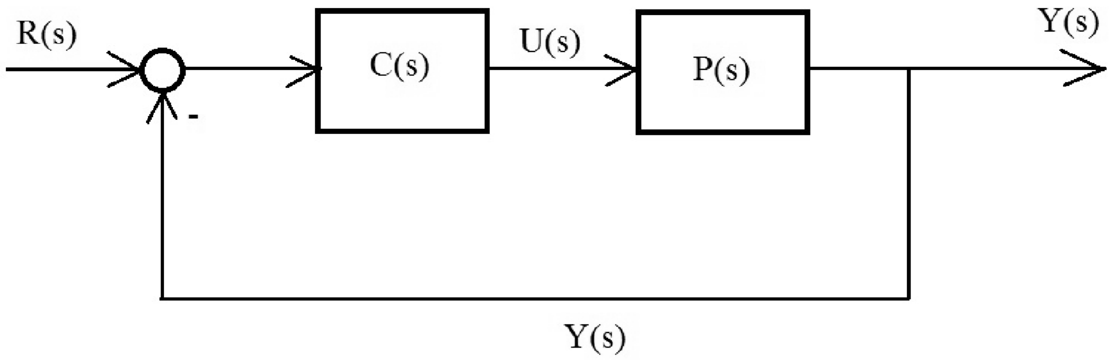
Beavatkozó- és kimenőjel (soros szabályzóknál)

Amik ebben a pdf-ben le vannak írva, azok **csak erre a kapcsolásra** igazak!! (Azaz soros szabályzó, negatív visszacsatolás, és nincs zavarás). Akit a háttér nem érdekel, csak quick megoldási ötletet akar az ilyen ZH-feladatokra, az ugorjon a végén lévő példához, és a keretezett képleteket jegyezze meg!



Ez egy soros szabályzó. Az ábrán a jelek Laplace-transzformáltjait írtam fel, mert ezekkel fogok számolni:

- R(s): az alapjel Laplace-transzformáltja
- U(s): a beavatkozójel Laplace-transzformáltja (a szabályzó adja ki)
- Y(s): a kimenőjel (más néven a szabályozott jellemző) Laplace-transzformáltja

Írjuk fel a beavatkozó jel Laplace-transzformáltját! A beavatkozó jel a szabályzó kimenetén lévő jel, tehát a transzformáltját úgy kapjuk meg, hogy a szabályzó bemenetére kerülő jel Laplace-transzformáltját megszorozzuk a szabályzó átviteli függvényével. A szabályzó bemenetére pedig az alapjel és a kimenőjel különbsége (más néven a hibajel) kerül. Tehát:

$$U(s) = (R(s) - Y(s)) \cdot C(s)$$

A kimenő jelet a folyamat „állítja elő”, tehát ha a folyamat bemenetére érkező jel transzformáltját megszorozzuk a folyamat átviteli függvényével, megkapjuk a kimeneti jel transzformáltját:

$$Y(s) = U(s) \cdot P(s)$$

Ha ezt behelyettesítjük a beavatkozó jel egyenletébe:

$$U(s) = (R(s) - Y(s)) \cdot C(s) = (R(s) - U(s) \cdot P(s)) \cdot C(s) = R(s) \cdot C(s) - U(s) \cdot P(s) \cdot C(s)$$

Ha ezt átrendezzük, ebből már kifejezhetjük a beavatkozó jel transzformáltját:

$$U(s) + U(s) \cdot P(s) \cdot C(s) = R(s) \cdot C(s)$$
$$U(s) \cdot (1 + P(s) \cdot C(s)) = R(s) \cdot C(s)$$

Tehát a beavatkozó jel Laplace-transzformáltja:

$U(s) = R(s) \cdot \frac{C(s)}{1 + P(s) \cdot C(s)} = R(s) \cdot \frac{C(s)}{1 + L(s)}$, ahol L(s) a felnyitott (visszacsatolatlan) kör átviteli függvénye.

Most pedig írjuk fel a kimeneti jel Laplace-transzformáltját. A kimeneti jel a folyamat kimenetén megjelenő jel, amit egyszer már felírtunk:

$$Y(s) = U(s) \cdot P(s)$$

Mivel a beavatkozó jelet előbb kifejeztük, most már ki tudjuk fejezni a kimenő jelet is:

$$Y(s) = U(s) \cdot P(s) = R(s) \cdot \frac{C(s)}{1 + P(s) \cdot C(s)} \cdot P(s) = R(s) \cdot \frac{C(s) \cdot P(s)}{1 + P(s) \cdot C(s)} \cdot = R(s) \cdot \frac{L(s)}{1 + L(s)}$$

<u>Példa(!!!):</u> <u>egységugrás alapjelre</u> adjuk meg a beavatkozó jel kezdeti és végértékét, illetve a kimeneti jel (szabályozott jellemző) kezdeti és végértékét.

Mivel <u>egységugrás</u> az alapjelünk, ezért:

$$R(s) = L\{\varepsilon(t)\} = \frac{1}{s}$$

A beavatkozó jel Laplace-transzformáltja: $U(s) = \frac{1}{s} \cdot \frac{C(s)}{1 + L(s)}$

A szabályozott jellemző Laplace-transzformáltja: $Y(s) = \frac{1}{s} \cdot \frac{L(s)}{1 + L(s)}$

Ezek után a Laplace-transzformáció kezdeti és végérték tételével ki lehet számolni a kérdéses értékeket:

A beavatkozó jel kezdeti értéke: $\boxed{u(+0)} = \lim_{s \to \infty} (s \cdot U(s)) = \lim_{s \to \infty} \left(s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{C(s)}{1 + L(s)} \right) = \boxed{\lim_{s \to \infty} \left(\frac{C(s)}{1 + L(s)} \right)}$

A beavatkozó jel végértéke: $\boxed{u(\infty)} = \lim_{s \to 0} (s \cdot U(s)) = \lim_{s \to 0} \left(s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{C(s)}{1 + L(s)} \right) = \boxed{\lim_{s \to 0} \left(\frac{C(s)}{1 + L(s)} \right)}$

A kimeneti jel kezdeti értéke: $\boxed{y(+0)} = \lim_{s \to \infty} (s \cdot Y(s)) = \lim_{s \to \infty} \left(s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{L(s)}{1 + L(s)} \right) = \boxed{\lim_{s \to \infty} \left(\frac{L(s)}{1 + L(s)} \right)}$

A kimeneti jel végértéke: $\boxed{y(\infty)} = \lim_{s \to 0} (s \cdot Y(s)) = \lim_{s \to 0} \left(s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{L(s)}{1 + L(s)} \right) = \boxed{\lim_{s \to 0} \left(\frac{L(s)}{1 + L(s)} \right)}$