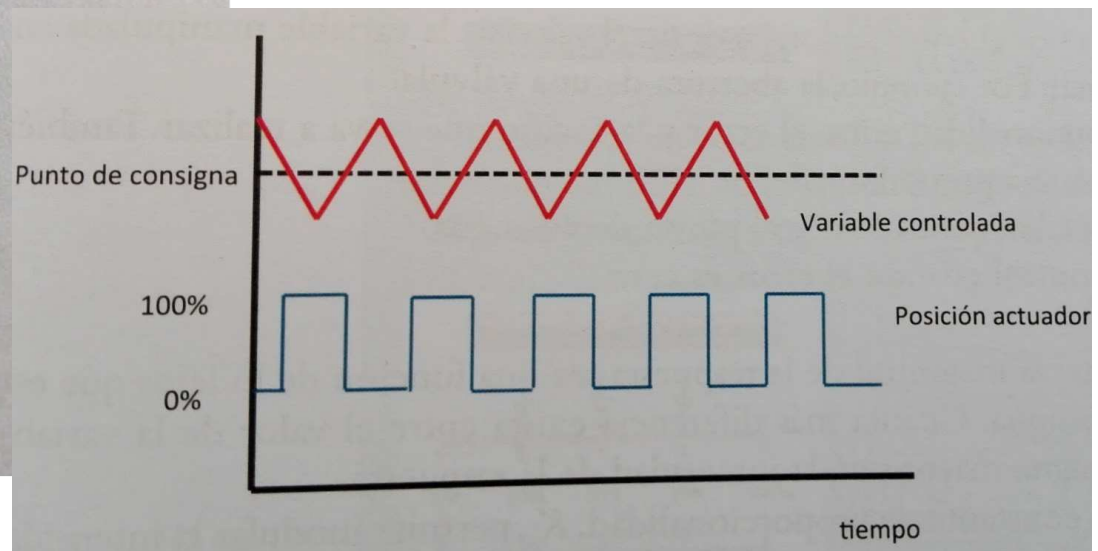
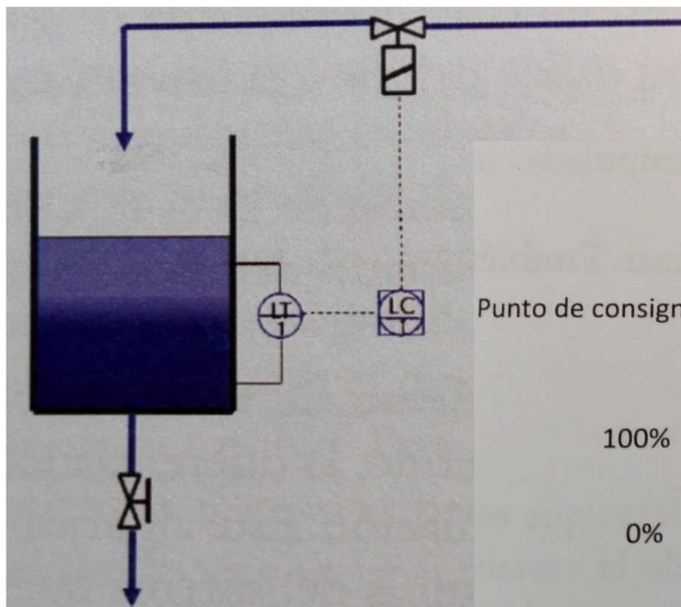
TIPUS DE CONTROL

- **TOT O RES**

$e(t) = \text{Set point} - \text{variable controlada}$

$e(t) > 0$, vàlvula oberta

$e(t) < 0$, vàlvula tancada



TIPUS DE CONTROL

- **CONTROL PROPORCIONAL (P)**

Usant un algoritme lineal solucionar el problema de les oscil·lacions contínues

$$u(t) = K_p * e(t) + M$$

- $u(t)$: correcció efectuada pel controlador, valor de la MV enviada a l'element final (apertura de la vàlvula)
- K_p : factor de proporcionalitat entre l'error i l'acció.
Guany proporcional
- $e(t)$: diferència entre el set point i la CV
- M : valor del senyal de control quan l'error és zero

TIPUS DE CONTROL

- **CONTROL PROPORCIONAL (P)**

Aquest algoritme permet que la magnitud de resposta sigui funció de la variació entre el valor real i el set point

L'elecció del valor de la K_p permet modular la intensitat de la resposta.

A K_p altes, canvis bruscs de l'actuador a $e(t)$ petits!!

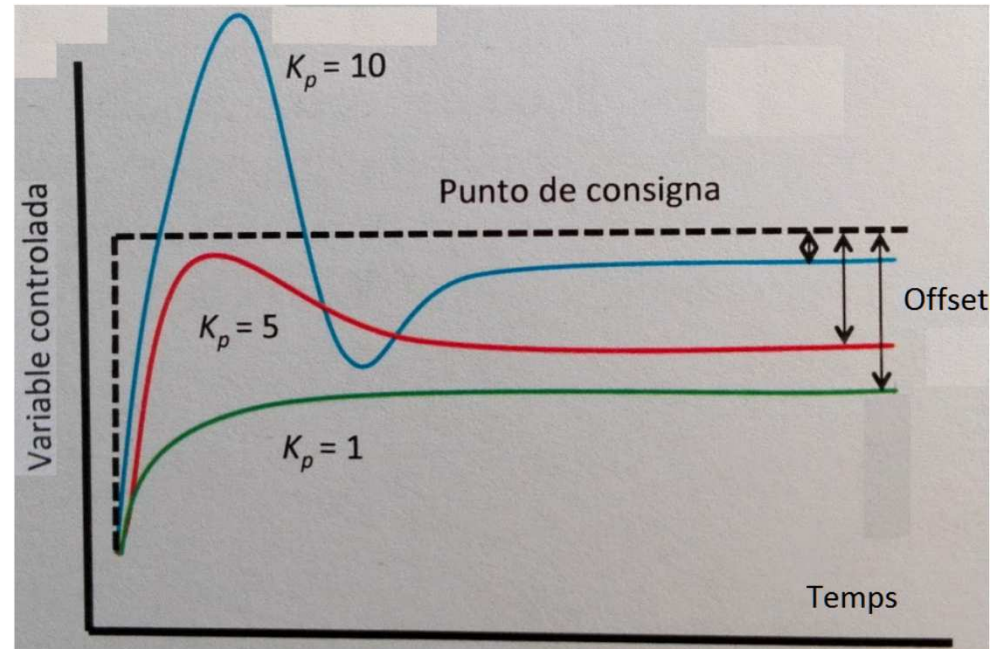
- Banda de proporcionalitat, BP, és el percentatge de desviació que provoca una carrera completa de l'element final:
$$BP = 100\% / K_p *$$

TIPUS DE CONTROL

- **CONTROL PROPORCIONAL (P)**

- **Error estacionari**

El CP usa un algoritme eficaç i potent per a estabilitzar una variable, però moltes vegades no pot controlar el sistema quan hi ha variacions de càrrega



TIPUS DE CONTROL

- **CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL (PI)**

Correcció de l'error estacionari:

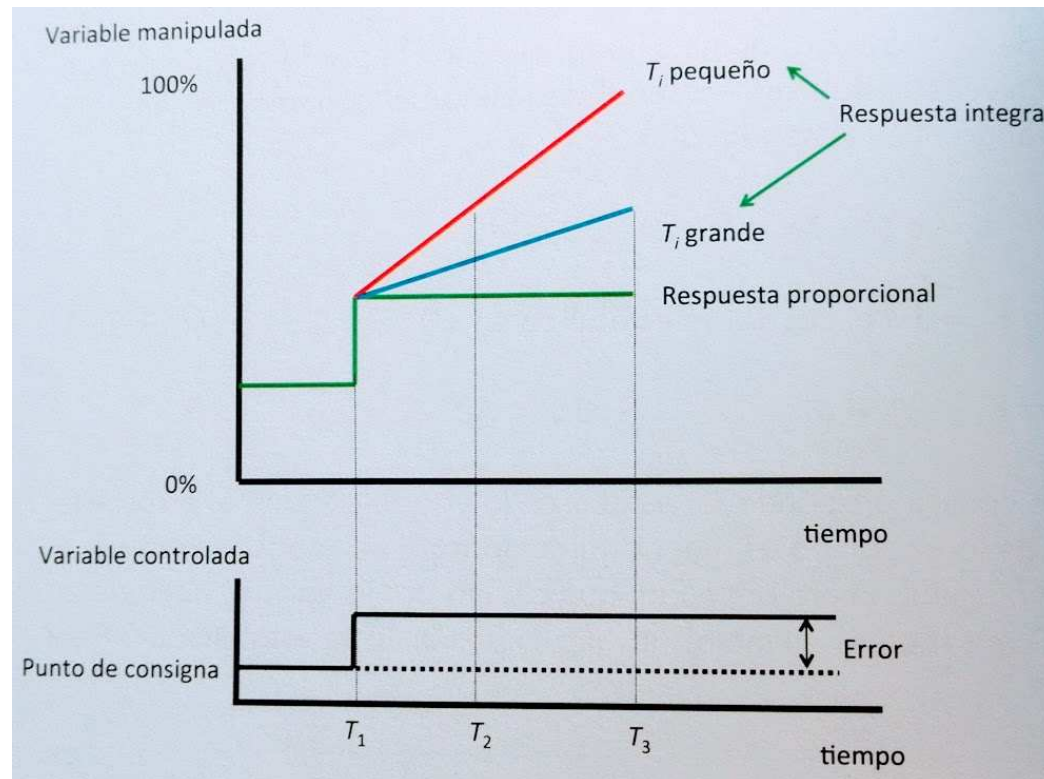
$$u(t) = K_p * e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_t^0 e(t)dt + M$$

T_i , temps integral, és el temps que transcorre entre que es produeix la pertorbació i el temps on l'acció integral s'igualava a l'acció proporcional

Quan es produeix una desviació, el senyal enviat experimentarà la correcció pròpia de l'acció proporcional i seguirà variant gradualment a una velocitat proporcional a la desviació.

TIPUS DE CONTROL

- CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL (PI)



TIPUS DE CONTROL

- **CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL (PI)**

- **WIND-UP**

Quan un controlador PI satura l'actuador, és a dir, el senyal de sortida continua augmentant quan l'element final ja ha arribat al final de la seva carrera.

Com evitar? Cal limitar el creixement de l'acció integral o bé integrant errors petits

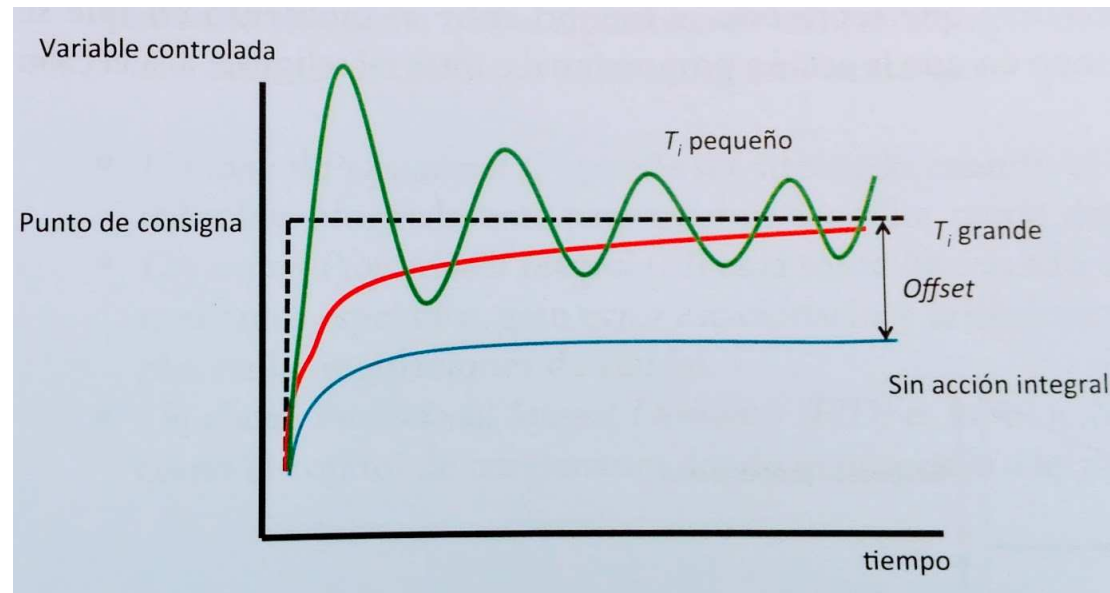
S'introdueix en l'algoritme de control l'efecte: antireset windn-up.

TIPUS DE CONTROL

- **CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL (PI)**

La velocitat de resposta del controlador PI ve determinada pel valor del temps integral, T_i .

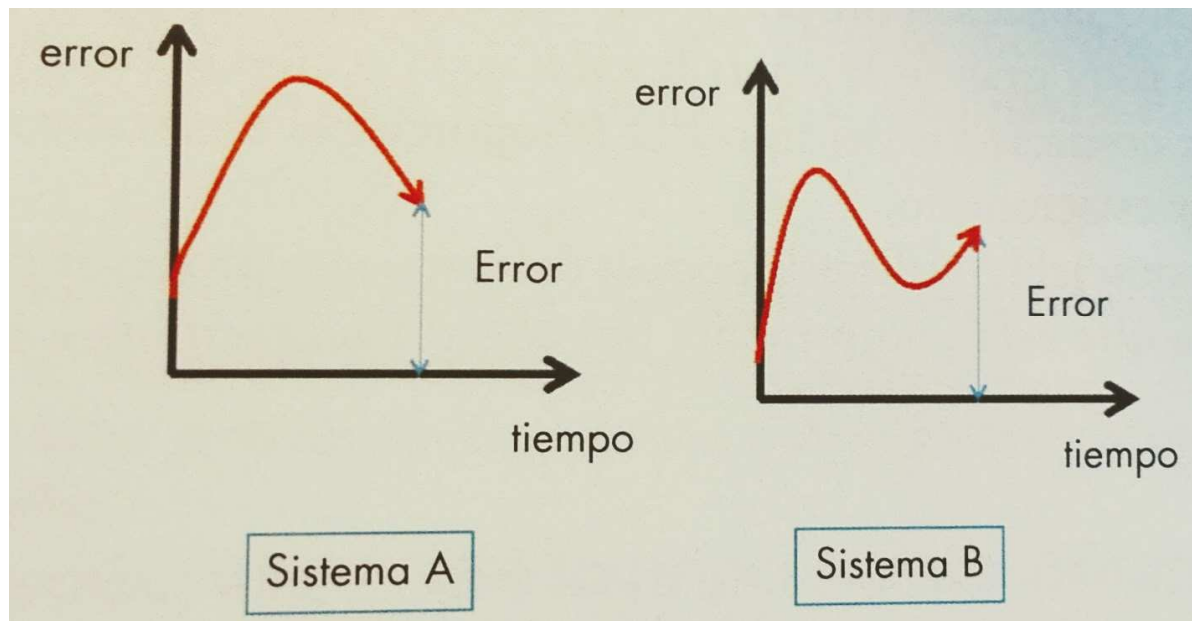
- Valors petits T_i , respostes ràpides però oscil·lants
- Valors grans T_i , respostes lentes però més estables



TIPUS DE CONTROL

- **CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL (PID)**

El control PI no té en compte l'evolució de l'error, no és capaç de distingir si l'error creix o disminueix



TIPUS DE CONTROL

- **CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL (PID)**

Si a l'algoritme de control PI, se li suma una acció derivativa, que sols actua si l'error està variant i deixa d'actuar si l'error és constant, és possible anticipar-se a les variacions de la variable controlada, per tant, reduir les seves oscil·lacions

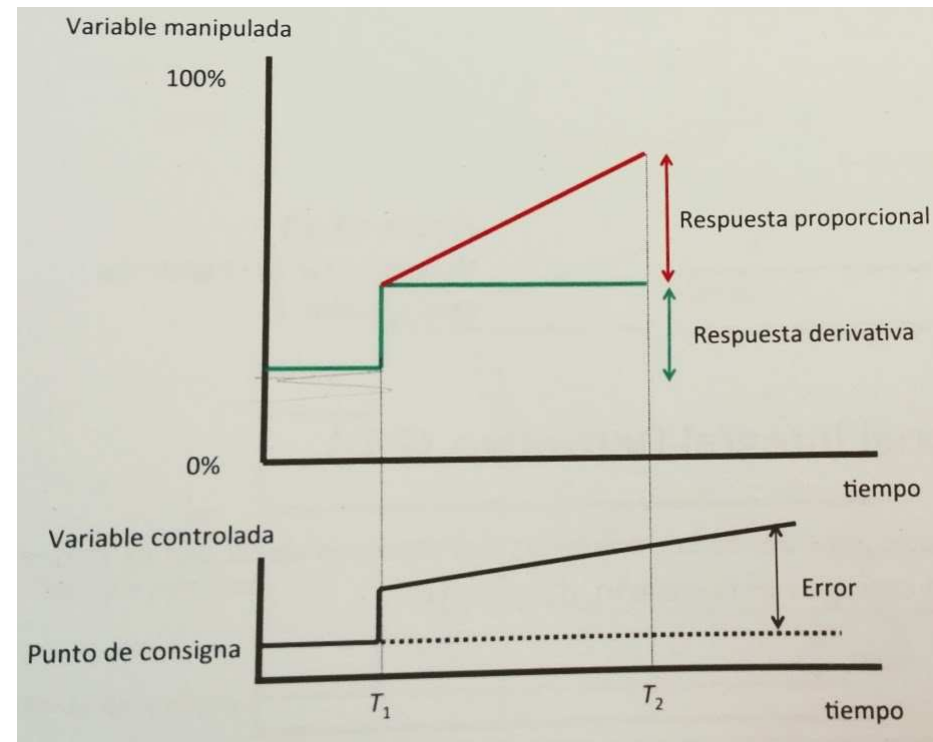
$$u(t) = K_p * e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_t^0 e(t)dt + K_p * T_d \left(\frac{de(t)}{dt} \right) + M$$

T_d , temps derivatiu que representa el temps entre el moment en què es produeix la pertorbació i el temps en què l'acció proporcional i integral s'igualen a l'acció derivativa

TIPUS DE CONTROL

- **CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL (PID)**

L'acció derivativa provoca un canvi instantani en el senyal que s'anticipa a l'acció proporcional. No obstant si la variació de l'error és nul·la la contribució de l'AD és zero. Així doncs en cas d'error estacionari, temps mort llargs o soroll alt, s'aconsella no usar un control PD, ja que inestabilitza el sistema



TIPUS DE CONTROL

- **SELECCIÓ D'UN CONTROL PID**

	Velocitat de resposta	Estabilitat
Augment K_p	Major	Menor
Augment T_i	Menor	Major
Augment T_d	major	Menor

- Cal tenir en compte que l'algoritme de control sempre ha d'incloure l'acció proporcional

TIPUS DE CONTROL

- **SELECCIÓ D'UN CONTROL PID**

- Un **control P** pot ser adequat con l'error estacionari és petit o tolerable

Dipòsits d'emmagatzematge

- Un **control PI** és la solució quan els erros estacionaris són grans i la dinàmica del sistema és ràpida

Regulacions de cabal

- Un **control PID** és la solució per a sistemes de dinàmica lenta

Control de temperatura on cal avançar-se a les variacions

SINTONITZACIÓ D'UN CONTROL PID

Quan el controlador s'instal·la al llaç de control cal buscar la millor combinació de paràmetres del PID (guany, temps integral, temps derivatiu) per obtenir la resposta òptima del sistema

Ajusts empírics a partir de mesures reals a la planta

Mètode Ziegler-Nichols, es basa en el comportament del sistema en el límit de l'estabilitat

SINTONITZACIÓ D'UN CONTROL PID

Mètode Ziegler-Nichols

- Amb el sistema de control funcionant és configura el controlador sols amb AP
- Es comença amb un valor mínim del guany i es va incrementant fins que el sistema comença a oscil·lar
- Aquest és K_c crític (K_c)
- Es determina el període d'oscil·lació, T_c crítica (T_c)
- Calcular els paràmetres

	K_p	T_i	T_d
P	$0,5K_c$		
PI	$0,45K_c$	$0,85T_c$	
PID	$0,6K_c$	$0,5T_c$	$0,12T_c$

RESUM

- L'elecció de l'algoritme de control depèn de la dinàmica del sistema que es caracteritza per la seva capacitància, temps mort i resistència
- L'algoritme més senzill és el control tot o res, que sols té dos estats d'actuació màxim i mínim. Control senzill i econòmic, no garanteix l'estabilitat del sistema.
- El CP permet establitzar la variable controlada però a costelles de mantenir un error estacionari. Si afegim l'acció integral eliminem aquest error. Per a anticipar-se a les variacions de la CV s'afegeix l'AD
- El valor dels paràmetres PID depenen de les característiques dels sistema i la seva elecció, sintonia. S'usen mètodes empírics