

Fakulta strojní VŠB – TUO

Katedra automatizační techniky a řízení

**Automatizační technika
2023**

doc. Ing. Jaromír Škuta, Ph.D.

1

Fakulta strojní VŠB – TUO

Katedra automatizační techniky a řízení

Přednáška č. 2

**Statické a dynamické vlastnosti členů měřicích a řídicích obvodů
(statická charakteristika, citlivost, přesnost, spolehlivost,
přechodová a frekvenční charakteristika, dynamická chyba,
identifikace dynamických vlastností, důvody identifikace, ...) (ot.
č. 2, 3).**

2

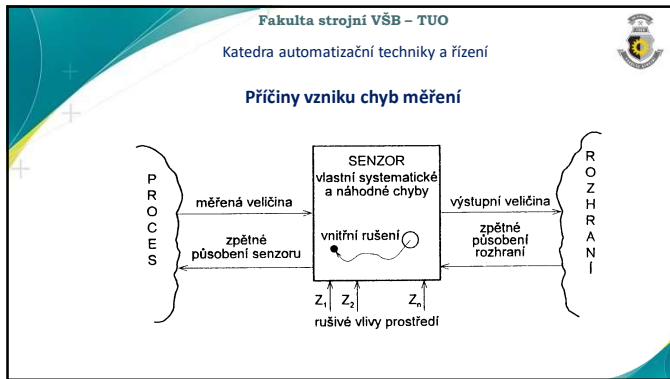
Fakulta strojní VŠB – TUO

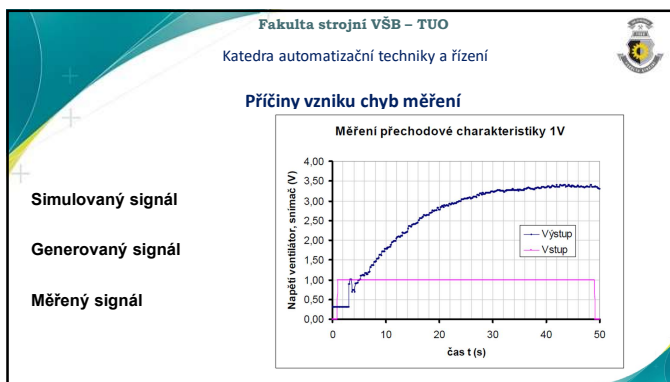
Katedra automatizační techniky a řízení

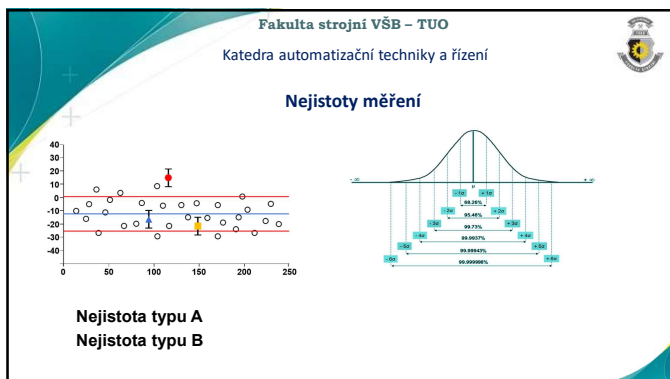
Co se dovíte?

- Využití znalostí o statických a dynamických vlastnostech prvků.
- Typy nejistoty měření.
- Minimalizace chyb měření.
- Co to je třída přesnosti přístroje?
- Co to je a jak změřit statickou charakteristiku?
- Co to je a jak změřit přechodovou charakteristiku?
- Co to je a jak změřit frekvenční charakteristiku?
-
- (Ot. č. 2, 3).

3







Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Nejistoty měření

Výsledná nejistota se skládá z několika dílčích nejistot. Z nejobecnějšího hlediska se rozdělují do dvou složek.

Typ A
Typ B

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Chyby měření

Hrubé
Systematické
Statistické

metody zpracování výsledků měření:
statistické (typu A)
ostatní (typu B)

výsledky opakovaných měření

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Formální zápis výsledku měření

$$x = (\bar{\mu}_x \pm u_{c,x}) [x]$$

$u_{c,x}$

$\bar{\mu}$

$[x]$

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

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Desetinné předpony

10 ¹²	tera	T	bilion	1 000 000 000 000	řec. třináct – „trheor“	TW – terawatt
10 ⁹	giga	G	miliarda	1 000 000 000	řec. čtyřic – „abrovsky“	GHz – gigahertz
10 ⁶	mega	M	milión	1 000 000	řec. pětic – „velký“	MeV – megaelektronvolt
10 ³	kilo	k	tisíc	1 000	řec. třináct – „sto“	km – kilometr
10 ²	hecto	h	sto	100	řec. šestic – „sto“	hPa – hektopascal
10 ¹	deka	da	deset	10	řec. šest – „deset“	dag – dekagram
10 ⁰	—	—	jedna	1		m – metr
10 ⁻¹	deci	d	desetina	0,1	lat. decimus – „desátý“	dB – decibel
10 ⁻²	centi	c	setina	0,01	lat. centum – „sto“	cm – centimetr
10 ⁻³	milli	m	tisíciná	0,001	lat. mille – „tisíc“	mm – milimetr
10 ⁻⁶	micro	μ	milióntina	0,000 001	řec. šestic – „malý“	μA – mikroampér
10 ⁻⁹	nano	n	milióntina	0,000 000 001	řec. devět – „tisílek“	nT – nanotesla
10 ⁻¹²	piko	p	bilióntina	0,000 000 000 001	it. piccolo – „malý“	pF – pikofarad
10 ⁻¹⁵	femto	f	bilióntina	0,000 000 000 000 001	dan. femten – „pěticet“	fM – femtomér
10 ⁻¹⁸	atto	a	trilióntina	0,000 000 000 000 000 001	dan. atten – „osmdesát“	aS – attosekunda

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Zásady pro formu zápisu výsledků měření

a)
b)

$\alpha = 0,001234 \rightarrow 4$ platné číslice

$\alpha = 0,6070120 \rightarrow 7$ platných číslic

$v = (3,86 \pm 0,03) \text{ ms}^{-1}$

$P = (8,706 \pm 0,054) \text{ mW}$

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Třída přesnosti

Třída přesnosti je údajem výrobce ...

Třída přesnosti zahrnuje ...

Třída přesnosti ...

p – $\Delta_i = |X_i - X_n|$

R – $p = \frac{\Delta_{i,max}}{R} \cdot 100\%$

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Třída přesnosti

<i>p</i>	<i>Kategorie</i>
0.1	etalony, normály
0.2	veřejnosti
0.5	laboratorní
1	laboratorní
1.5	průmyslné
2.5	průmyslné

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Metody zmenšování chyb

- kompenzačního snímače
- ...
- ...
- ...

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Metoda kompenzačního snímače

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Statické vlastnosti snímače

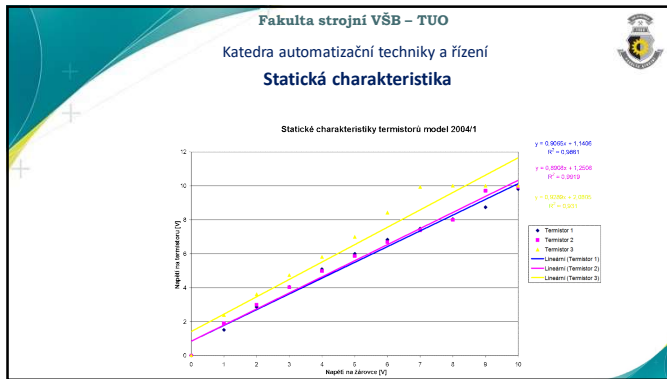
Rozsah stupnice (zobrazovače)

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Statické vlastnosti členů měřících a řídicích obvodů

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Příklad soustavy



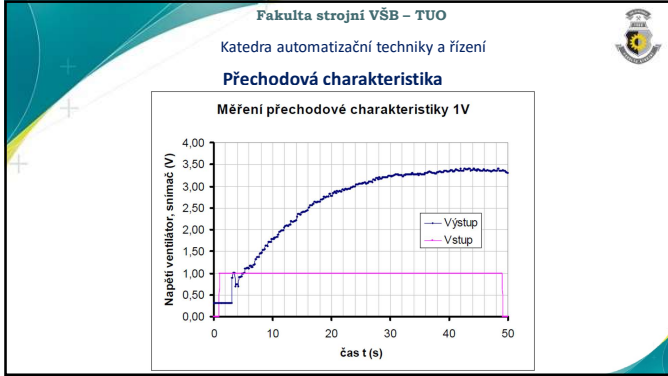
Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení
Statistické vlastnosti

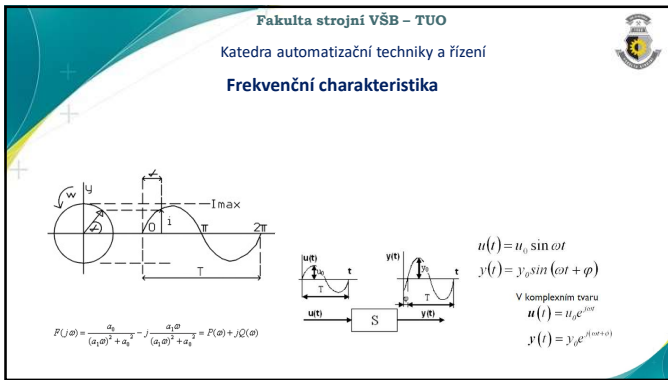
- rozsah stupnice
- ...

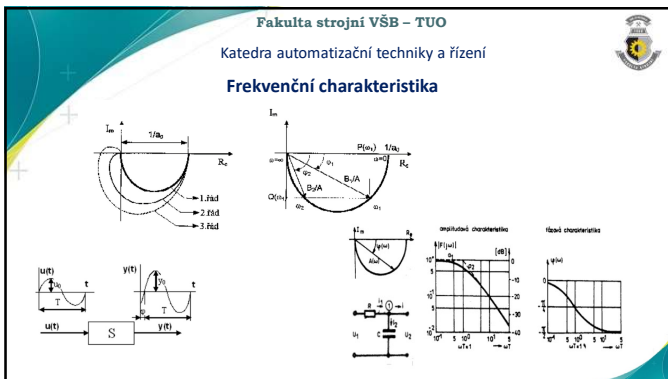
Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení
Dynamické vlastnosti

Měřicí přístroje (snímače) ...

$$a_n \frac{d^n y(t)}{dt^n} + \dots + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = b_0 u(t)$$







Fakulta strojní VŠB – TUO

Katedra automatizační techniky a řízení

Bod frekvenční charakteristiky

Měření kmitočtové charakteristiky charakteristiky $5V_{AV} \pm 3V, 0,1 \text{ Hz}$

Napětí ventilátor, snímač (V)

čas t (s)

--- Výstup
--- Vstup

Fakulta strojní VŠB – TUO

Katedra automatizační techniky a řízení

Bod frekvenční charakteristiky

Měření kmitočtové charakteristiky charakteristiky $5V_{AV} \pm 5V, 0,3\text{Hz}$

Měření kmitočtové charakteristiky charakteristiky $5V_{AV} \pm 1V, 0,6\text{Hz}$

Napětí ventilátor, snímač (V)

čas t (s)

--- Výstup
--- Vstup

Kmitočtové charakteristiky soustavy

Re (s)

Im (s)

T	AI	AZ	IF	α	β	ReZ	ImZ
0.05	10	10	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.05	1	0.439	4.2	-18.8	-0.435	0.13918	-0.42137
0.05	1	1.789	4	-72	-0.2633	0.111108	-0.23465
0.05	5	2.135	4.2	-75.6	-0.447	0.111164	-0.42306
0.1	1	0.28	3	-108	-0.287	-0.28189	-0.28203
0.1	3	0.64688	3	-108	-0.1168	-0.36541	-0.30113
0.1	1	1.8	3.5	-115.2	-0.178	-0.38147	-0.36645
0.3	1	0.565	1.8	-184.4	-0.585	-0.56298	-0.518185
0.3	1	0.6888	1.7	-184.8	-0.61668	-0.58188	-0.53244
0.3	5	0.138	1.9	-285.2	-0.547	-0.62253	-0.520112
0.5	1	0.85	1.2	-216	-0.95	-0.5844	-0.522585

Fakulta strojní VŠB – TUO

Katedra automatizační techniky a řízení

Statická charakteristika (vliv pracovního bodu)

Statická charakteristika soustavy

Napětí ventilátor (V)

Napětí snímač (V)

hodnota skoku polohy na ventilátoru U _v	ustálená hodnota průtokoměru U _p	zestavení soustavy A _v	časová konstanta soustavy T
[V]	[V]	[s]	[s]
1	3.36	3.36	12.9
2	4.77	2.39	10.0
3	6.11	2.04	7.5
4	6.92	1.75	6.3
5	7.57	1.51	5.5
6	8.19	1.30	4.7
7	8.70	1.24	4.6
8	9.22	1.15	4.2
9	9.58	1.06	4.0
10	9.98	1.00	4.0

Fakulta strojní VŠB – TUO
Katedra automatizační techniky a řízení

Co bylo obsahem přednášky

- Využití znalostí o statických a dynamických vlastnostech prvků.
- Typy nejistoty měření.
- Minimalizace chyb měření.
- Co to je třída přesnosti přístroje?
- Co to je a jak změřit statickou charakteristiku?
- Co to je a jak změřit přechodovou charakteristiku?
- Co to je a jak změřit frekvenční charakteristiku?
-
- (Ot. č. 2, 3).

28
