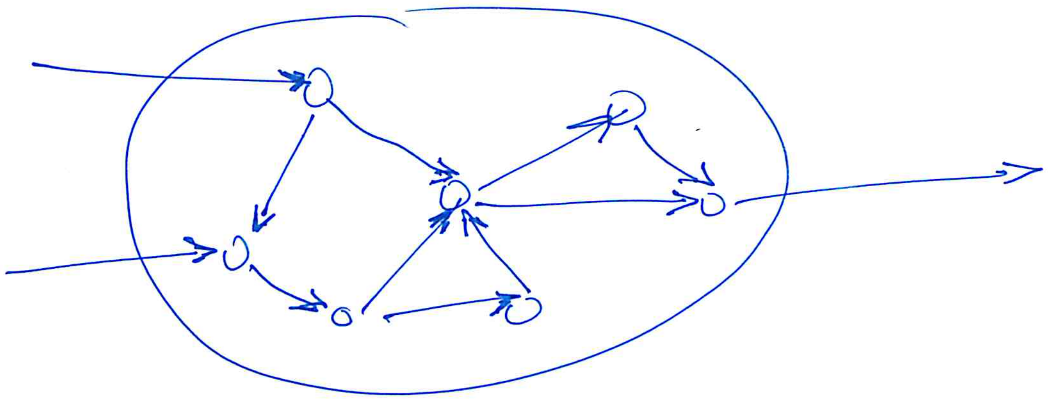
7. SYSTÉM – DEFINICE A POPIS

Definice: Systém je množina prvků, mezi nimiž existují funkční vztahy a která má jako celek určitý vztah ke svému okolí



Př:

automobil – systém

prvky: součásti (motor, převodovka, řízení, brzdy, atd.

automobil – prvek

~~dis~~

logistická firma – systém

Prvek

– vnitřní

má vazby pouze s ostatními prvky uvnitř systému

– hraniční

má alespoň jednu vazbu s okolím – prvkem jiného systému

– vstupní

– výstupní

2018 – 1

Vazby
- vnitřní
- vnější

jsou orientované

Struktura

je vnitřní uspořádání prvků systému, vazeb mezi nimi

souvislosti ~~mezi~~ a zákonitosti vzájemného propojení jak vnitřních, tak hraničních prvků

Okolí systému

je souhrn všech objektů a procesů, které svými vlastnostmi ovlivňují zkoumaný systém nebo jsou jím ovlivňovány

Spojení systému s okolím se uskutečňuje prostřednictvím vstupních a výstupních prvků systému

Chování systému

je způsob reakce systému na vnější podněty

-018-7-

Klasifikace systémů

Systém

Fyzikální — Abstraktní

Systém

Orientovaný — Neorientovaný

Systém je definován množinou proměnných

U orientovaného systému jsou proměnné rozděleny na vstupní a výstupní

Systém

Kauzální
chování závisí na minulosti a přítomnosti

Nekauzální
chování závisí nejen na minulosti a přítomnosti ale i na budoucnosti

---

Systém

Deterministický
chování je jednoznačně určeno

Stochastický

Dynamický systém

Lineární — Nelineární

Dynamický systém

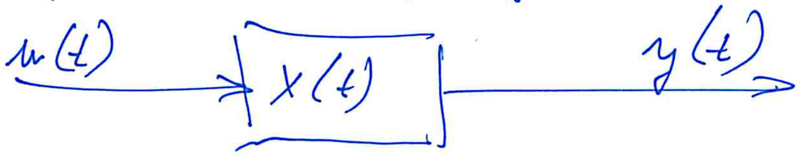
Spojitý — Diskrétní

Popis systému

vnitřní — vnější

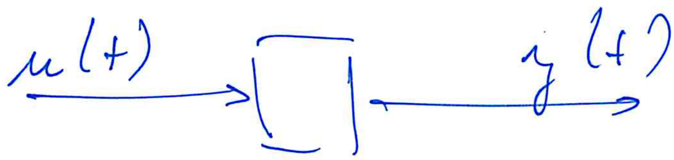
Vnitřní popis

vstup – stav – výstup



Vnější popis

vstup – výstup



Vnější popis

(lineárního spojitého dynamického systému)
(s jednou vstupní a jednou výstupní veličinou)
může být představován:

1) diferenciální rovnicí
2) přenosem (v Laplaceově transformaci)
3) přechodovou funkcí a přechodovou charakteristikou
4) impulzní funkcí
5) frekvenčním přenosem
6) frekvenční charakteristikou
7) rozložením pólů a nul přenosu

$$F(p) = \mathcal{L}\left\{f(t)\right\} = \int_0^\infty f(t)\cdot e^{-pt}\,dt$$

$f(t)$	$F(p)$
$\delta(t) = \begin{cases} \infty & t = 0 \\ 0 & t \neq 0 \end{cases}$	1
$1(t) = \begin{cases} 1 & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$	$\frac{1}{p}$
t	$\frac{1}{p^2}$
t^k	$\frac{k!}{p^{k+1}}$
$\cancel{f(t)}$ $\boxed{f'(t)}$	$pF(p) - f(0)$
$f''(t)$	$p^2F(p) - f(0) - \ldots$
$f^{(n)}(t)$	$p^nF(p) - \sum_{i=0}^{n-1} p^i f^{(n-i-1)}(0)$

$$\mathcal{L}\left\{a\cdot f(t) + b\cdot g(t)\right\} = a\cdot F(p) + b\cdot G(p)$$

$$a_n y^{(n)}(t) + a_{n-1} y^{(n-1)}(t) + \dots a_2 y''(t) + a_1 y'(t) + a_0 y(t)$$

$$= b_m u^{(m)}(t) + b_{m-1} u^{(m-1)}(t) + \dots b_2 u''(t) + b_1 u'(t) + b_0 u(t)$$

$$\underline{m \leq n}$$

$\hookrightarrow$ realizovatelný kauzální systém

za předpoklad n.p.p. (nulové počáteční podmínky)

$$f(0) = 0$$

$$a_n p^n Y(p) + a_{n-1} p^{n-1} Y(p) + \dots a_2 p^2 Y(p) +$$

$$+ a_1 p Y(p) + a_0 Y(p) \Big|_{n.p.p.} =$$

$$= b_m p^m U(p) + b_{m-1} p^{m-1} U(p) + \dots$$

$$\dots + b_2 p^2 U(p) + b_1 p U(p) + b_0 U(p) \Big|_{n.p.p.}$$

$$\left[a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_2 p^2 + a_1 p + a_0\right] \cdot Y(p) =$$

$$= \left[b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0\right] \cdot U(p)$$

$$F(p) = \frac{Y(p)}{U(p)}\Bigg|_{n.p.p.} = \frac{\mathcal{L}\{y(t)\}}{\mathcal{L}\{u(t)\}}\Bigg|_{n.p.p}$$

$$Y(p)\cdot\sum_{i=0}^{n} a_i p^i = U(p)\cdot\sum_{j=0}^{m} b_j p^j \quad \Big/ : U(p) \quad : [\sum a]$$

$$F(p) = \frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{\sum_{j=0}^{m} b_j p^j}{\sum_{i=0}^{n} a_i p^i} = \frac{Q(p)}{P(p)}$$

Stabilita:

stabilní systém je takový, jehož kořeny charakteristické rovnice $P(p)=0$ leží v levé polorovině komplexní roviny

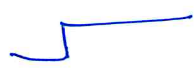
$$F(j\omega) = \mathcal{F}\{f(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\, e^{-j\omega t}\, dt$$

Identifikace systému

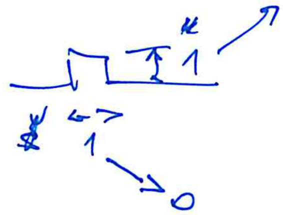
přivedeme na vstup systému konkrétní signál a sledujeme odezvu systému na výstupu (black box)

Typy signálů

1) jednotkový skok
   Heavisideův signál

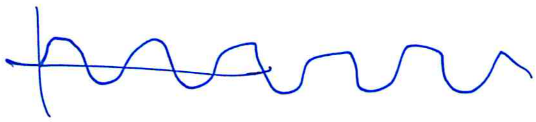


2) jednotkový puls
   Diracův puls



$\int = 1$

3) harmonický signál

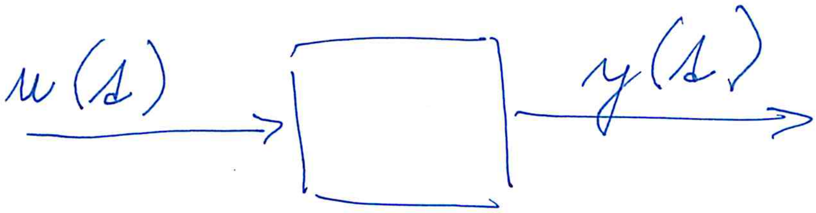


2018-5

POPIS SYSTÉMU

- VNITŘNÍ
- VNĚJŠÍ

VNĚJŠÍ



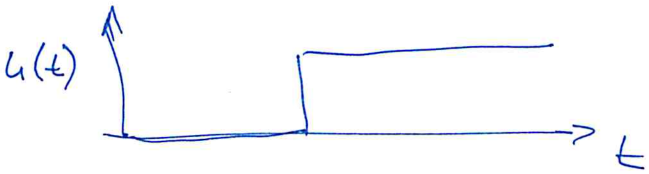
Identifikace systému

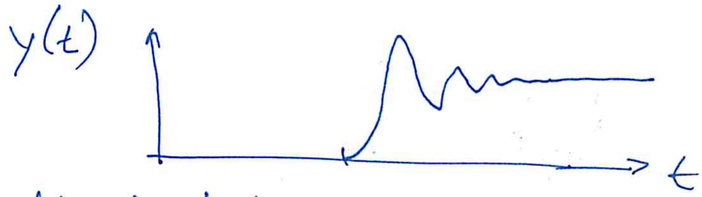
přivedeme na vstup konkrétní signál a sledujeme odezvu systému na výstupu

① Jednotkový skok

~~Hewisidův~~

Heavisidův



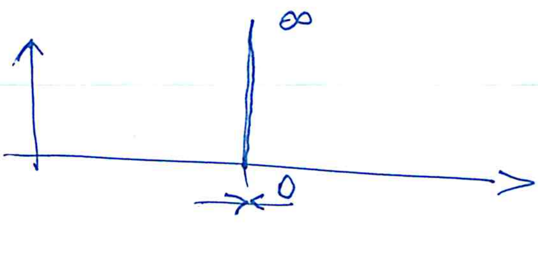


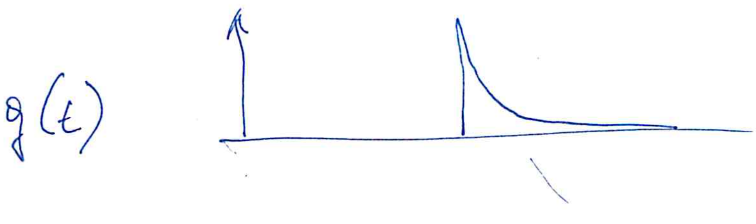
odezva na jednotkový skok

= přechodová funkce $h(t)$

⇒ identifikace → diferenciální rovnice s konstantními koeficienty

② Diracův puls





fyzikálně nerealizovatelný

$$g(t) = \frac{d\,h(t)}{dt}$$

③ Harmonický signál

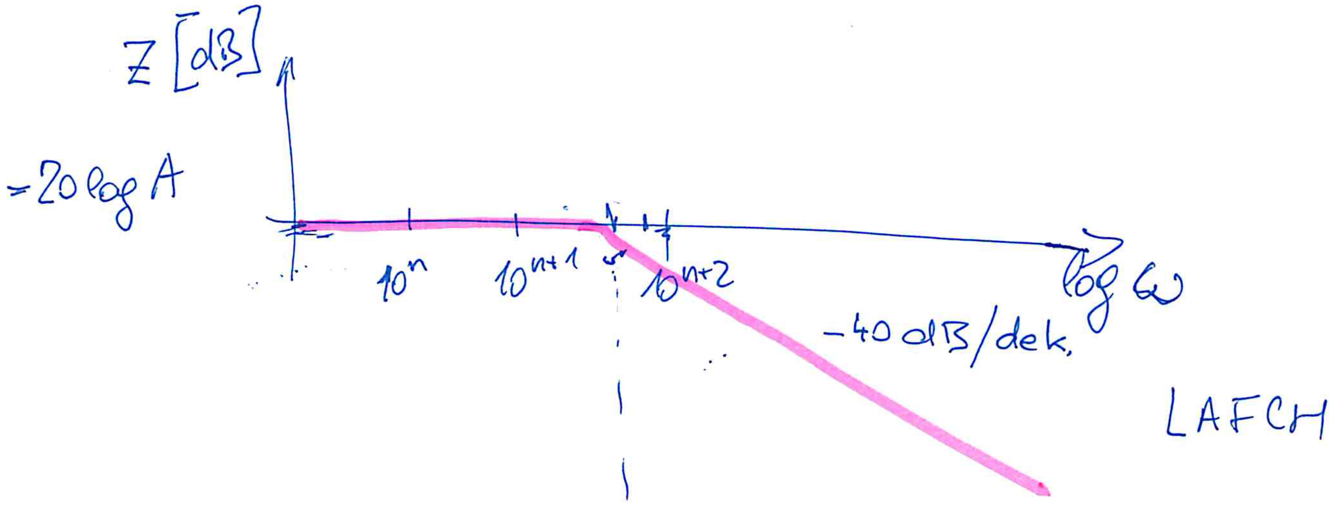
$$u(t) = a \cdot \sin \omega t$$

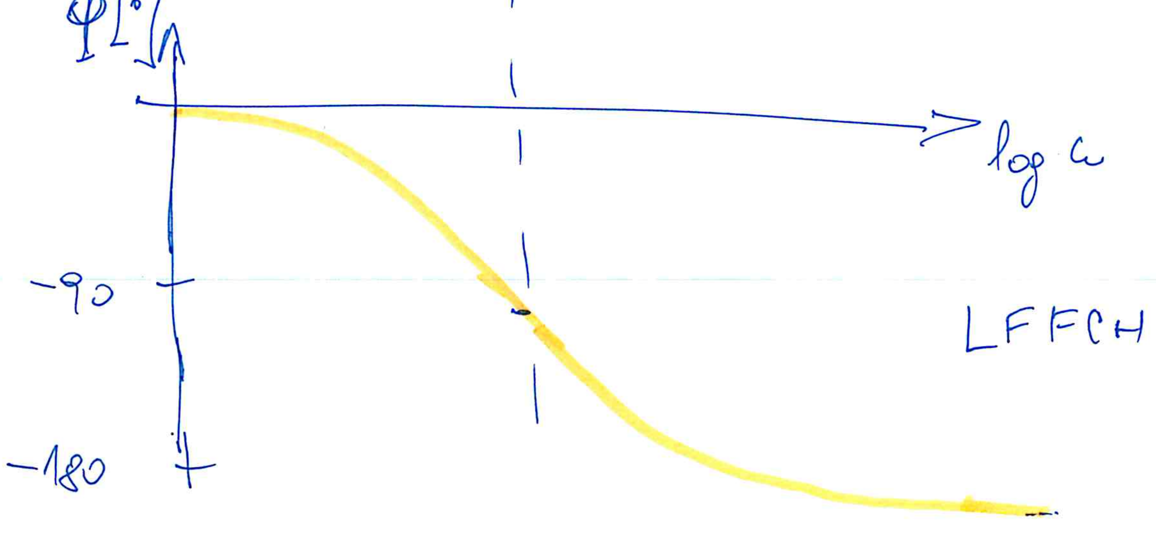
$$y(t) = b \cdot \sin(\omega t + \varphi) \qquad A = \frac{b}{a}$$

=> frekvenční charakteristika

FCH — komplexní rovina

— logaritmické souřadnice





Bode

$$F(p) = \frac{b_0}{a_2 p^2 + a_1 p + a_0}$$

Nyquist