



**KONTAKT 2010**



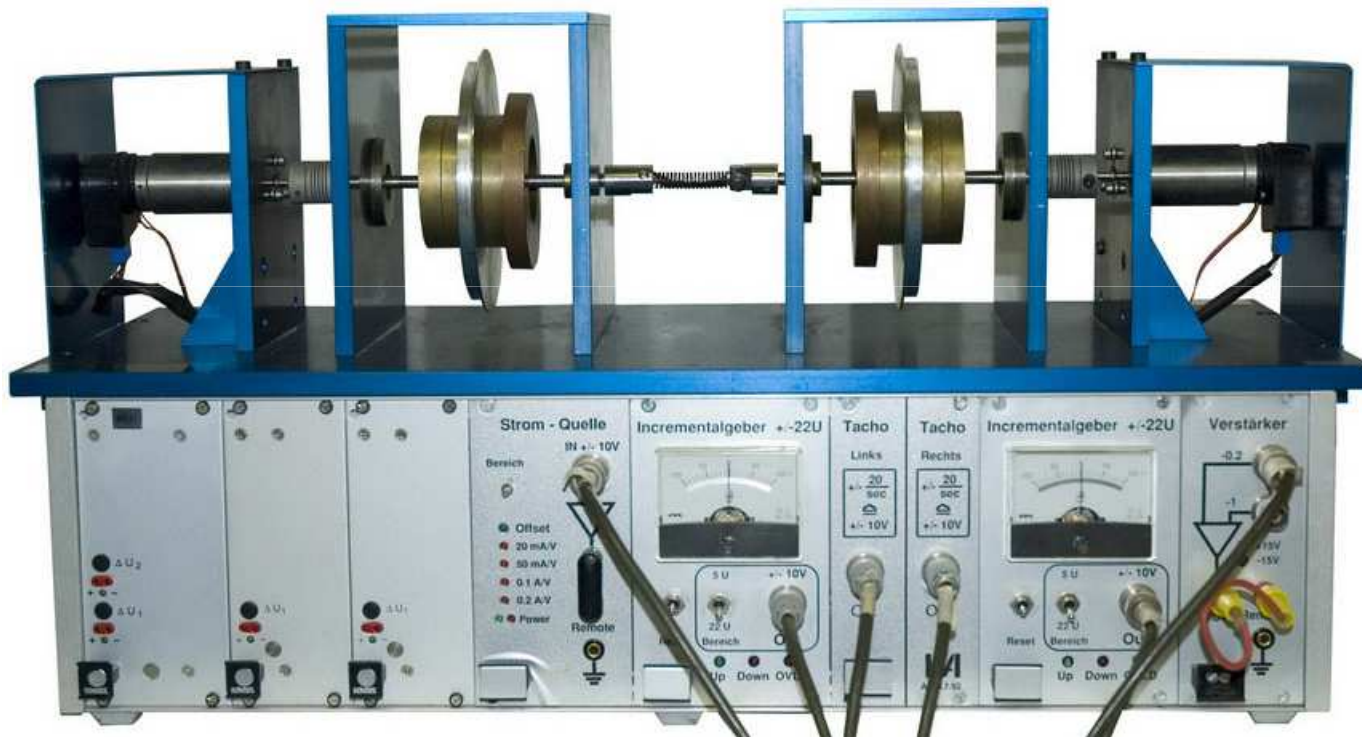
# ***Řízení laboratorního modelu se spojenými servomotory***

***Autor: Karel Jonáš (+420 739675797, [kjonas@seznam.cz](mailto:kjonas@seznam.cz))***

***Vedoucí: Petr Hušek (+420 224357336, [husek@fel.cvut.cz](mailto:husek@fel.cvut.cz))***

# ***Řízení laboratorního modelu se spojenými servomotory***

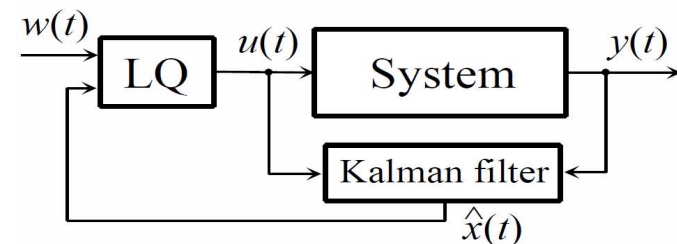
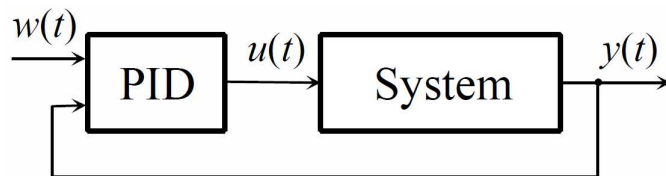
- Subjekt DP:



Laboratorní model ETH „Zuri“92-04

# Řízení laboratorního modelu se spojenými servomotory

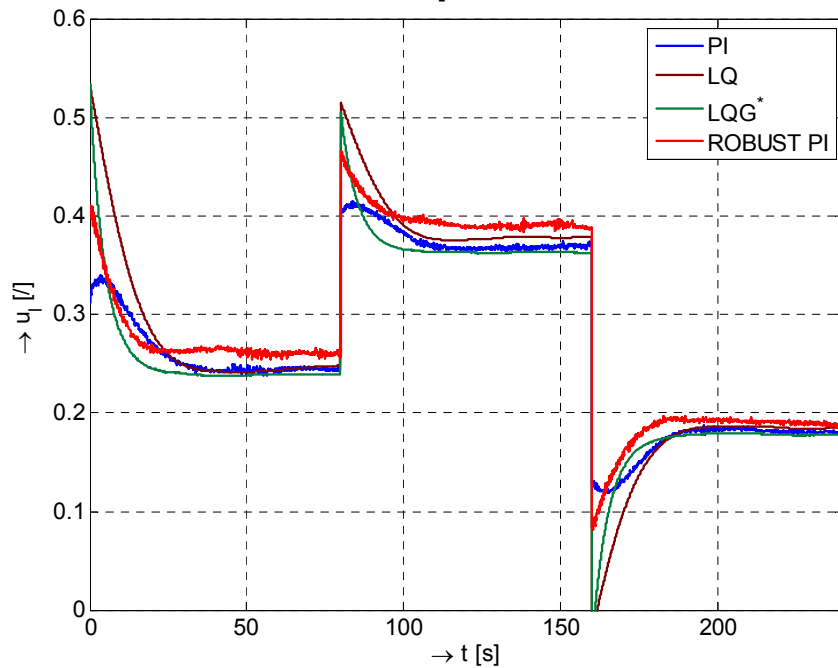
- Cíl DP:
  - nalezení přesného matematického modelu
  - experimentální identifikace systému (měření přechodové charakteristiky, frekvenční analýza, identifikace stavového popisu, identifikace ARX modelu)
  - pomocí Real Time Toolboxu v prostředí MATLAB & Simulink
    - návrh a realizace základního typu regulace (**PID**)
    - návrh a realizace pokročilých metod řízení (**LQ**, **LQG**, **robustní řízení**)



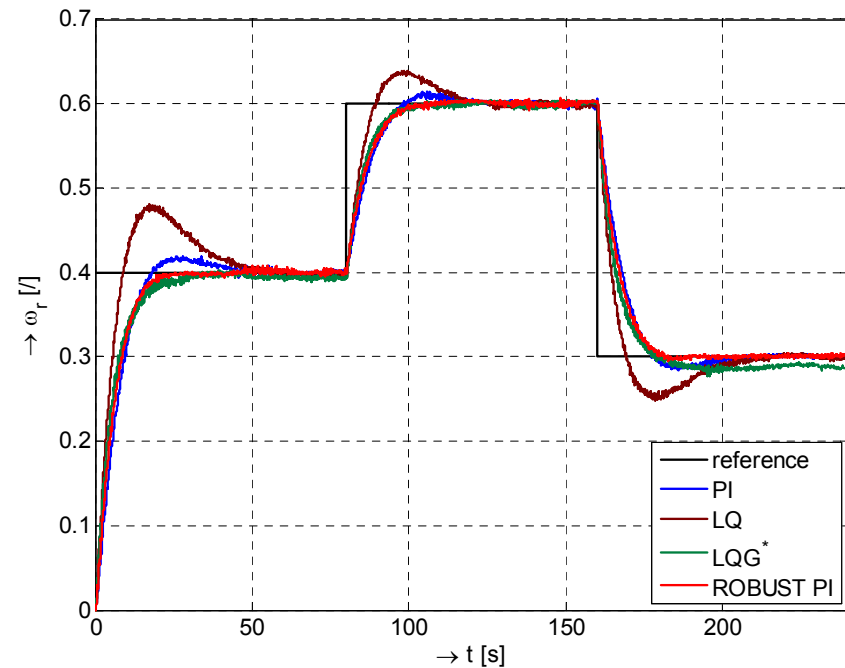
# Řízení laboratorního modelu se spojenými servomotory

- Klasický přístup návrhu PID regulátorů x moderní přístup návrhu pokročilých metod řízení (LQ, LQG, robustní řízení)

Řízení otáček pravé hřídele servomechanismu ETH pomocí napětí levého motoru



vstup systému



výstup systému



# Řízení laboratorního modelu se spojenými servomotory

**Autor: Karel Jonáš** (+420 739675797, [kjonas@seznam.cz](mailto:kjonas@seznam.cz))

**Vedoucí: Petr Hušek** (+420 224357336, [husek@fel.cvut.cz](mailto:husek@fel.cvut.cz))



## Úvod

Tato práce prezentuje návrh řízení pro laboratorní model se spojenými servomotory nacházející se v laboratoři teorie automatického řízení K26 na katedře řídicí techniky Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

Laboratorní model ETH „Zuri“92-04 je modelem rychlostního servomechanismu původně navrženého a zkonstruovaného na katedře řízení technické univerzity v Zürichu.

Provedena je nejprve identifikace tohoto systému a poté je navrženo několik regulátorů (klasických PID i pokročilých LQ) pro řízení jeho otáček.



Obr. 1: Spojená serva ETH

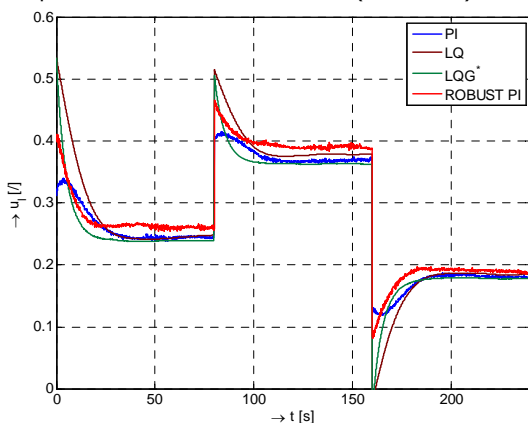
## Systém spojených serv ETH

Model na obrázku 1 tvoří dva identické stejnosměrné servomotory a na hřídeli každého z nich je namontován jeden tachogenerátor pro měření úhlové rychlosti a jeden IRC snímač pro měření úhlu natočení. Hřídele jsou ve střední části spojeny pružinou a je možné na ně namontovat doplňkové disky a tím měnit moment setrvačnosti (viz obr. 2). Model tak může velmi dobře simulovat velká technická a průmyslová zařízení s dlouhými hřídelemi, u kterých již není zanedbatelná pružnost a krut.



Obr. 2: Detail (pružina + disky servomechanismu ETH)

Model je připojen k PC prostřednictvím měřicí a převodníkové karty firmy Humusoft, s.r.o. a je řízen pomocí Real Time Tool-boxu v prostředí MATLAB & Simulink (viz obr. 3).



Obr. 6: Řízení servomechanismu ETH - řídicí veličina



Obr. 3: Připojení snímačů servomechanismu ETH k PC

## Identifikace systému

Po odvození matematického modelu je provedena identifikace systému (měření přechodové charakteristiky, frekvenční analýza, identifikace stavového popisu a identifikace ARX modelu).

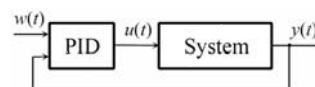
Výsledný přenos mezi vstupním napětím levého motoru a výstupními otáčkami pravé hřídele je

$$P(s) = \frac{\Omega_r(s)}{U_l(s)} = \frac{0.0103s + 20.698}{(s + 0.0977)(s^2 + 0.1644s + 133.4832)}$$

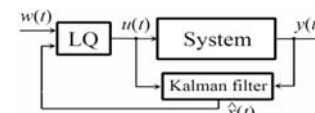
## Návrh regulátorů

Pro servomechanismus ETH jsou navrženy následující regulátory:

- PI regulátor (viz obr. 4),
- LQ regulátor,
- modifikovaný LQ regulátor s Kalmanovým filtrem (LQG\*) a vyřazeným sumátorem regulačních odchylek (viz obr. 5),
- „robustní“ PI regulátor.

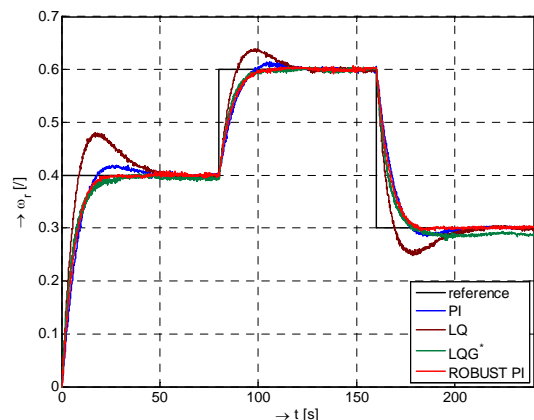


Obr. 4: Regulační smyčka s PID regulátorem



Obr. 5: Regulační smyčka s modifikovaným LQ regulátorem a Kalmanovým filtrem

Výsledky regulace jsou shrnuty na obrázcích 6 a 7.



Obr. 7: Řízení servomechanismu ETH - regulovaná veličina