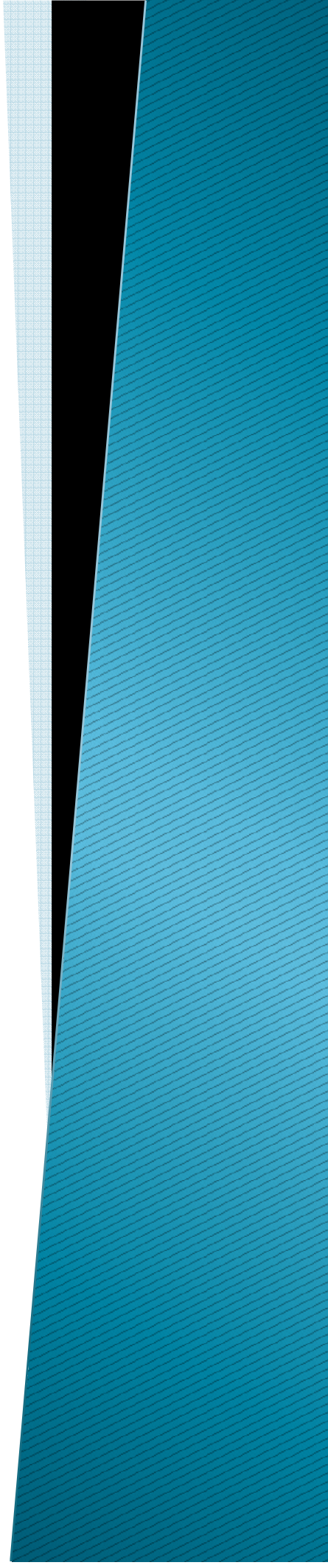


6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza.

PID kontroladorea



6. Gaia

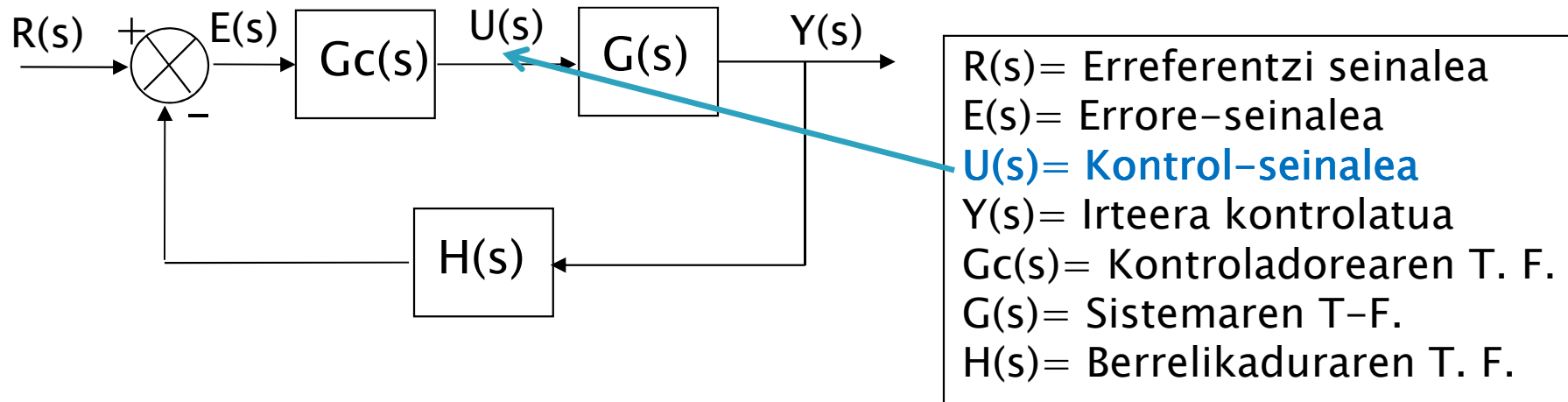
kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

1. Kontrol-seinalearen aldakuntza.
2. Kontrol Proportzionala (P)
3. Kontrol Proportzional Integrala (PI)
4. Kontrol Proportzional Integral Deribatiboa (PID)
5. Doiketa: Heuristikoa eta Ziegler-Nicholsen metodoak

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Kontrol-seinalearen aldakuntza



$G_c(s)$ Kontroladorearen helburuak:

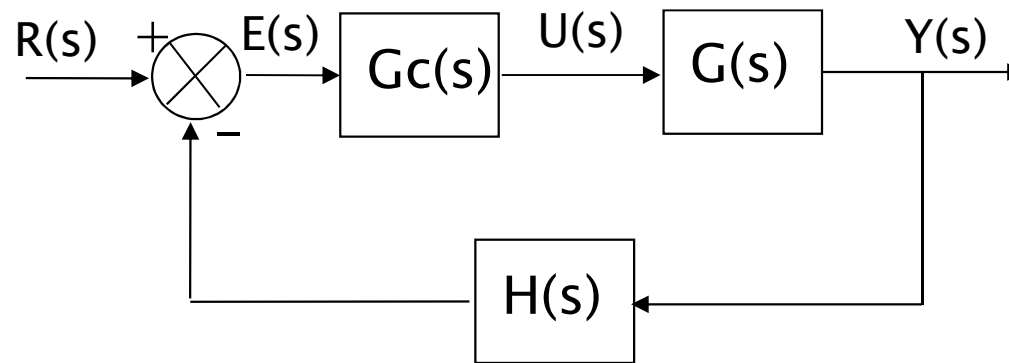
- Erregimen iragankorra murriztu.
- e_{ss} murriztu edo ezabatu

Kontrol-seinalea aldatzen da errorea eta kontroladorea nolakoak diren arabera.

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Kontrol-seinalearen aldakuntza



OINARRIZKO
KONTROL-EKINTZAK

Kontrol Proporzionala (P): $G_c(s) = K_p$

Kontrol Proporzional-Deribatiboa (PD): $G_c(s) = K_p(1 + T_d s)$

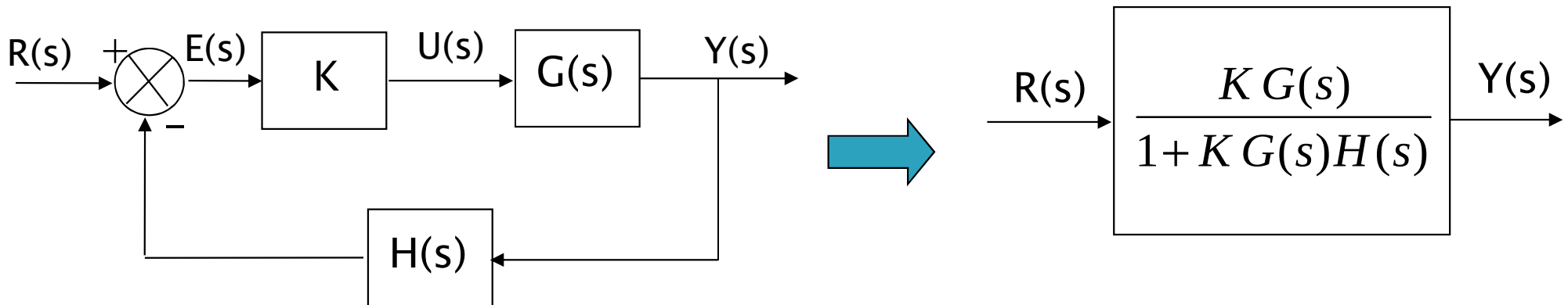
Kontrol Proporzional-Integrala (PI): $G_c(s) = K_p(1 + 1/T_i s)$

Kontrol Proporzional-Integral-Deribatiboa (PID):
 $G_c(s) = K_p(1 + T_d s + 1/T_i s)$

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Kontrol Proporzionala (P)



$$u(t) = K_p e(t) \xrightarrow{\text{Laplace}} U(s) = K_p E(s) \Rightarrow G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p$$

Lazo Itxiko T. F.

Kte proporzionala

$$G_{LC}(s) = \frac{K G(s)}{1 + K G(s) H(s)}$$

Ondorioak:

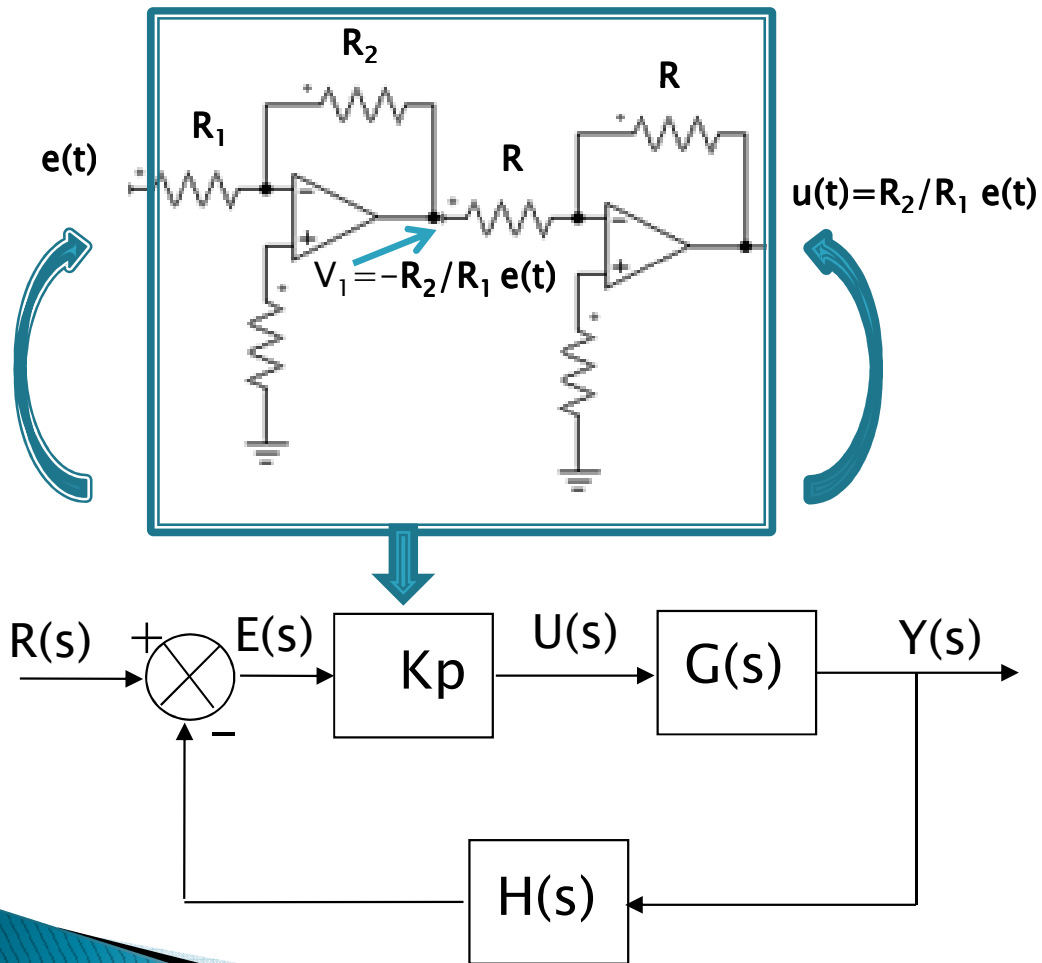
- *Irteera edo erreferentziaren aldaketa handiei kontrol-seinale handiak sortzen ditu
- *Ez du erregimen iraunkorreko errorea ezabatzen

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Kontrol Proporzionala (P)

Kontroladore Proporzionalaren diseinu analogikoa:



$$u(t) = K_p e(t)$$

Laplace

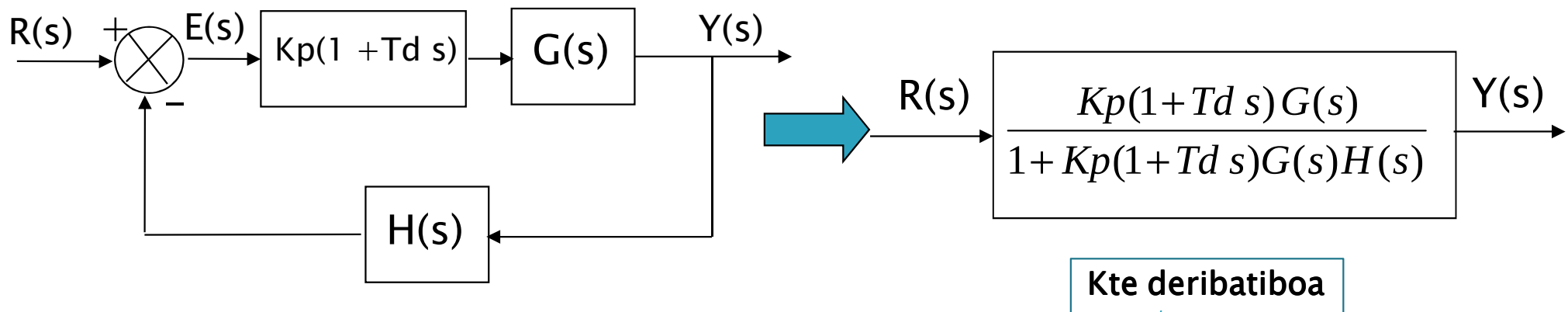
$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{R_2}{R_1} = K_p$$

K_p -ren balioa aldatzeko da zirkuituko erresistentziak potentziometroak izanda

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Kontrol Proporzional-Deribatiboa (PD)



$$u(t) = K_p e(t) + K_p T_d \frac{d e(t)}{dt} \xrightarrow{\text{Laplace}} U(s) = K_p (1 + T_d s) E(s)$$

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p (1 + T_d s)$$

Ondorioak:

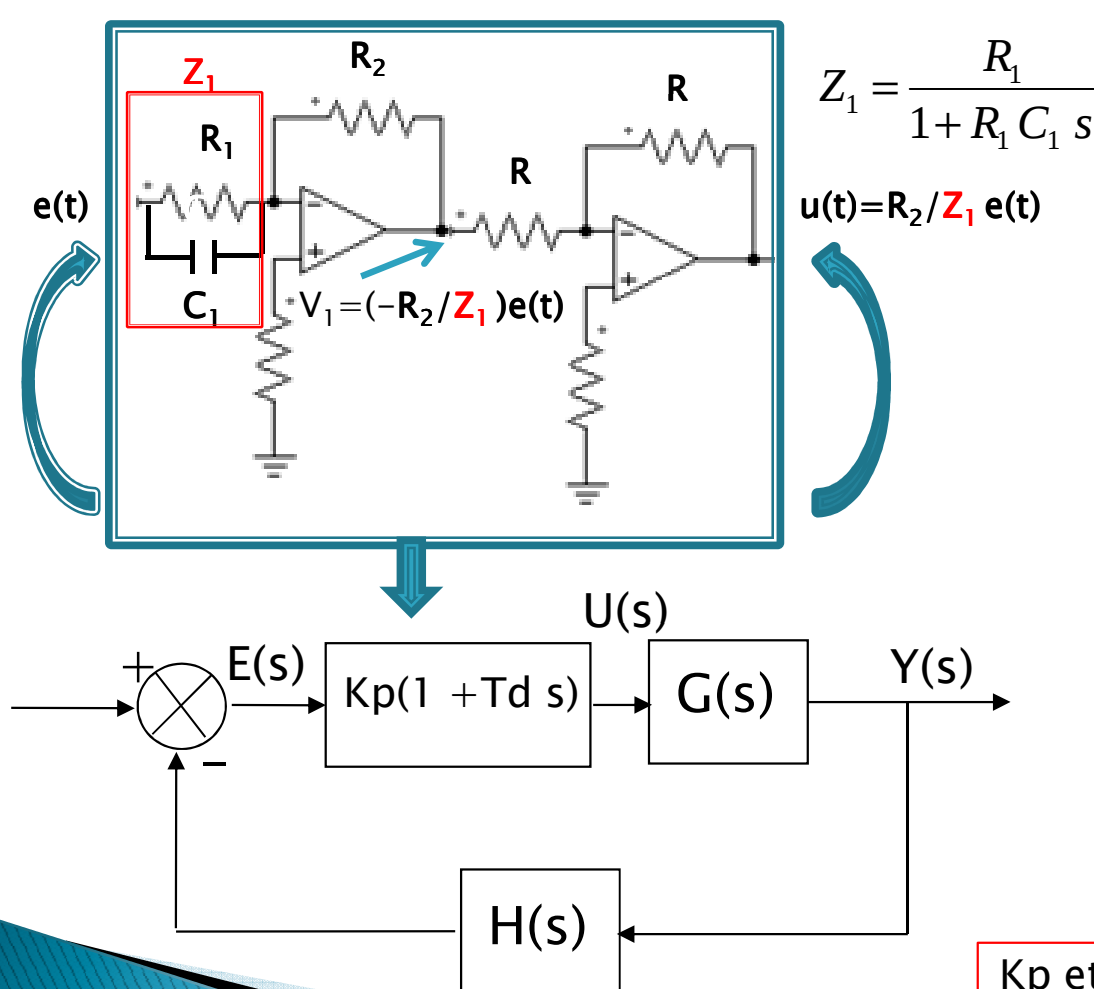
- *Oszilazioak eta Gaineza murrizten ditu
- *Gailur-denbora eta ezarpen-denbora gutxitzen ditu. Zarata anplifikatzen du.
- *Ez du erregimen iraunkorreko errorea ezabatzen

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Kontrol Proporzional-Deribatiboa (PD)

PD-aren diseinu analogikoa:



$$U(s) = \frac{R_2}{R_1} (1 + R_1 C_1 s) E(s)$$

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{R_2}{R_1} (1 + R_1 C_1 s)$$

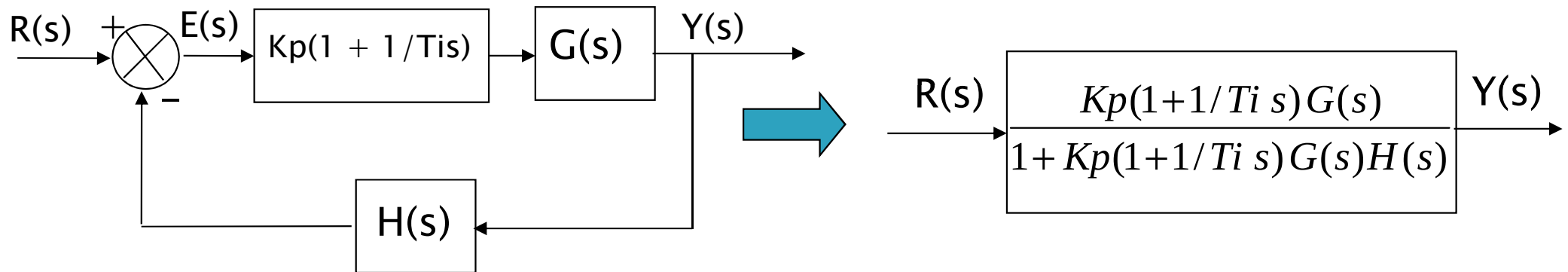
$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p(1 + T_d s)$$

Kp eta Td-ren balioak aldatzeko dira zirkuituko erresistentziak potentziometroak izanda

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Kontrol Proporzional-Integrala (PI)



$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int e(t) dt \xrightarrow{\text{Laplace}} U(s) = K_p(1 + 1/T_i s) E(s)$$

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p(1 + 1/T_i s)$$

Kte integrala

Ondorioak:

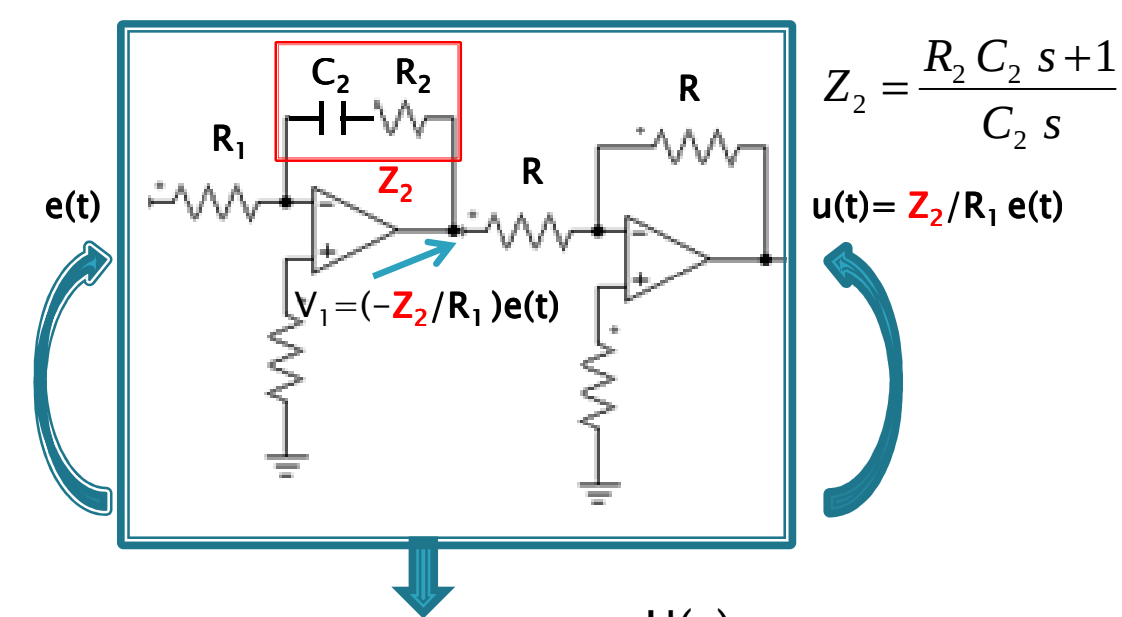
- *Oszilazioak eta Gaineza murrizten ditu
- * Gailur-denbora handitzen du eta goi maiztasuneko zarata ekiditen du.
- *Erregimen iraunkorreko erroreak ezabatzen ditu

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Kontrol Proporzional-Integrala (PI)

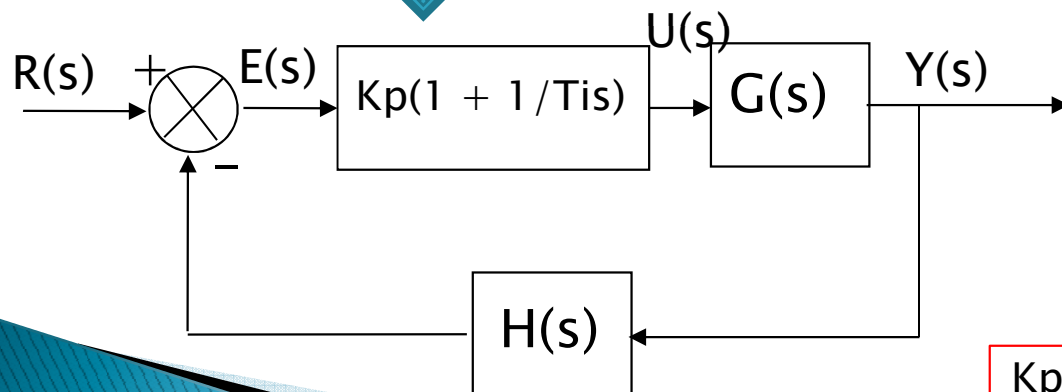
PI-aren diseinu analogikoa:



$$U(s) = \frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{1}{R_2 C_2 s} \right) E(s)$$

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{1}{R_2 C_2 s} \right)$$

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right)$$

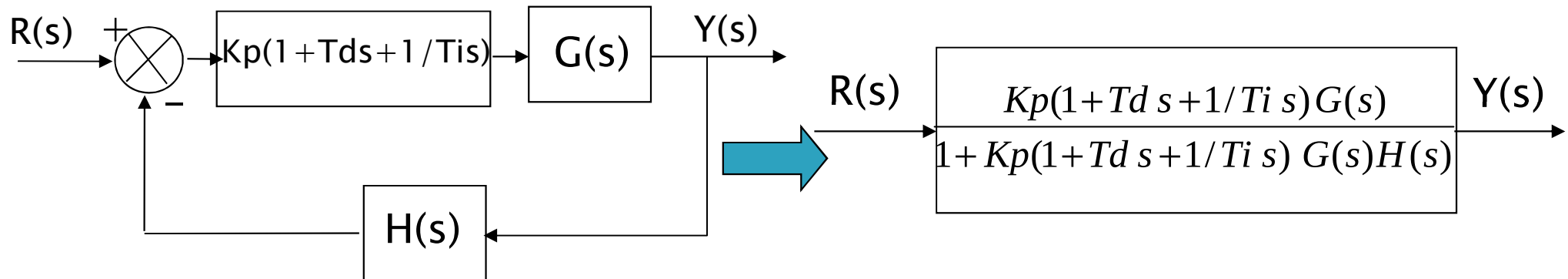


Kp eta Ti-ren balioak aldatzeko dira zirkuituko erresistentziak potentziometroak izanda

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Kontrol Proporzional-Deribatibo-Integrala (PID)



$$u(t) = K_p e(t) + T_d \frac{d e(t)}{dt} + \frac{K_p}{T_i} \int e(t) dt \xrightarrow{\text{Laplace}} U(s) = K_p(1 + T_d s + 1/T_i s) E(s)$$

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p(1 + T_d s + 1/T_i s)$$

Ondorioak:

*Kontroladore bakoitzaren abantailak eta desabantailak biltzen ditu.

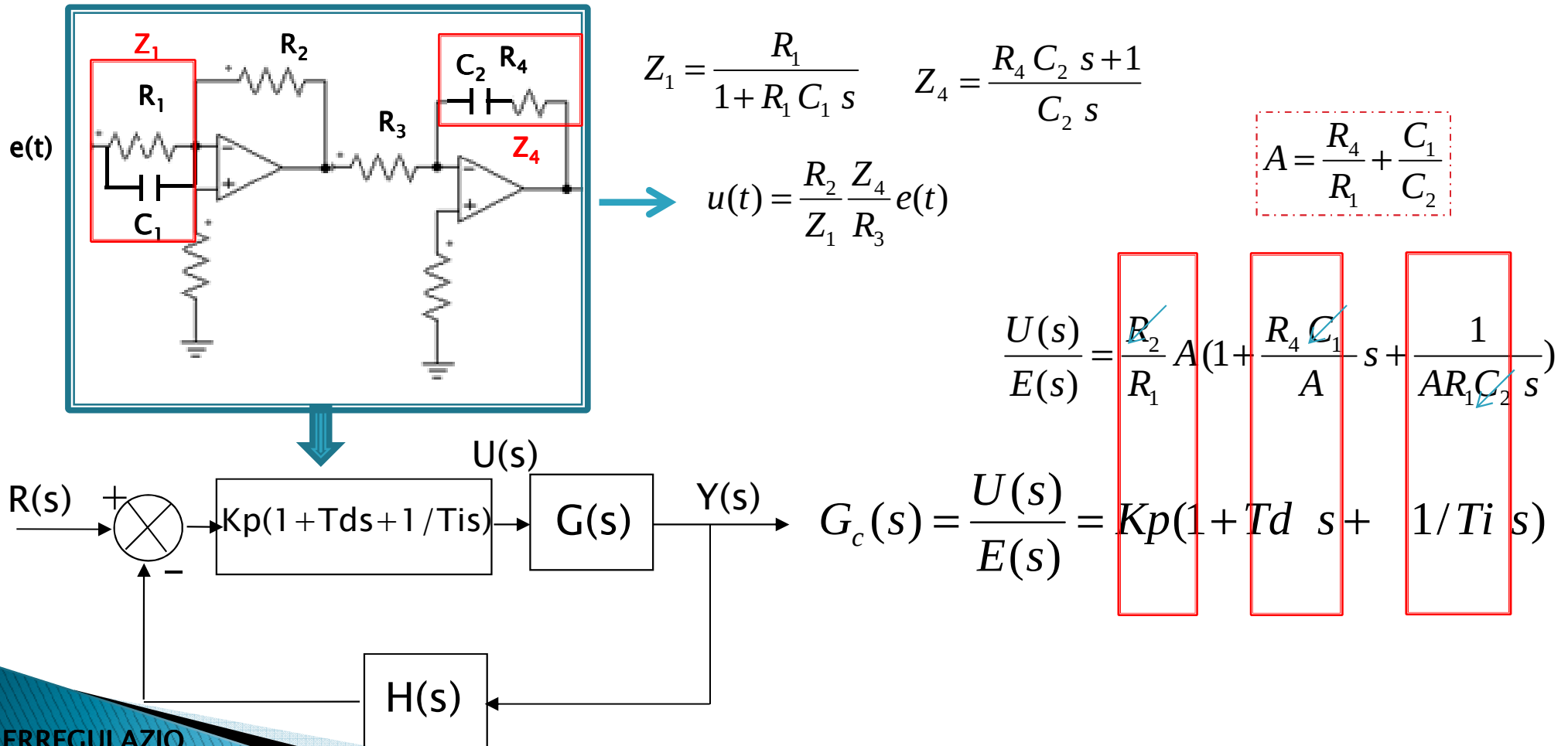
*Konstante bakoitzaren balioen arabera kontrol ekintza izan daiteke proporzionalagoa, deribatiboagoa edo integralagoa

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Kontrol Proporzional-Deribatibo-Integrala (PID)

PID-aren diseinu analogikoa:



6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Doiketa: Heuristikoa eta Ziegler–Nicholsen metodoak

Doiketa: Heuristikoa

PID doiketa baten planteamendu orokorra, erabiltzen den metodoa erabilita, beti alde zahurreko azterketa bat jarraitzen du kontroladorearen akzio bakoitzen propietateak kontutan izaten dituenak:

- Lazo irekiko erantzuna lortu, zein ezaugarri hobetu daitekeen zehazteko.
- Kontrol proporzional bat gehitzeak helmuga–denbora hobetzen du baina egonkortasuna gutxitu.
- Kontrol integral bat gehitzeak e_{ss} ezabatzen du baina egonkortasuna gutxitu.
- Kontrol deribatibo bat gehitzeak Gaineza hobetzen du eta egonkortasuna handitu.

EZ da beharrezkoa hiru akzioak inplementatzea: Ad: PI batek erantzun ona ematen badu egonkortasun (gaineza) egoki batekin, ez da beharrezkoa akzio deribatiborik ezartzea.

Kontroladorea ahalik eta sinplea mantendu behar da, topologian zein irabazpenean.

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Doiketa: Heuristikoa eta Ziegler–Nicholsen metodoak

Prozedura:

Hasieran PID aren hiru akzioak kontutan izaten dira. Ondokoa da prozedura erabilgarri bat:

- 1) Hasieran PID baten parametroak aukeratzen dira kontrol proportzionala txikia izateko ($K=1$), Integrazio ktea ($K_i=0$) eta deribazio ktea zero ($K_d=0$).
- 2) Kte proportzionala handitzen da sistemaren erantzunean 3 maximo agertu arte
- 3) Akzio integrala handitzen da erregimen iraunkorreko errorea ezabatu arte
- 4) Kontrol deribatiboa gehitzen da; Bi aukera agertu daitezkeelarik:
 - Erantzuna txarragoa bada kontrol deribatiboa kentzen da, PI kontroladorea bakarrik geratzen delarik.
 - Erantzuna hobeagoa bada (ez dauka oszilaziorik), gehitu daiteke kontrol proportzionala eta integrala.

Prozedura heuristikoa den legez ez da zehatza. Beste doiketa-metodo asko daude arau berezietan oinarrituak.

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

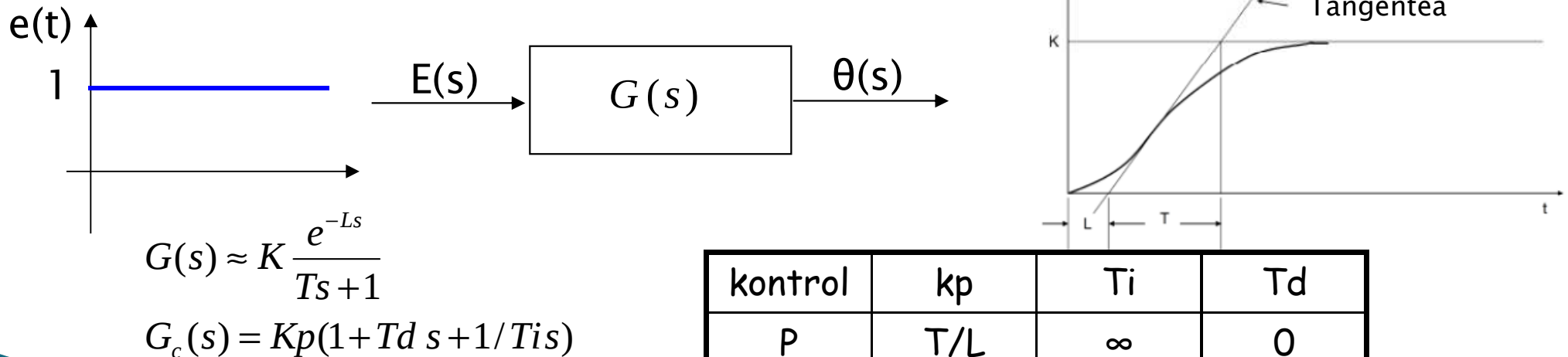
Doiketa: Heuristikoa eta Ziegler–Nicholsen metodoak

Ziegler–Nicholsen metodoak

Ziegler–Nicholsen doiketa teknikak 1942 aurkeztu ziren, eta PID baten parametroen doiketarako metodo erabilienak dira. PID baten parametroen doiketa esperimentalak ahalbidetzen du. Bi doiketa modu daude:

Ziegler–Nichols I metodoa (lazo irekia)

Ziegler–Nicholsen lehenengo metodoa sistemaren lazo irekiko erantzuna aztertzean datza sarrera maila unitatea denean. Teknika hau sistemaren eredu matematikoa 1º ordenako sistema batera atzerapen batekin berdindu daitekeenean erabiltzen da. Erantzuna **S itxurakoa** izan behar da gaineza barik (ikus irudia):



kontrol	k_p	T_i	T_d
P	T/L	∞	0
PI	$0.9T/L$	$L/0.3$	0
PID	$1.2T/L$	$2L$	$0.5L$

6. Gaia

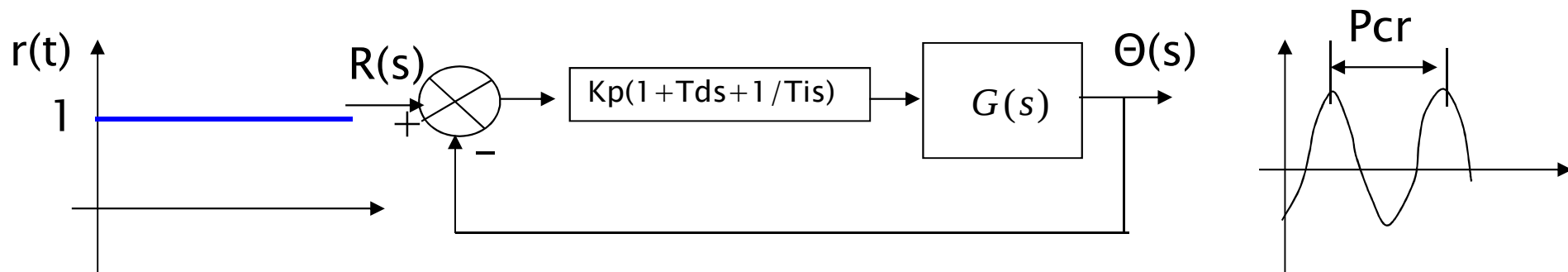
kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea

Doiketa: Heuristikoa eta Ziegler–Nicholsen metodoak

Ziegler–Nichols II metodoa (lazo ITXIA)

Ziegler–Nicholsen 2. metodoa sistemaren lazo itxiko erantzunaren analisisan datza. Teknika hau aplikatzeko kontroladore proportzional hutsetik abiatzen da, akzio integrala eta deribatiboa zero izanik $T_i = \infty$ eta $T_d = 0$.

Irabazpenaren balioa handitzen da eta sistemaren irteeran oszilazio mantenduak agertzen direnean (sarrera maila unitatea izanik) zehazten dira lehenengo bi aldagaiak: K_{cr} eta P_{cr}



– *K_{cr} irabazpen kritikoa*, oszilazioak agertzen direneko irabazpen minimoa

– *P_{cr} periodo kritikoa*, oszilazioa hauen periodoa dena.

bi parametro hauekin eta ondoko taula erabiliz PIDaren parametroen balioak kalkulatu dira

kontrol	k_p	T_i	T_d
P	$0.5 K_{cr}$	∞	0
PI	$0.45 K_{cr}$	$P_{cr}/1.2$	0
PID	$0.6 K_{cr}$	$0.5 P_{cr}$	$0.125 P_{cr}$

6. Gaia

kontrol-seinalearen aldakuntza. PID kontroladorea



This work is licensed under a

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

You are free:

To Share — to copy, distribute and transmit the work

Under the following conditions:

Attribution — You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor (but not in any way that suggests that they endorse you or your use of the work).

Noncommercial — You may not use this work for commercial purposes.

No Derivative Works — You may not alter, transform, or build upon this work.

With the understanding that:

Waiver — Any of the above conditions can be waived if you get permission from the copyright holder.

Public Domain — Where the work or any of its elements is in the public domain under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Other Rights — In no way are any of the following rights affected by the license:

- Your fair dealing or fair use rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- The author's moral rights;
- Rights other persons may have either in the work itself or in how the work is used, such as publicity or privacy rights: Some of the figures used in this work has been obtained from the Instructor Resources of *Modern Control Engineering*, Fifth Edition, Katsuhiko Ogata, copyrighted ©2010, ©2002, ©1997 by Pearson Education, Inc.

Notice — For any reuse or distribution, you must make clear to others the license terms of this work.