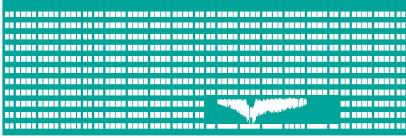




VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA



VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA



www.vsb.cz

1



VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

FAKULTA
STROJNÍ

KATEDRA
AUTOMATIZAČNÍ
TECHNIKY A ŘÍZENÍ

MaST

2



VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

FAKULTA
STROJNÍ

KATEDRA
AUTOMATIZAČNÍ
TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Studijní materiál

- Poznámky z přednášek (osnovy prezentací).
- SCHMID, Dietmar. Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku. Přeložil Jiří HANDLÍŘ. Praha: Europa-Sobotáles cz., 2005. ISBN 80-86706-10-9.
- FRANK, Randy. Understanding smart sensors. 3rd ed. Artech House integrated microsystems series. Boston: Artech House, c2013. ISBN 978-1-60807-507-2.
- CARTER, Bruce a MANCINI, Ron. Op amps for everyone. Online. Fifth edition. Oxford: Elsevier/Newnes, [2018]. ISBN 978-0-12-811647-0. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1516610>. [cit. 2026-07-04].
- Odkazy na stránkách předmětu 352lab.vsb.cz.

3

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Návaznost na studijní programy

- [Fyzika & Základy el.]
 - Jak fyzikální jev přeměnit na signál.
- [SENZOROVÁ TECHNIKA]
 - Jak převést fyziku na data stroje.
- [Aplikace v oboru]
 - Diagnostika & Údržba
 - Řízení procesů & CAX
 - Autonomní systémy.

Předmět ve strojnictví	Jak na něj navazuje Senzorová technika
Pružnost a pevnost	Tenzometry, piezoelektrické snímače, optovláknové senzory strainu (zátížení, deformace).
Termomechanika	Termočlánky, RTD (Pt100), pyrometry, termokamery.
Hydromechanika	Piezoresistivní snímače tlaku, Pitotovy trubice, ultrazvukové průtokoměry.
Pohony a řízení	Hallowy sondy, LVDT (snímače dráhy), enkodéry, gyroskopické senzory.
Kontrola a metrologie	Laserové interferometry, 3D skenování, měření drsnosti.

4

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Anatomie inteligentního stroje

Konstrukce (Tělo): Rám, převody, hydraulika a mechanismy dávají stroji fyzickou sílu.

Senzory (Smysly): Snímají tlak, teplotu, vibrace, polohu a deformace v reálném čase.

Řídicí jednotka (Mozek): Zpracovává data ze senzorů a dává stroji schopnost reagovat.

Výsledek: Stroj bez senzorů je slepý a nebezpečný. Senzory z něj dělají bezpečný a adaptivní automat.



5

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Příklad - Větrná elektrárna na moři



- **Problém:** Havárie ložiska generátoru 80 km od pobřeží. Oprava s jeřábní lodí stojí 15 000 000 Kč.
- **Řešení strojaře:** Přidání vibračního senzoru (akcelerometru za 2 000 Kč) a teplotního čidla na těleso ložiska.
- **Výsledek:** Senzor zachytí mikro-prasklinu v oběžné dráze ložiska 3 měsíce před havárií. Oprava se naplánuje na běžnou údržbu za zlomkovou cenu.
- **Strojař, který navrhl systém včetně senzorické diagnostiky, ušetřil firmě obrovské prostředky.**

6

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Evoluce měření ve strojírenství

Elektrické snímače

Převod fyzikální veličiny na elektrický signál (4-20mA, 0-10V).

Digital Twins & AI

Senzorická data krmí digitální dvojče stroje v reálném čase.

Mechanika

Analogové budíky, ručičkové manometry a teploměry.

Chytré senzory

Chytré sběrnice (IO-Link, CAN), integrovaná kalibrace a filtrace.

7

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Návratnost senzorické diagnostiky



Aplikace senzorických sítí a AI v průmyslové diagnostice (Predictive Maintenance) snižuje neplánované odstávky výroby až o polovinu a celkové náklady na údržbu o 30 %.

Pro strojaře to znamená navrhovat stroje s vyšší užitnou hodnotou a garantovanou spolehlivostí.

50%

Pokles neplánovaných havárií

8

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Přínos předmětu pro strojaře

Fyzikální principy snímačů: Pochopíte, jak převést tlak, teplotu, sílu či zrychlení na přesný elektrický signál.

Správný výběr pro konstrukci: Naučíte se vybrat vhodný senzor podle přesnosti, prostředí, dynamiky a ceny.

Zpracování a šum signálu: Zjistíte, jak se vyrovnat s rušením, teplotní roztažností a šumem v průmyslovém prostředí.

Systémový nadhled: Stanete se inženýrem, který nestaví jen pasivní kov, ale komplexní mechatronické celky.

9

Co budete znát?

- Obsah a osnova předmětu
- Náplň cvičení
- Podmínky zápočtu
- Statické vlastnosti
- Chyby
- Nejistoty.

10

Obsah předmětu

1. Úvod, obsah předmětu, popis laboratorních úloh
2. Základní popis systémů, dynamické a statické vlastnosti prvků měřicího řetězce, chyby měření
3. Pasivní obvodové prvky rezistor, kondenzátor, cívka
4. Polovodičové prvky dioda, tranzistor, triák, tyristor, ... použití
5. Operační zesilovače
6. Rozdělení snímačů, měřicí řetězec, vysvětlení fyzikálních principů snímačů, nové principy v senzorové technice
7. Jednočipové počítače vnitřní struktura, rozdělení, řídicí systémy I/O rozhraní
8. Instrukční sada PIC
9. Programové prostředí pro programování PIC, tvorba programu v assembleru
10. LabView - seznámení se s vývojovým prostředím, popis vybraných bloků systémů
11. LabView - postup při tvorbě aplikace ve vývojovém prostředí
12. LabView - komunikace systému s okolím.

11

Podmínky pro cvičení

- 80% účast na cvičení
- Všechna praktická měření fyzicky změřit
- Odevzdání všech protokolů (i s nulovým počtem bodů)
- Odevzdání vypracované semestrální práce (Návrh měřicího řetězce, LabView aplikace)
- <http://352lab.vsb.cz/>

12

Zkouška

- Zapsaný zápočet (21-35 bodů).
- Vstupní test 0-40 bodů (min. 21 bodů)
 - 10 otázek abcd (nejdou to definice, ale praktická aplikace nabytých znalostí během studia)
 - 1 kreativní otázka (návrh měřicího řetězce, vyhodnocení, ...)
- 2 otázky ústní. (příprava 10 min., osnova, každá otázka min. 50 %)

13

Laboratorní úlohy – zpracování signálů

- Protokol č. 1 (*Využití FFT pro analýzu signálů z MEMS akcelerometru*).
- Protokol č. 2 (*Vyhodnocení a měření otáček*).
- Protokol č. 3 (*Měření na operačních zesilovačích*).
- Protokol č. 4 (*Měření na RLC členech*).
- Protokol č. 5 (*Tenzometru*).
- Protokol č. 6 (*Sekvenční logické obvody - binární zítač a děliče frekvence*).
- Protokol č. 7 (*Projekt LabView*).
- Práce na projektu LabView.

14

Přednáška č. 1

Základní stavební prvky měřicích systémů (opakování).
Statické vlastnosti prvků měřicích a řídicích systémů (začátek).

15

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Základní pojmy (opakování)

- Systém
- Prvek
- Vazba
- Okolí systému
- Informace
- Signál
- Rozlišovací úroveň

16

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Schéma regulačního obvodu (sériový tvar):

Průběhy veličin

17

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Proměnné regulačního obvodu

?

?

?

?

?

?

?

18

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Základní pojmy měřicí a sensorové techniky

Měření je zdrojem informací:

Měření pro
Měření pro
Informace

Prvky měřicí techniky

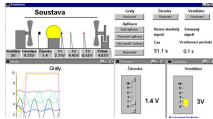
- vytvářejí
- vlastnosti měřicího zařízení

19

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Statické vlastnosti členů řídicích systémů

Snímač, senzor
Soustava
Akční člen



Statická charakteristika –

20

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STROJNÍ | KATEDRA AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Statické vlastnosti snímačů

- Rozsah stupnice
- Práh citlivosti senzoru
- Rozlišitelnost senzoru
- Reprodukovatelnost senzoru
- Měřicí rozsah
- Citlivost přístroje

21

Statické vlastnosti snímačů

- Kalibrační křivka
- Korekce
- Třída přesnosti TP
- Přetížení
-

22

Statické vlastnosti snímačů – chyby (nejistoty)

- Chyby se vyjadřují v **absolutních** nebo **relativních** hodnotách.

$$\Delta y = y_m - y_s; \quad \delta_y = \frac{\Delta y}{y_s};$$

- Podle jejich působení lze chyby rozdělit
- Podle svého zdroje se rozdělují na chyby

23

Statické vlastnosti snímačů – chyby (nejistoty)

- **Systematické chyby** jsou
- **Náhodné chyby** působí

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

24

Statické vlastnosti snímačů – chyby (nejistoty)

- Standardní nejistoty typu A
- Standardní nejistoty typu B

25

Statické vlastnosti snímačů – chyby (nejistoty)

- Kombinovaná standardní nejistota

$$u_c^2 = u_A^2 + u_B^2$$

26

Co jste se dověděli?

- Obsah a osnova předmětu
- Náplň cvičení
- Podmínky zápočtu
- Statické vlastnosti
- Chyby
- Nejistoty.

27

VŠB

UNIVERZITA

OSTRAVA

TECHNICKÁ

FAKULTA

STROJNÍ

KATEDRA

AUTOMATIZAČNÍ

TECHNIKY A ŘÍZENÍ

Děkuji za pozornost

25
