



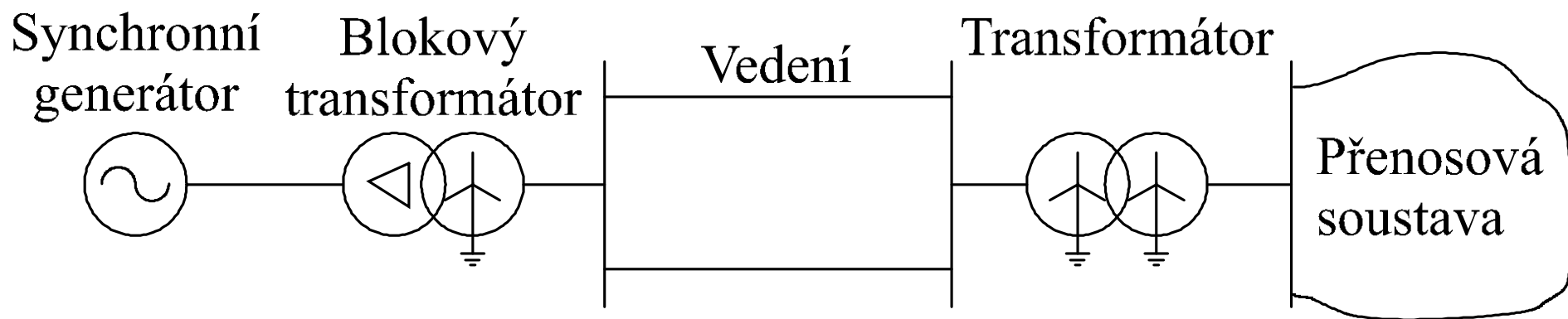
ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI



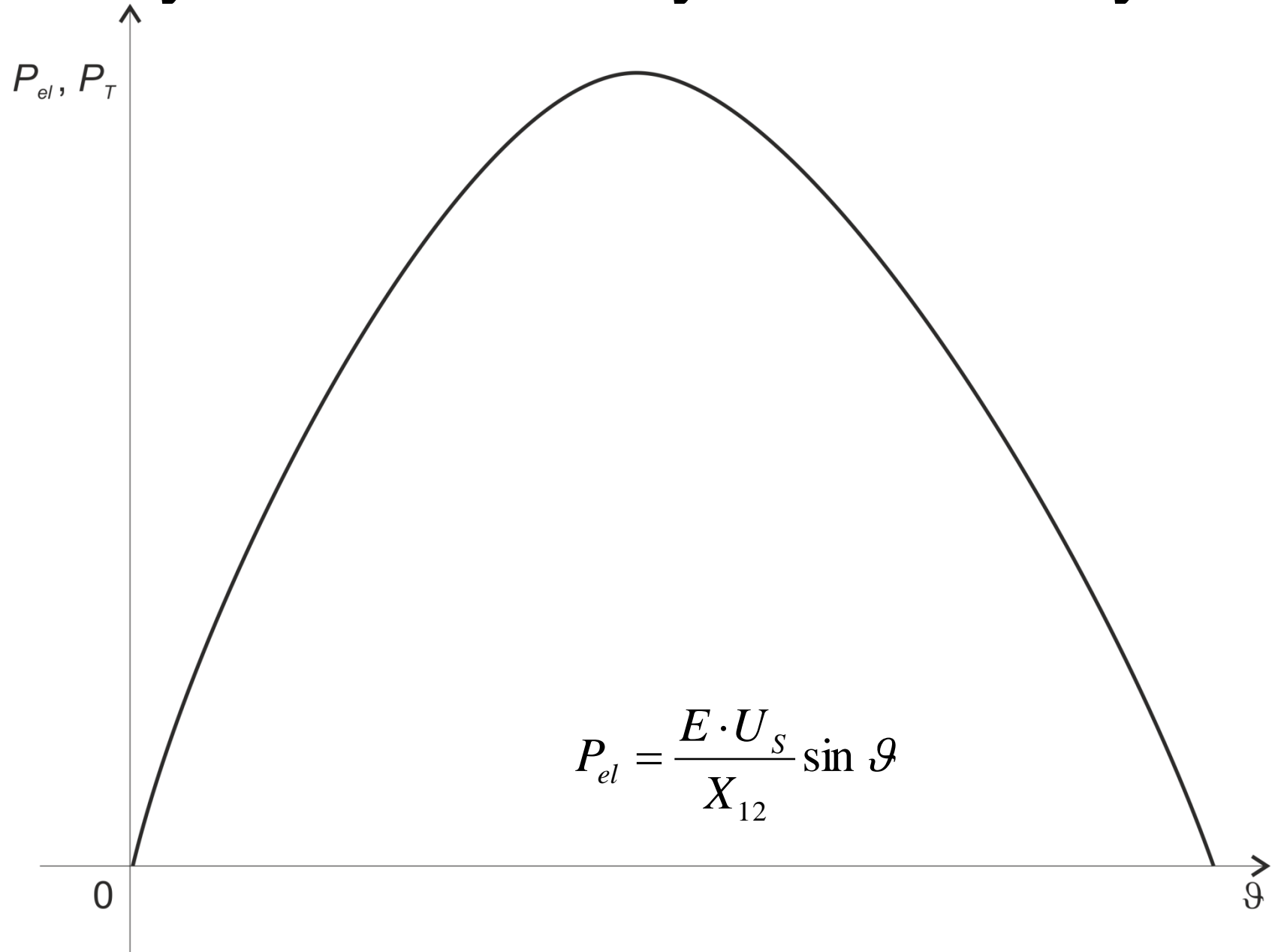
Dynamická stabilita synchronního stroje pracujícího do tvrdé sítě

doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
Plzeň 2019

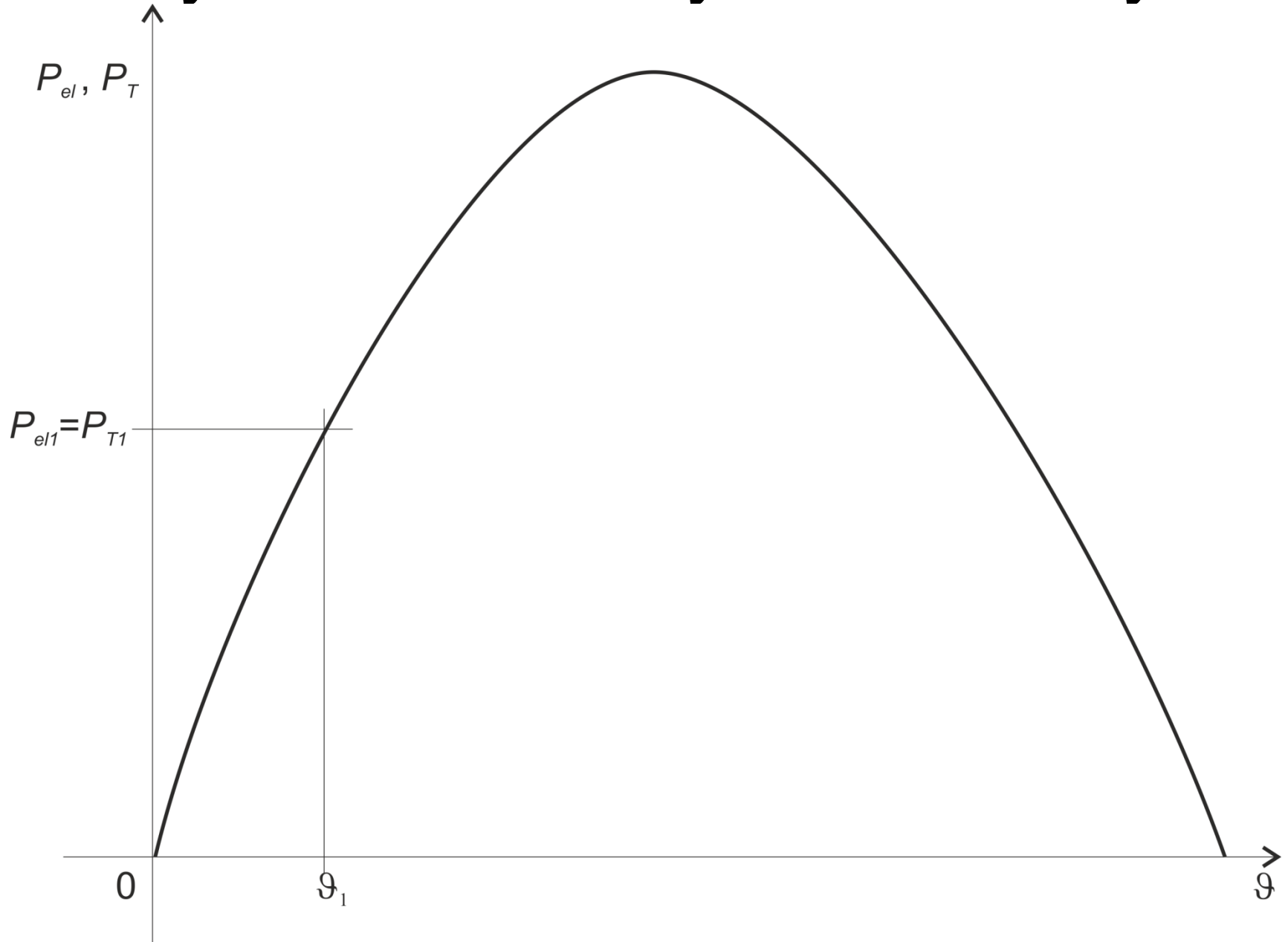
Stabilita energetického systému synchronního stroje, pracujícího přes relativně omezenou síť do přibližně tvrdé sítě, kde elektrickou část nejčastější realizace ukazuje schéma:



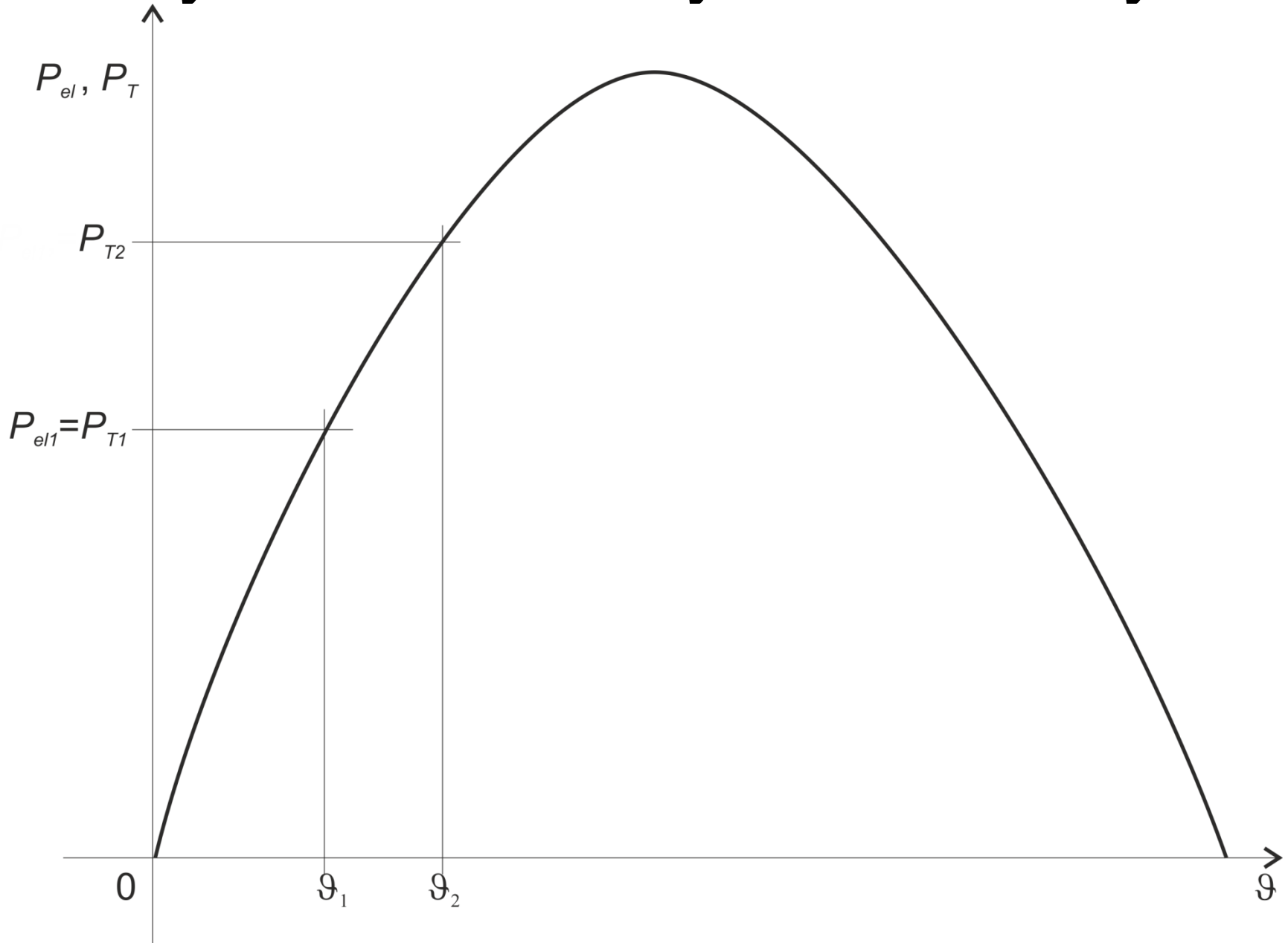
Rychlá změna výkonu turbíny



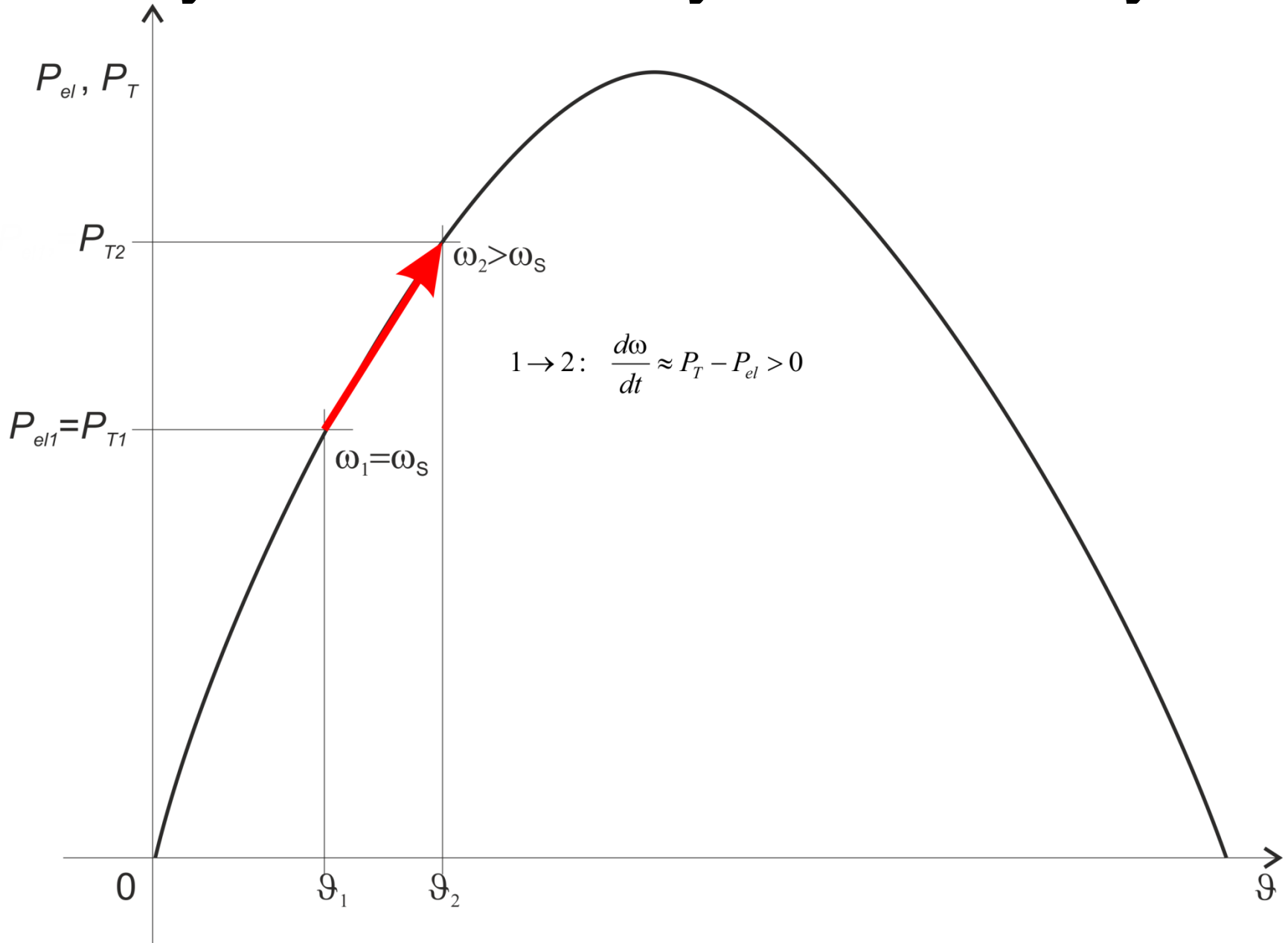
Rychlá změna výkonu turbíny



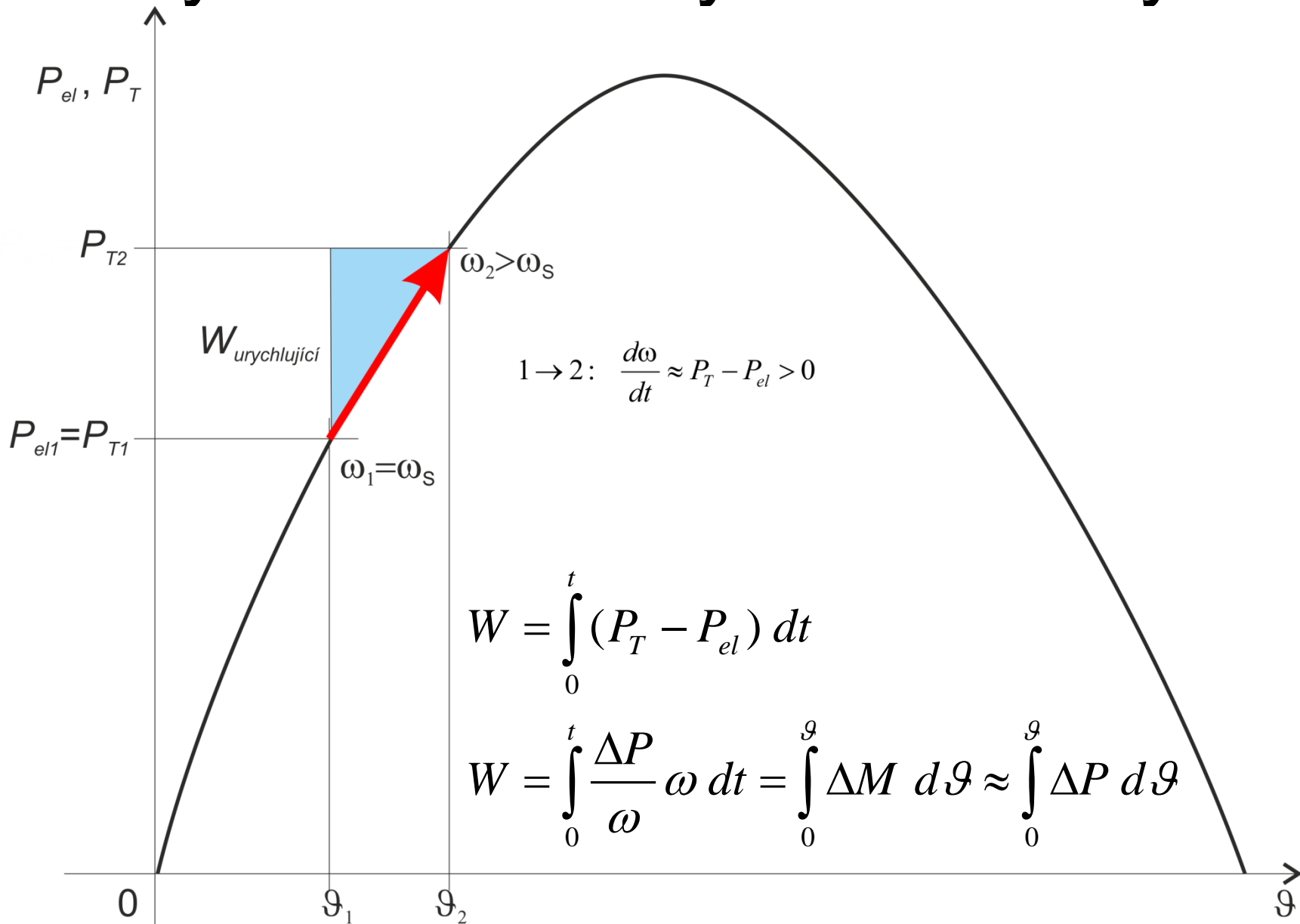
Rychlá změna výkonu turbíny



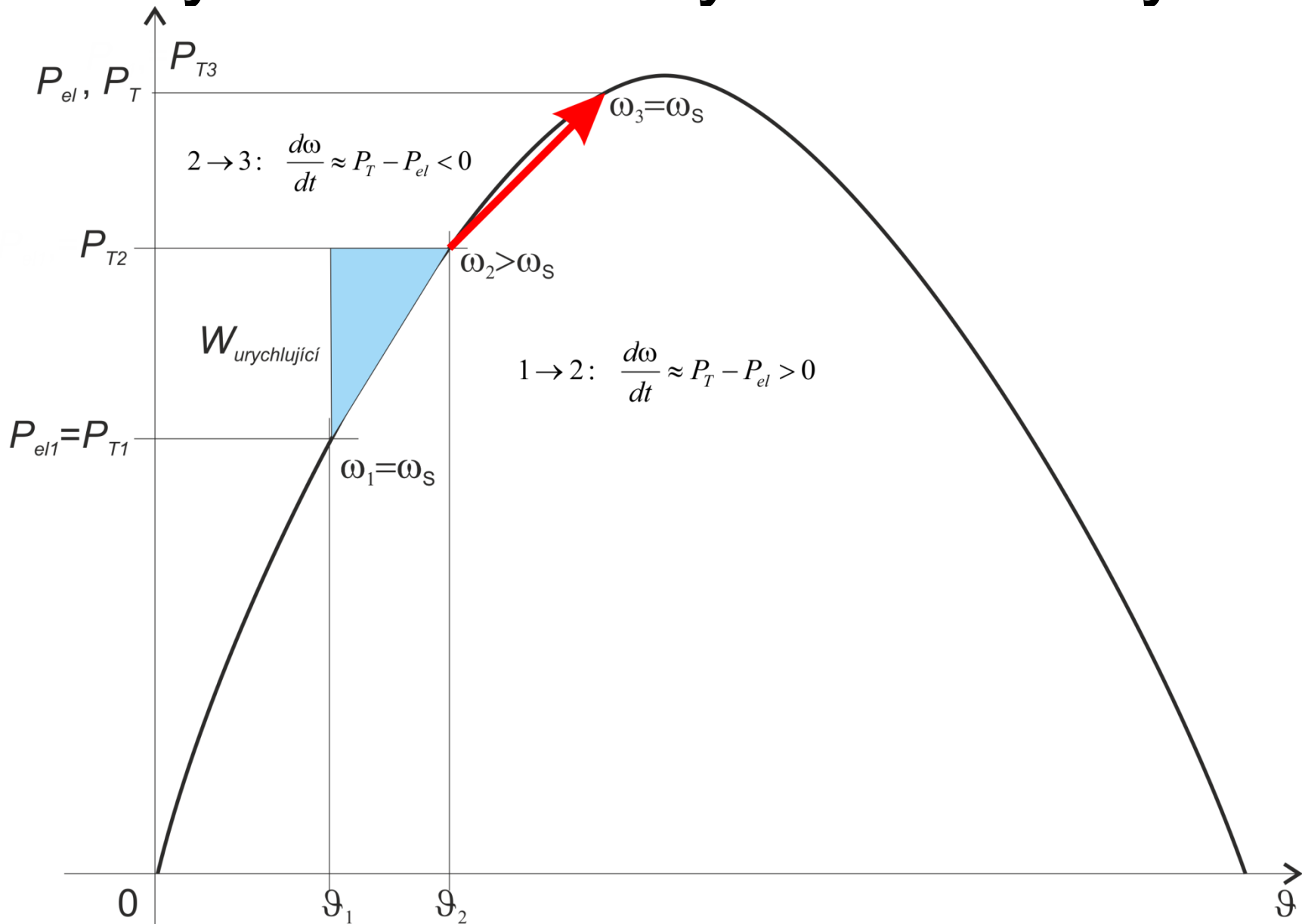
Rychlá změna výkonu turbíny



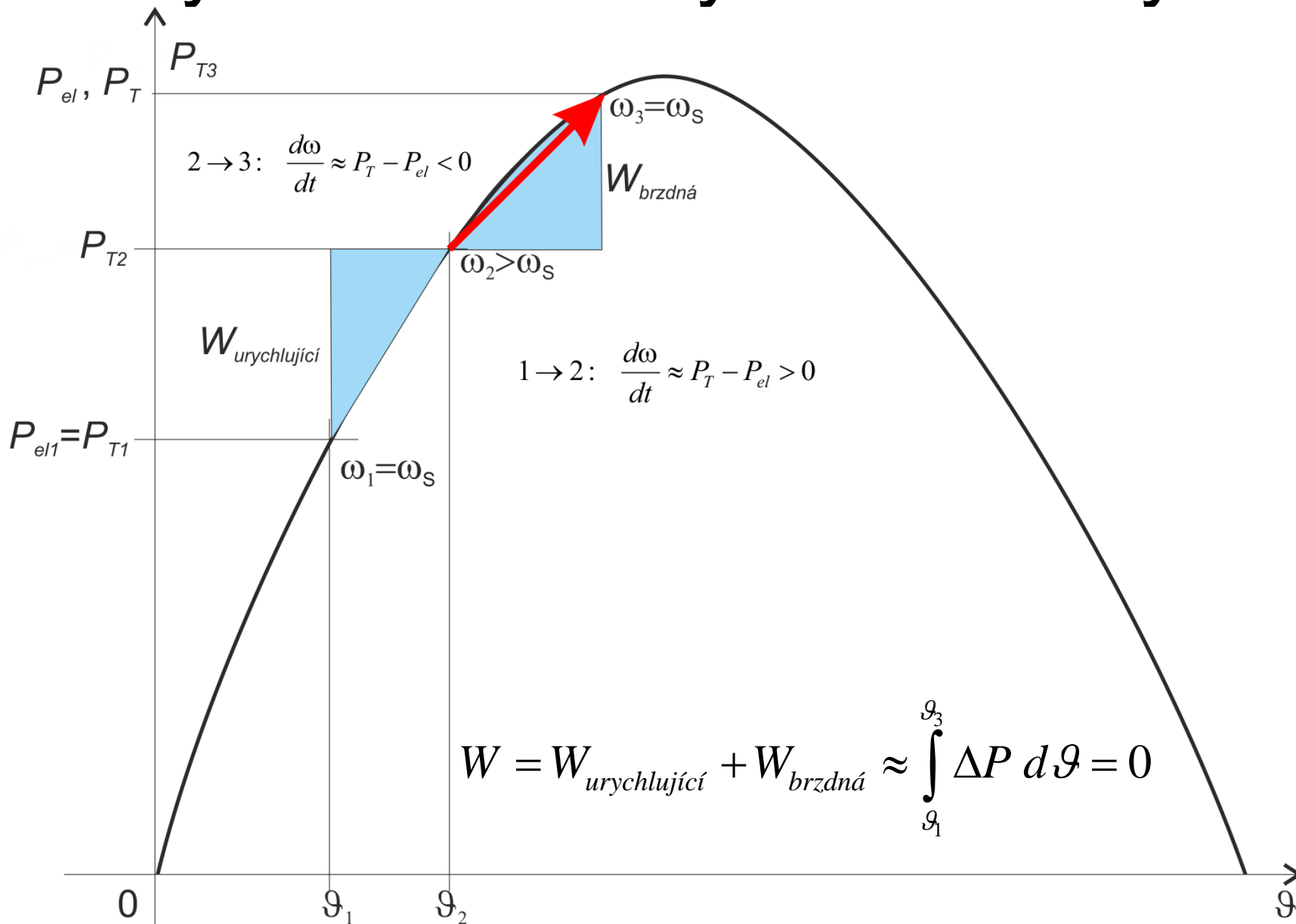
Rychlá změna výkonu turbíny



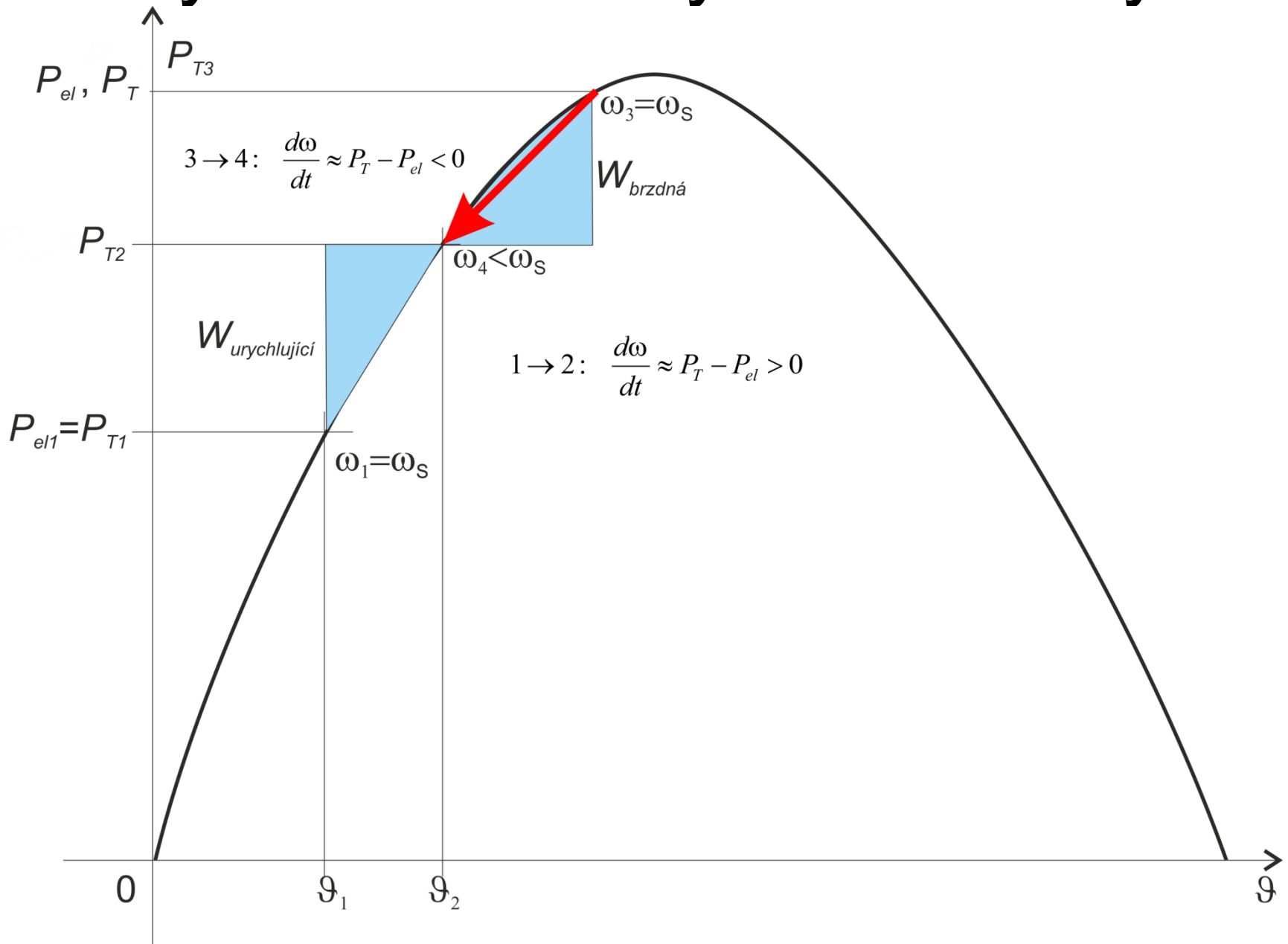
Rychlá změna výkonu turbíny



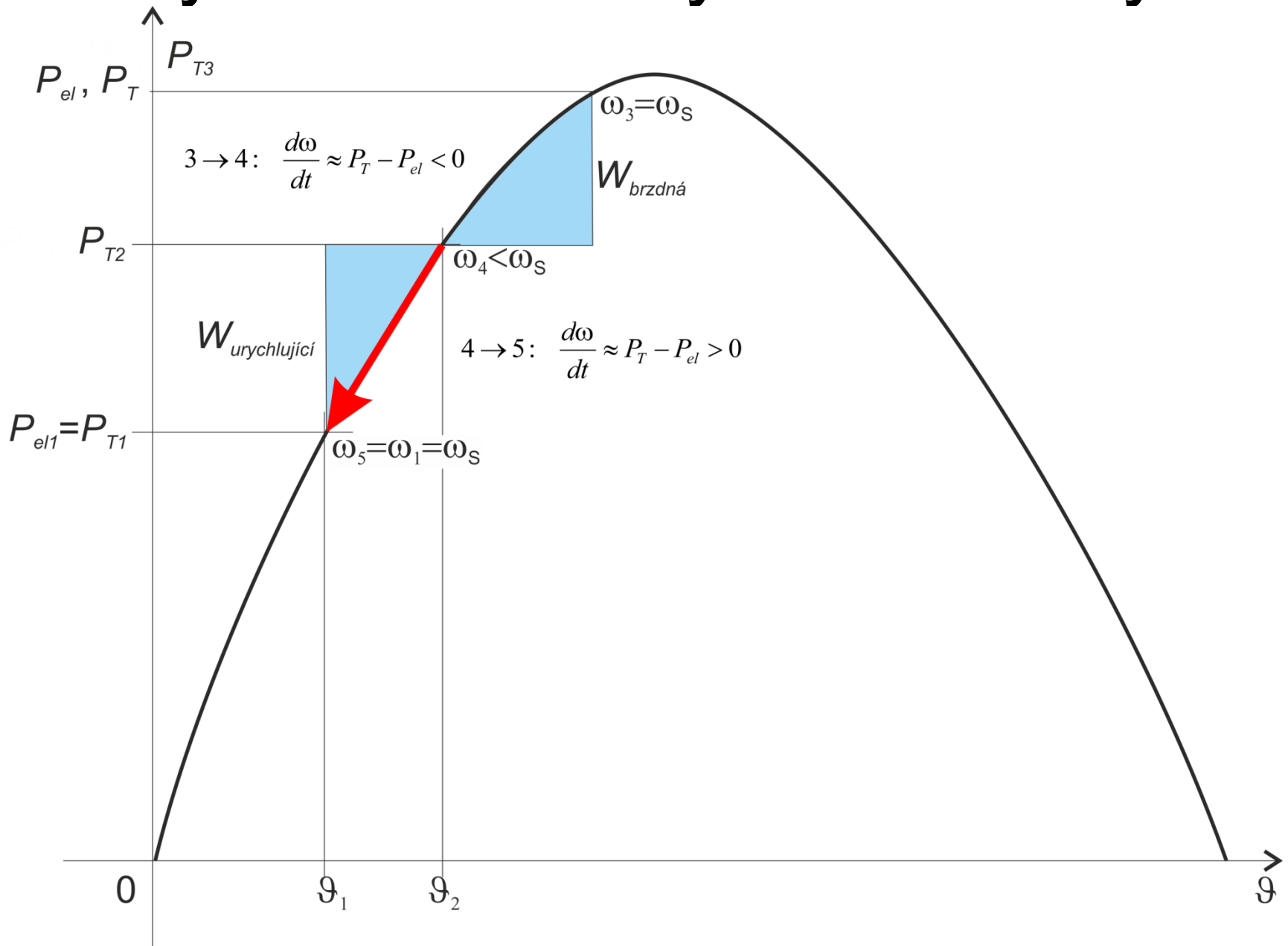
Rychlá změna výkonu turbíny



Rychlá změna výkonu turbíny

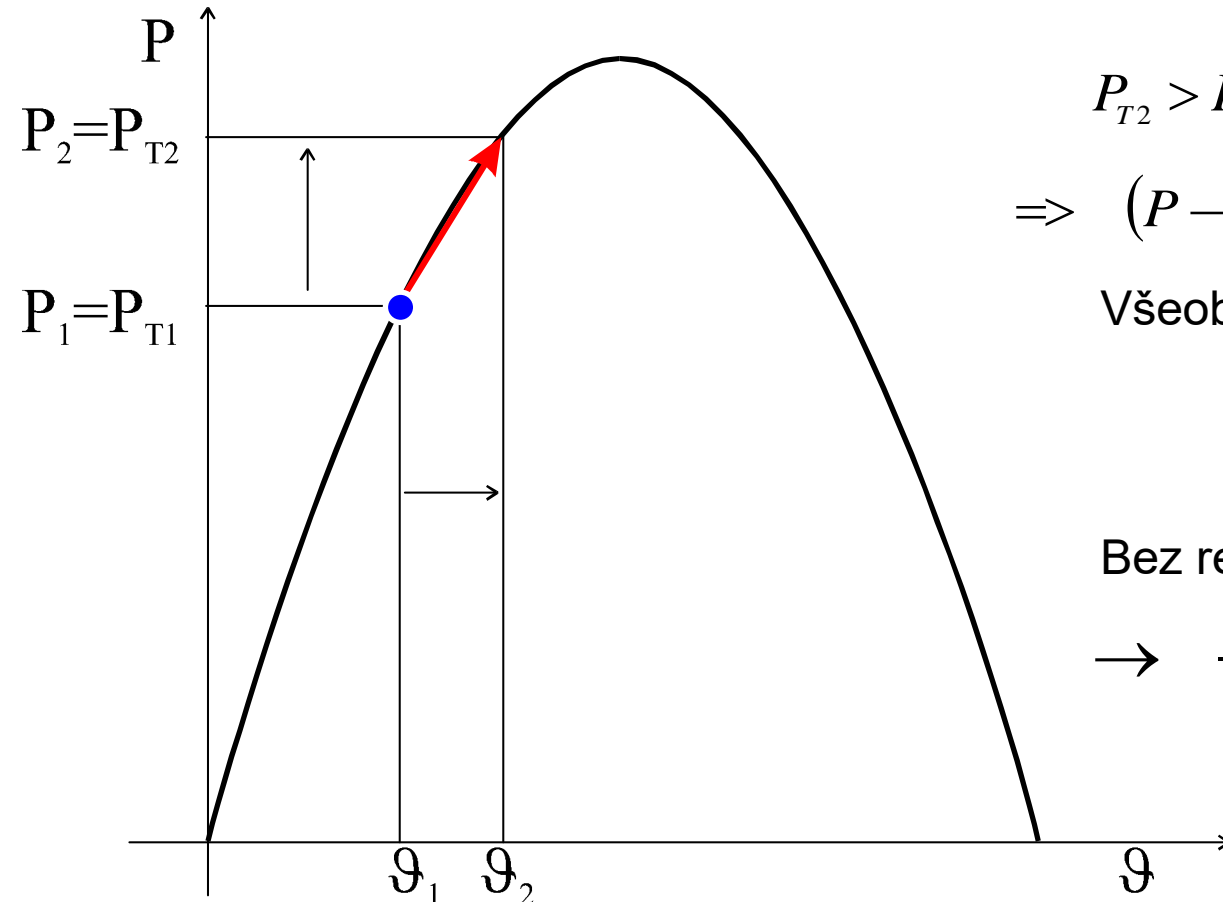


Rychlá změna výkonu turbíny



Statická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Statická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě je schopnost systému nalézt při nekonečně malých a nekonečně pomalých změnách zátěžného úhlu, výkonu turbíny, parametrů přenosu elektrického činného výkonu, nebo jiných veličin, které tyto parametry ovlivňují, nový stav s konstantním zátěžným úhlem, čili synchronní stav.



$$P_{T2} > P \Rightarrow g \text{ se zvětšuje}$$

$$\Rightarrow (P \rightarrow P_{T2}) \Rightarrow \text{stabilní stav „1“}$$

Všeobecně:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial g} \right)_{g=g_1} > 0$$

Bez regulace buzení:

$$\rightarrow -90^\circ < g < 90^\circ$$

$$P_{\max} = 3 \frac{E \cdot U}{X_{12}}$$

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Statická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě je schopnost systému nalézt při značných a rychlých změnách zátěžného úhlu, výkonu turbíny, parametrů přenosu elektrického činného výkonu, nebo jiných veličin, které tyto parametry ovlivňují, nový **staticky stabilní stav** s konstantním zátěžným úhlem, čili synchronní stav.

Tedy oproti statické stabilitě:

1. Jedná se o hodnocení děje, nikoli stavu
2. Změny nejsou nekonečně malé a nekonečně pomalé

Podmínkou splnění dynamické stability je:

Při ději bude mít systém k dispozici minimálně stejné množství brzdné energie jako je množství naakumulované urychlující energie, které systém během děje získá.

Existuje tedy čas t , pro který platí:

$$\Delta W_{mech} = \frac{1}{2} J (\Delta \omega_m)^2 < 0$$

$$\Delta W_{mech} = \int_0^t \Delta P dt < 0$$

$$\Delta P = P_T - P_{el} - P_Z \approx P_T - P_{el}$$

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Vzhledem k tomu, že soustava je ze synchronního stavu vychýlena jen nepatrně:

$$\omega_m \approx \omega_s \approx konst \qquad \Delta W_{mech} = \int_0^{\vartheta} \Delta M d\vartheta = \int_0^{\vartheta} \frac{\Delta P}{\omega_m} d\vartheta \approx \int_0^{\vartheta} \frac{\Delta P}{\omega_s} d\vartheta \approx \int_0^{\vartheta} \Delta P d\vartheta$$

Lze tudíž aplikovat tzv. „**pravidlo ploch**“ dynamické stability v rovině , kde plocha vymezená P_T a P , nad křivkou úrovně P_T musí být během děje k dispozici minimálně stejně velká, jako plocha pod touto křivkou.

Nebo lze alternativně **řešit diferenciální rovnici**:
$$\Delta M = J \frac{d\Delta\omega_m}{dt}$$

Po dosazení:

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \Delta\omega_m \qquad \Delta M \approx \frac{\Delta P}{\omega_s} \qquad T_m = \frac{J \cdot \omega_s^2}{S_N}$$

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} = \frac{1}{J} \cdot \frac{\Delta P}{\omega_s} = \Delta P \frac{\omega_s}{T_m \cdot S_N} = (P_T - P) \frac{\omega_s}{T_m \cdot S_N} = (P_T - P_{\max} \sin \vartheta) \frac{\omega_s}{T_m \cdot S_N}$$

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Časová konstanta celého soustrojí T_m souvisí s potřebnou energií pro jeho uvedení na jmenovité otáčky.

Měřit se tedy nechá jako doba pro dosažení ω_S při chodu naprázdno a jmenovitým hnacím momentu (výkonu):

$$\Delta M = M_N = \frac{S_N}{\omega_S} = J \frac{d\Delta\omega_m}{dt}$$

$$\omega_m = \int_0^t \frac{S_N}{J \cdot \omega_S} dt$$

$$\omega_S = \int_0^{T_m} \frac{S_N}{J \cdot \omega_S} dt = T_m \frac{S_N}{J \cdot \omega_S}$$

$$T_m = \frac{J \cdot \omega_S^2}{S_N}$$

Druh soustrojí	T_m [s]
Turboalternátor s kondenzační turbínou 1 500 min ⁻¹	15 až 24
Turboalternátor s kondenzační turbínou 3 000 min ⁻¹	7 až 18
Turboalternátor s protitlakovou turbínou 3 000 min ⁻¹	6 až 10
Hydroalternátory	3 až 9

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

METODA PLOCH alias PRAVIDLO PLOCH

Podmínkou splnění dynamické stability je:

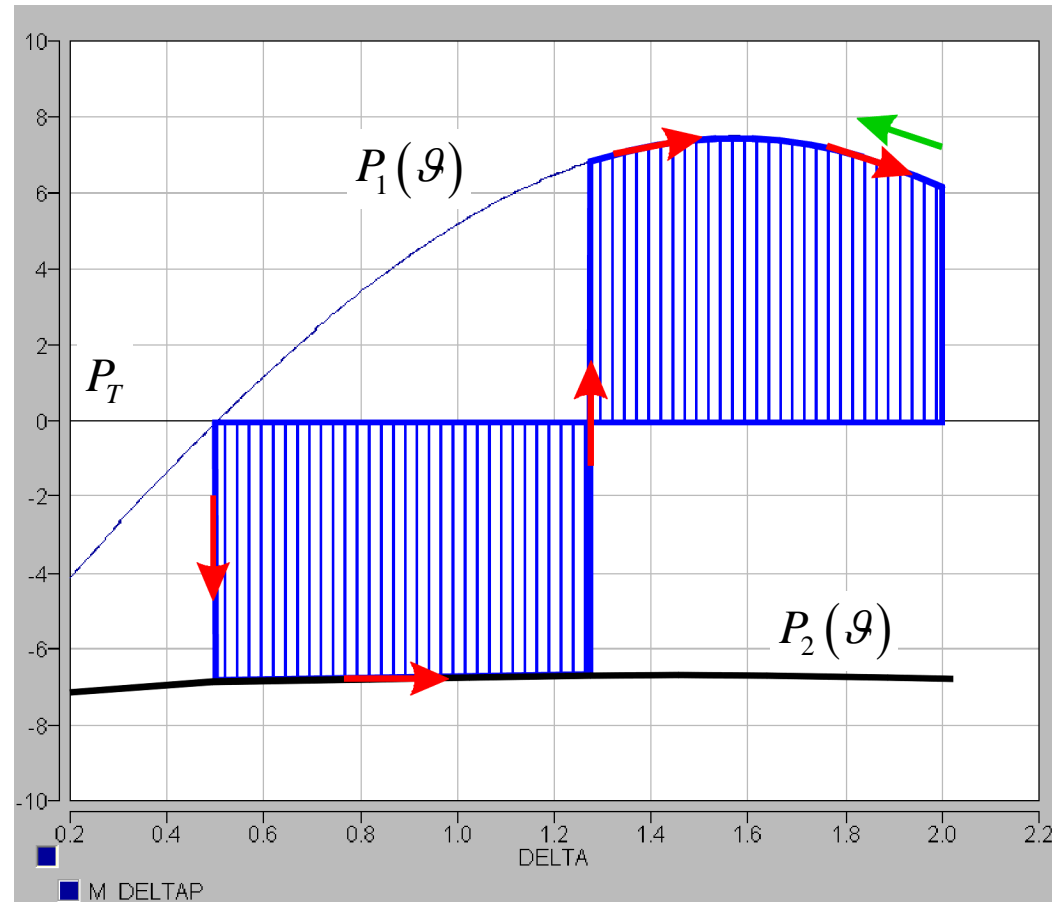
Při ději bude mít systém k dispozici minimálně stejné množství brzdné energie jako je množství naakumulované urychlující energie, které systém během děje získá.

Existuje tedy čas t , pro který platí:

$$\Delta W_{mech} = \int_0^t \Delta P dt \approx \int_0^{\vartheta} \Delta P d\vartheta < 0$$

$$\Delta P = P_T - P_{el} - P_Z \approx P_T - P_{el}$$

Soustava byla vyvedena ze staticky stabilního stavu vznikem poruchy na vedení, došlo ke zmenšení vazební admitance mezi alternátorem a sítí a poklesu přenášeného elektrického výkonu z původní křivky $P_1(\vartheta)$ na $P_2(\vartheta)$:



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

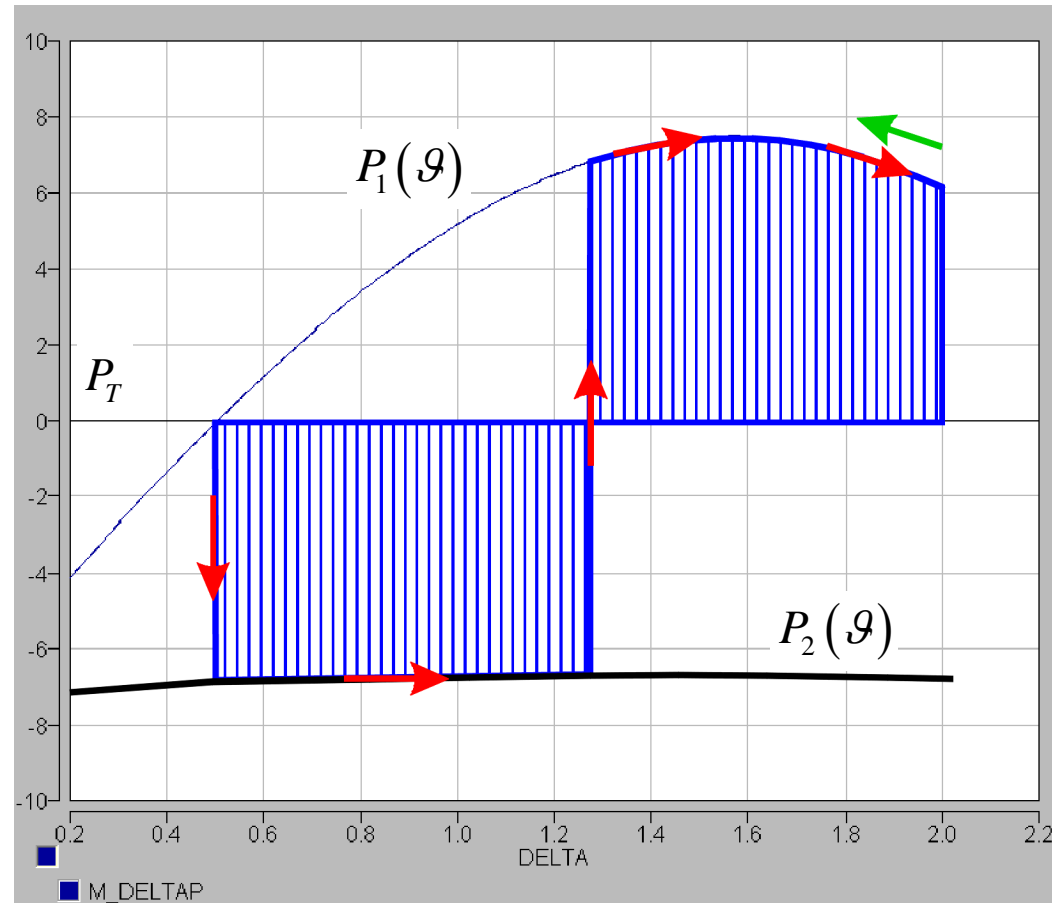
METODA PLOCH alias PRAVIDLO PLOCH

Podmínkou splnění dynamické stability je:

Při ději bude mít systém k dispozici minimálně stejné množství brzdné energie jako je množství naakumulované urychlující energie, které systém během děje získá.

Přibližně v době kdy zátěžný úhel dosáhl velikosti 1.3 rad byla porucha odstraněna a přenášený výkon se vrátil zpět na původní charakteristiku $P_1(\vartheta)$.

Po dosažení zátěžného úhlu přibližně 2 rad dojde k naakumulování dostatečného množství brzdné energie k tomu, aby se zastavil další nárůst zátěžného úhlu a ten se v důsledku stálé převahy brzdného momentu nad urychlujícím začne zmenšovat (zelená šipka). Zobrazený děj je tedy dynamicky stabilní.



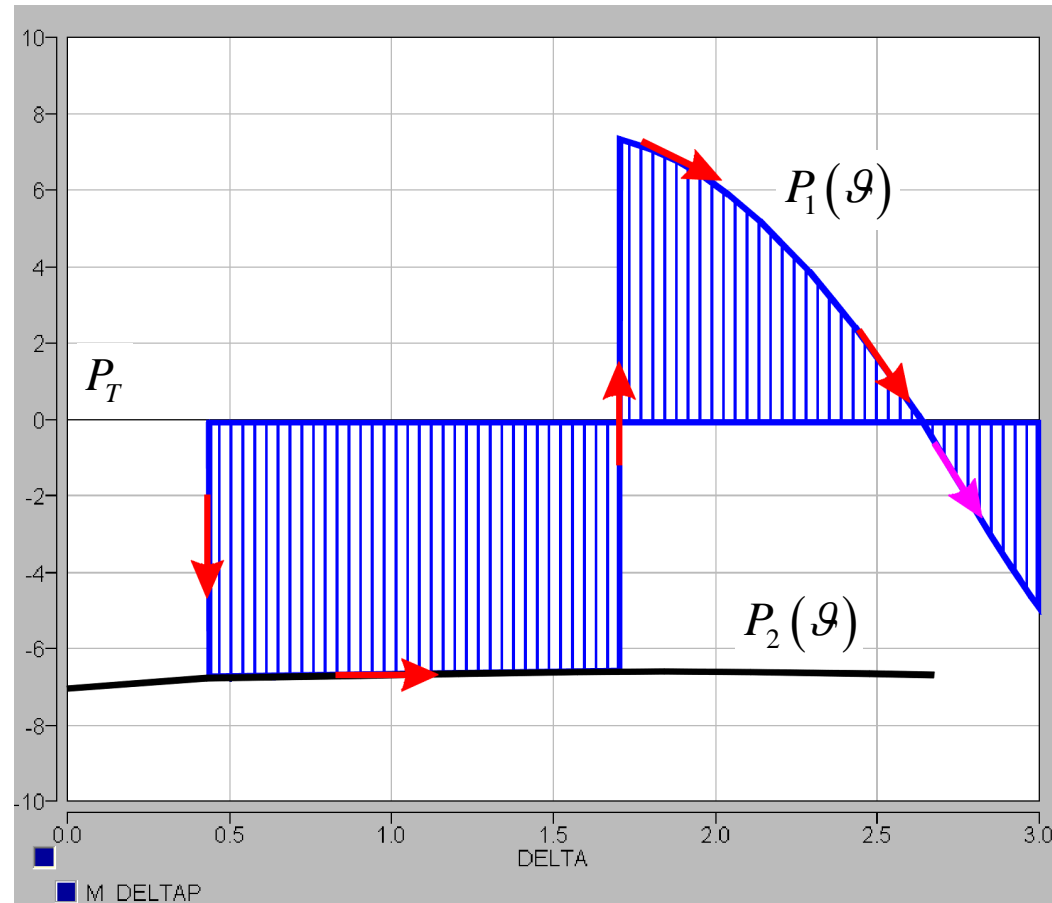
Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

METODA PLOCH alias PRAVIDLO PLOCH

Podmínkou splnění dynamické stability je:

Při ději bude mít systém k dispozici minimálně stejné množství brzdné energie jako je množství naakumulované urychlující energie, které systém během děje získá.

Tentokrát ale byla porucha odstraněna později, až když zátěžný úhel dosáhl přibližně hodnoty 1.7 rad . Po dosažení zátěžného úhlu přibližně 2.7 rad dojde obnovení převažujícího urychlujícího momentu nad brzdným a zátěžný úhel pokračuje se zvětšujícím zrychlováním ve svém nárůstu (fialová šipka). Zobrazený děj je tedy dynamicky nestabilní, neboť naakumulovaná brzdná energie mezi zátěžnými úhly 1.7 a 2.7 rad nestačila vykompenzovat urychlující energii získanou mezi úhly 0.4 a 1.7 rad .



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

ŘEŠENÍ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE

Podmínkou **splnění** dynamické stability je:

- Zátěžný úhel ϑ obrátí směr původního obvyklého nárůstu a začne se snižovat nebo
- Úhlová rychlost absolutní ω se navrátí na velikost odpovídající hodnotě rychlosti synchronní ω_S , respektive rozdílová rychlost $\Delta\omega$ na hodnotu nulovou.

$$\Delta M = J_m \frac{d\Delta\omega_m}{dt} = \frac{\Delta P}{\omega_S} = \frac{P_T - P_{el}}{\omega_S}$$

$$\frac{d\vartheta(t)}{dt} = \Delta\omega_m \rightarrow \vartheta(t) = \int_0^t \Delta\omega_m dt$$

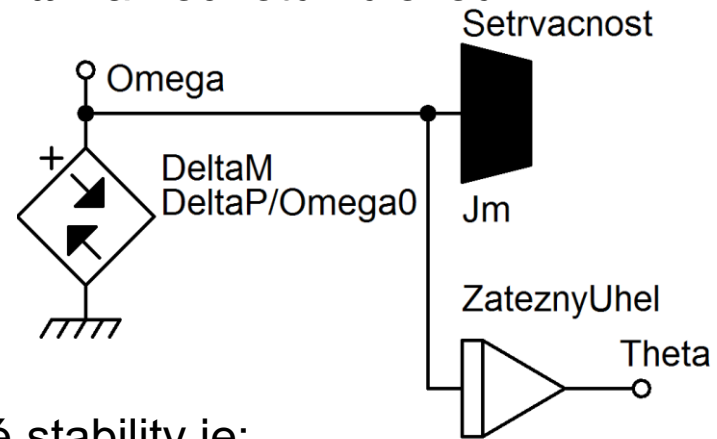
$$J_m = \frac{T_m \cdot S_N}{\omega_S^2}$$

Podmínkou **NEsplnění** dynamické stability je:

- Zátěžný úhel ϑ vzroste nad mez odpovídající prokluzu rotoru, tedy přes 180° .

nebo

- Úhlová rychlost absolutní ω (respektive $\Delta\omega$) po prvotním nárůstu, a následném klesání (nebo stagnaci nárůstu) opět výrazně roste aniž se mezitím navrátí na velikost odpovídající rychlosti synchronní.



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

ŘEŠENÍ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE

V tomto jednoduchém modelu stability alternátoru řešen vznik poruchy v čase 0.2 na vazebním dvojbranu a posléze její vypnutí v čase 0.45 sec.

Za těchto podmínek byla dynamická stabilita systému zachována. Konečné rozhodnutí o výsledku je zřejmé v čase přibližně 0.65 sec.

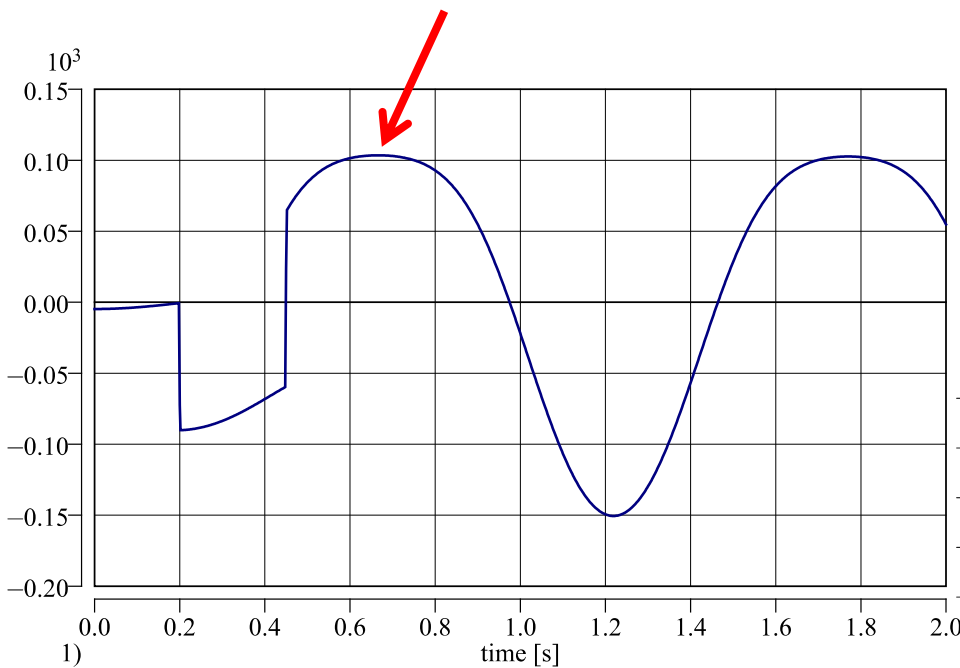
$P_{t0} = 120$	[MW]	Mechanický výkon turbíny [MW]
$P_{max1} = 299.69$	[MW]	Maximální el. výkon dodávaný alternátorem
$P_{max2} = 74.927$	[MW]	Maximální el. výkon dodávaný alternátorem
$P_{max3} = 227.40$	[MW]	Maximální el. výkon dodávaný alternátorem
$T_{poruch} = 0.2$	[s]	Doba vzniku poruchy
$T_{vyppor} = 0.45$	[s]	Doba vypnutí poruchy
$T_f = 0.35$	[s]	Časová konstanta budícího obvodu
$I_b = 1$		
$\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot 50$	[rad/s]	Úhlová synchronní rychlost soustrojí
$T_m = 7$	[s]	Mechanická časová konstanta
$S_{ng} = 235$	[MVA]	Jmenovitý výkon alternátoru

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

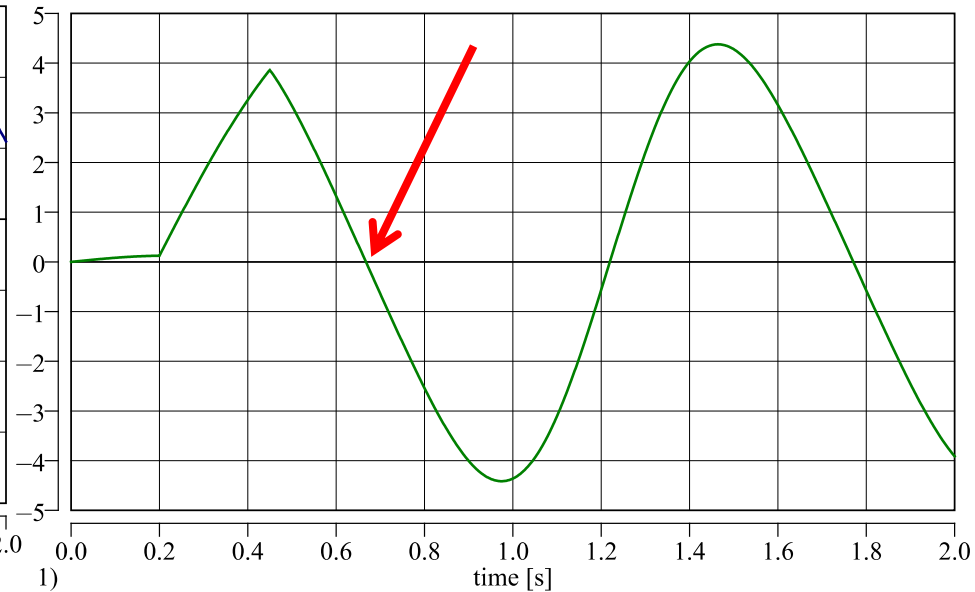
ŘEŠENÍ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE

V tomto jednoduchém modelu stability alternátoru řešen vznik poruchy v čase 0.2 na vazebním dvojbranu a posléze její vypnutí v čase 0.45 sec.

Za těchto podmínek byla dynamická stabilita systému zachována. Konečné rozhodnutí o výsledku je zřejmé v čase přibližně 0.65 sec.



■ DeltaP [MW] Výsledný mechanický výkon na soustroji při zanedbání ztrát



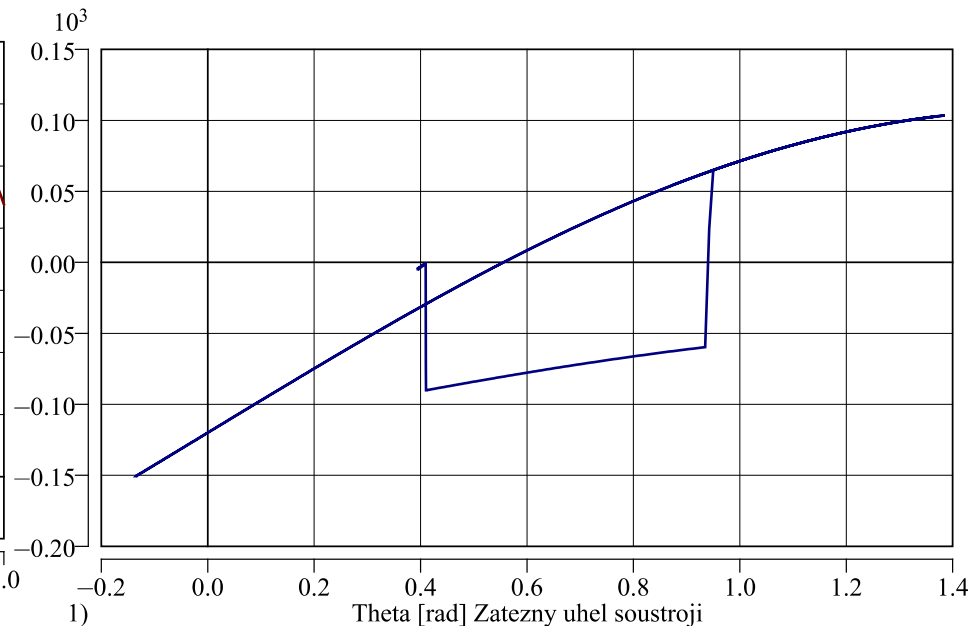
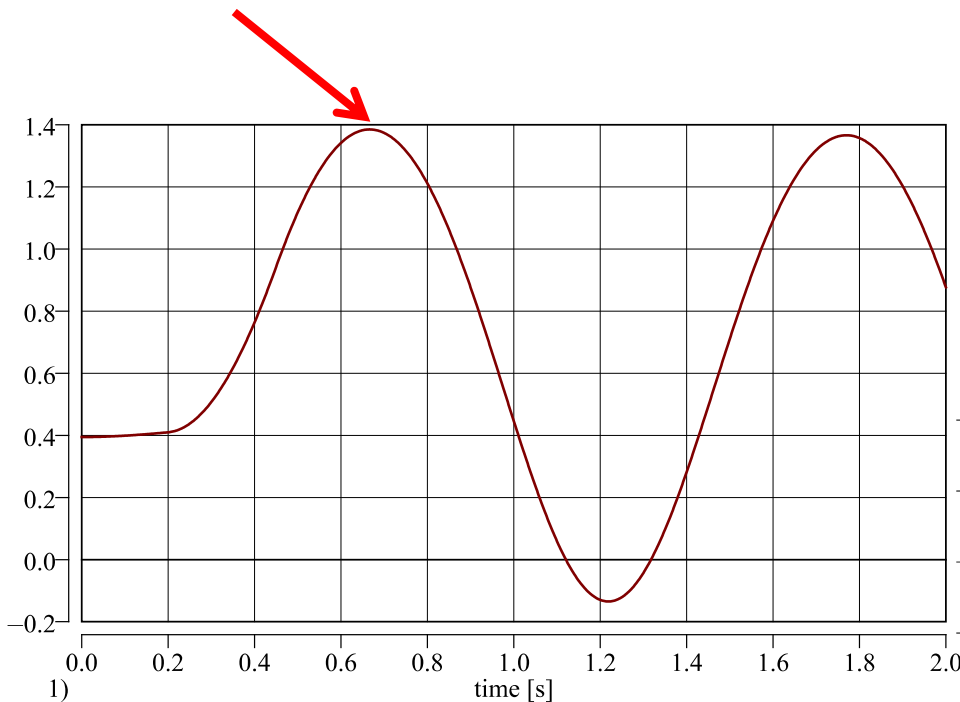
■ Omega [rad/s] Uhlová rychlost soustroji

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

ŘEŠENÍ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE

V tomto jednoduchém modelu stability alternátoru řešen vznik poruchy v čase 0.2 na vazebním dvojbranu a posléze její vypnutí v čase 0.45 sec.

Za těchto podmínek byla dynamická stabilita systému zachována. Konečné rozhodnutí o výsledku je zřejmé v čase přibližně 0.65 sec.



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

ŘEŠENÍ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE

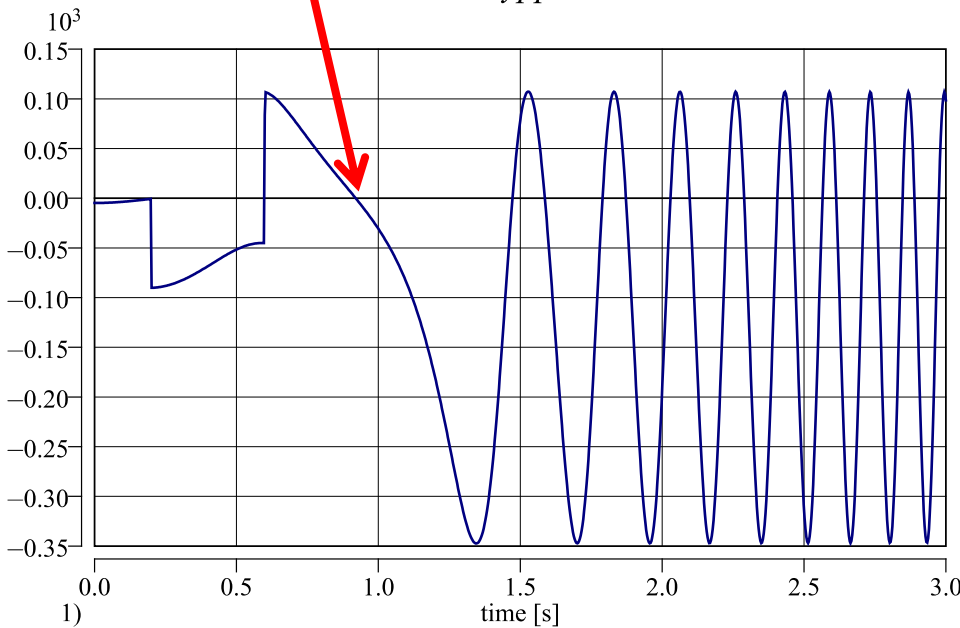
Následující varianta je identická až na dobu vypnutí, které je tentokrát až v čase 0.60 sec.

Za těchto podmínek nebyla dynamická stabilita systému zachována.

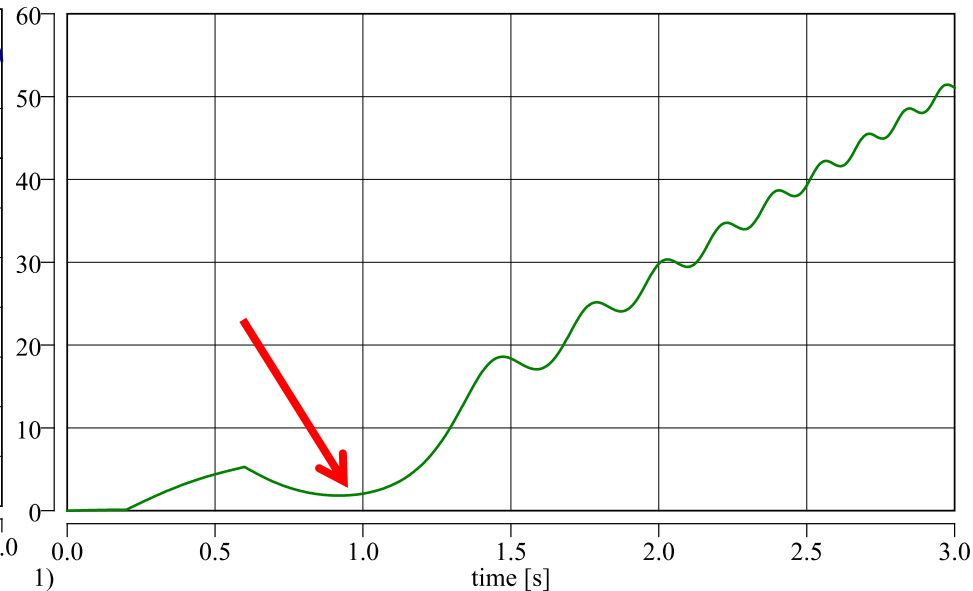
Konečné rozhodnutí o výsledku je zřejmé v čase přibližně 1 sec.

$$T_{\text{vyppor}} = 0.60 \quad [\text{s}]$$

Doba vypnutí poruchy



■ DeltaP [MW] Výsledný mechanický výkon na soustroji při zanedbání ztrát



■ Omega [rad/s] Uhlová rychlost soustroji

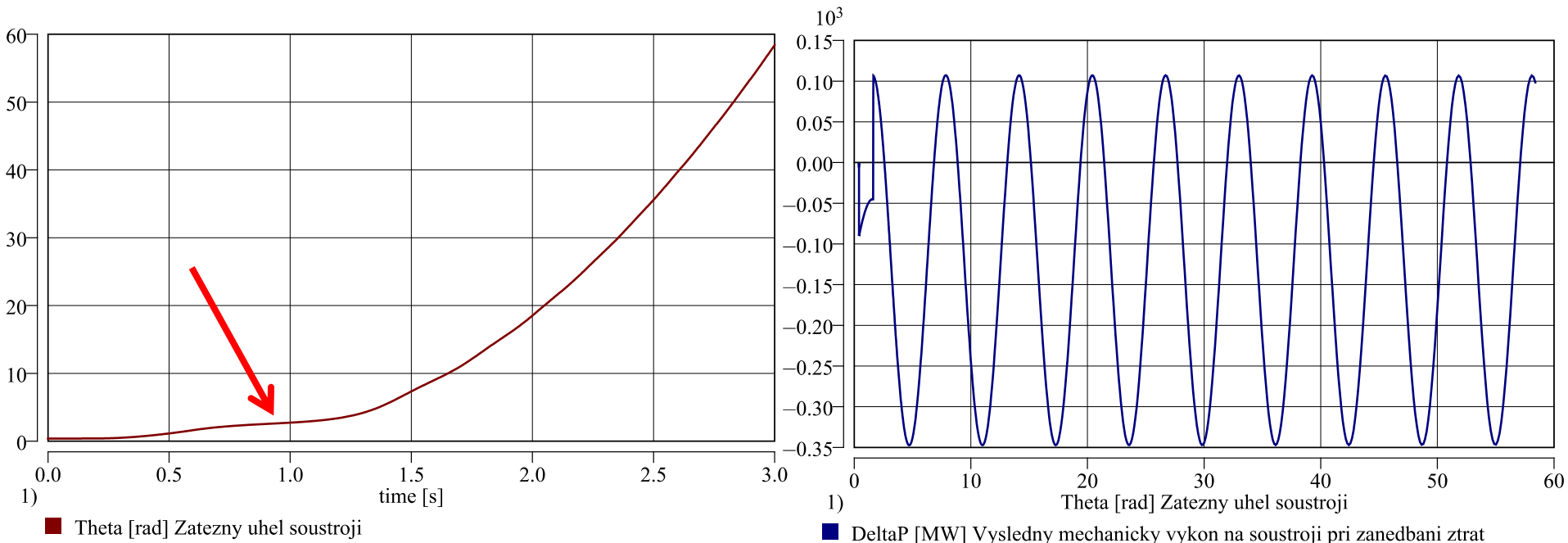
Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

ŘEŠENÍ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE

Následující varianta je identická až na dobu vypnutí, které je tentokrát až v čase 0.60 sec.

Za těchto podmínek nebyla dynamická stabilita systému zachována.

Konečné rozhodnutí o výsledku je zřejmé v čase přibližně 1 sec.

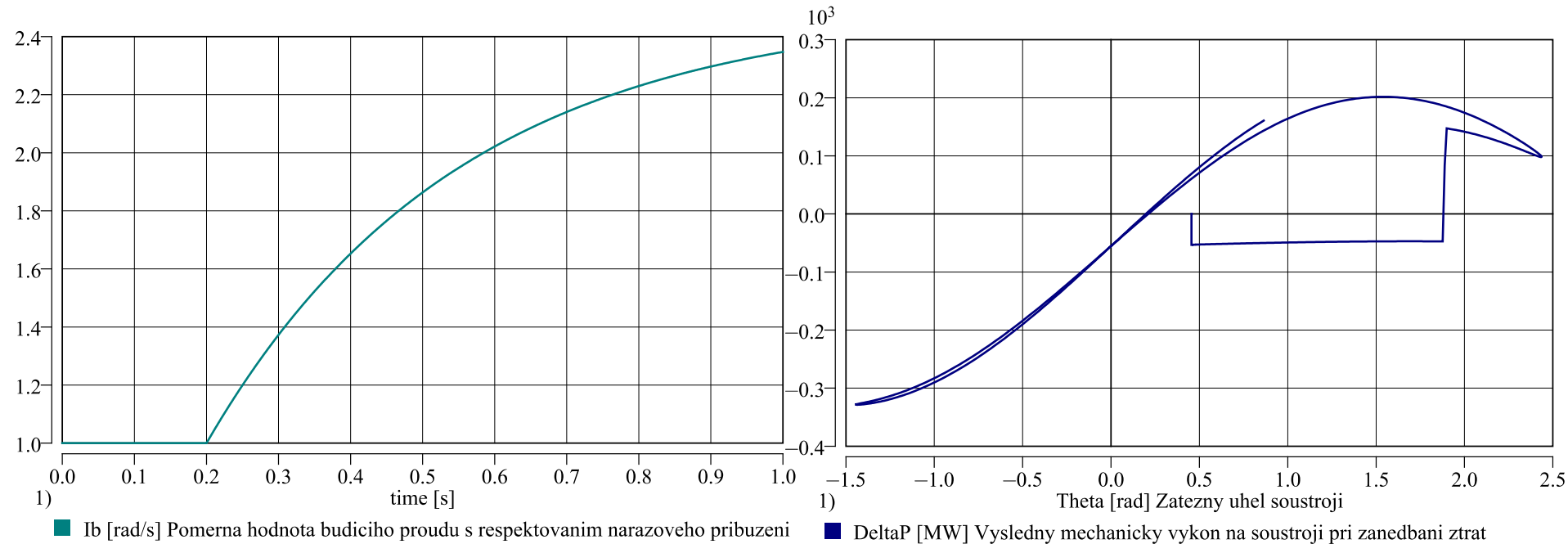


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

ŘEŠENÍ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE

ŘEŠENÍ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE

Následující varianta ukazuje vliv reakce nárazového přibuzení alternátoru



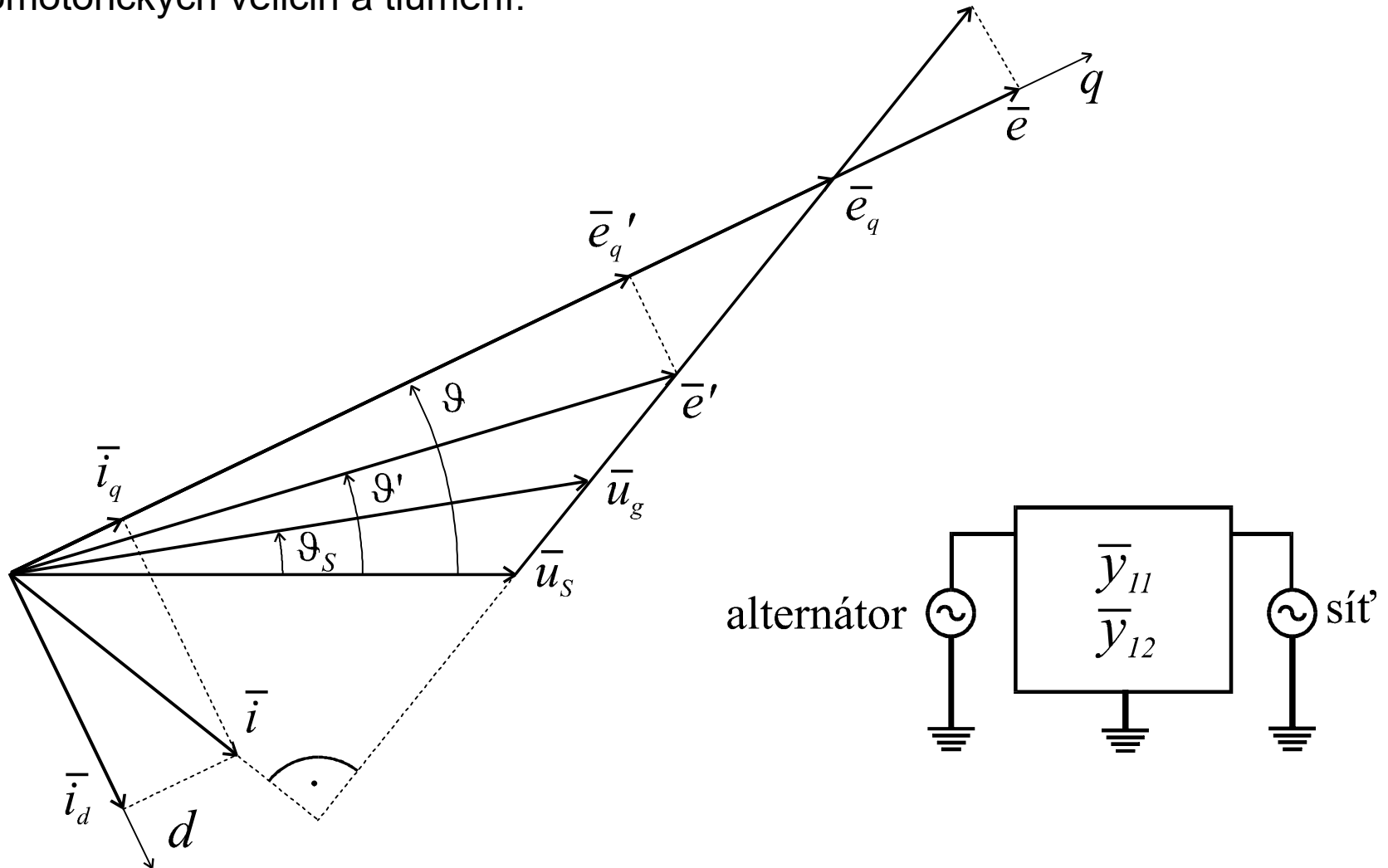
Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Okolnosti zlepšující stabilitu alternátoru pracujícího do tvrdé sítě:

- Snížení vazební impedance mezi alternátorem a sítí (alternativní cesty přenosu výkonu).
- Snížení výkonového vytížení před poruchou.
- Rychlost regulace otáček turbíny.
- Rychlost a rozsah regulace buzení.
- Rychlost a spolehlivost chránících systémů.
- Zařazení systému obnoveného zapnutí.
- Setrvačnost soustrojí.
- Tlumící vinutí alternátoru a činná složka vazební impedance.

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

$$e = e_q \frac{x_d - x'_d}{x_q - x'_d} - e'_q \frac{x_d - x_q}{x_q - x'_d}$$

$$u_g = \sqrt{\left(e_q - \frac{q \cdot x_q}{e_q} \right)^2 + \left(\frac{p \cdot x_q}{e_q} \right)^2}$$

$$u_{if} = f(u_n - u_g)$$

$$\mathcal{G}_s = \arg(u_g) = \mathcal{G} - \arctan\left(\frac{p \cdot x_q}{e_q^2 - q \cdot x_q} \right)$$

$$e' = \sqrt{\left(e_q - \frac{q \cdot (x_q - x'_d)}{e_q} \right)^2 + \left(\frac{p \cdot (x_q - x'_d)}{e_q} \right)^2}$$

$$\mathcal{G}' = \arg(E') = \mathcal{G} - \arctan\left(\frac{p \cdot (x_q - x'_d)}{E_q^2 - q \cdot (x_q - x'_d)} \right)$$

$$e_q = \frac{e'_q - u_s (x_q - x'_d) y_{12} \cos(\mathcal{G} - \beta_{12})}{1 - (x_q - x'_d) y_{11} \cos(\beta_{11})}$$

$$\frac{de'_q}{dt} = \frac{u_{if} - e}{T_{d0}}$$

$$p = e_q^2 y_{11} \sin(\beta_{11}) + e_q \cdot u_s \cdot y_{12} \sin(\mathcal{G} - \beta_{12})$$

$$q = e_q^2 y_{11} \cos(\beta_{11}) - e_q \cdot u_s \cdot y_{12} \cos(\mathcal{G} - \beta_{12})$$

$$\Delta p = p_t - p$$

$$\mathcal{G}' = \omega$$

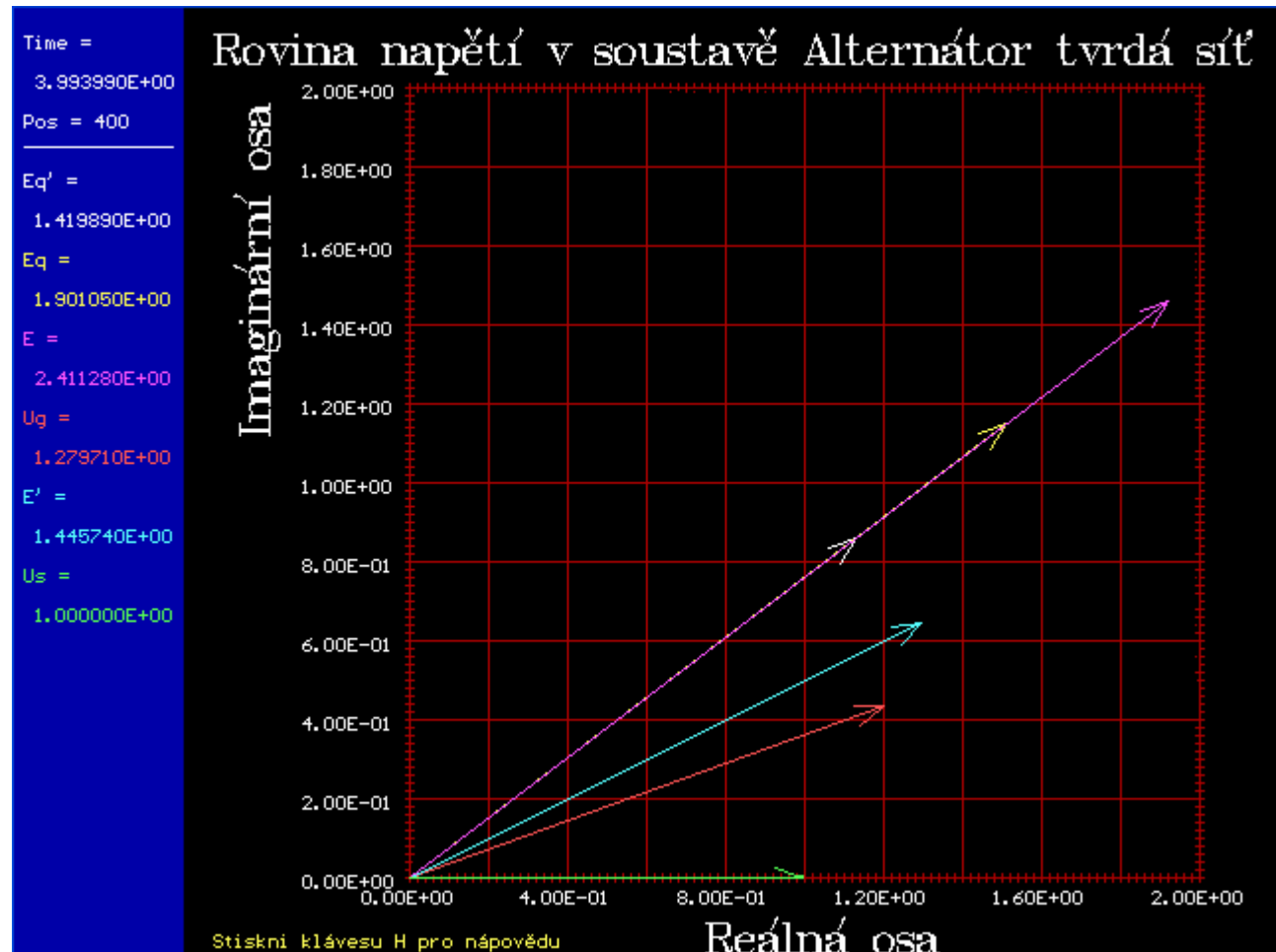
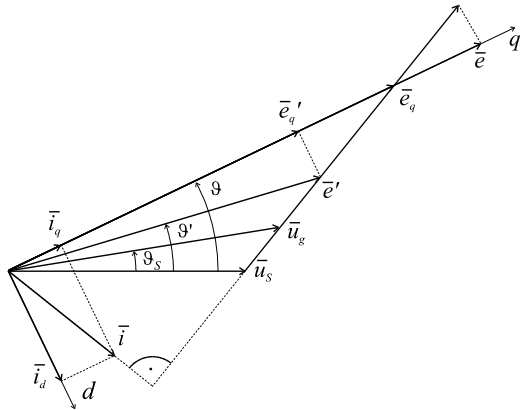
$$\omega' + K_{tlum} \omega = \frac{2\pi f}{T_m} \Delta p$$

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu a OZ

Fázory napětí v předporuchovém stavu.

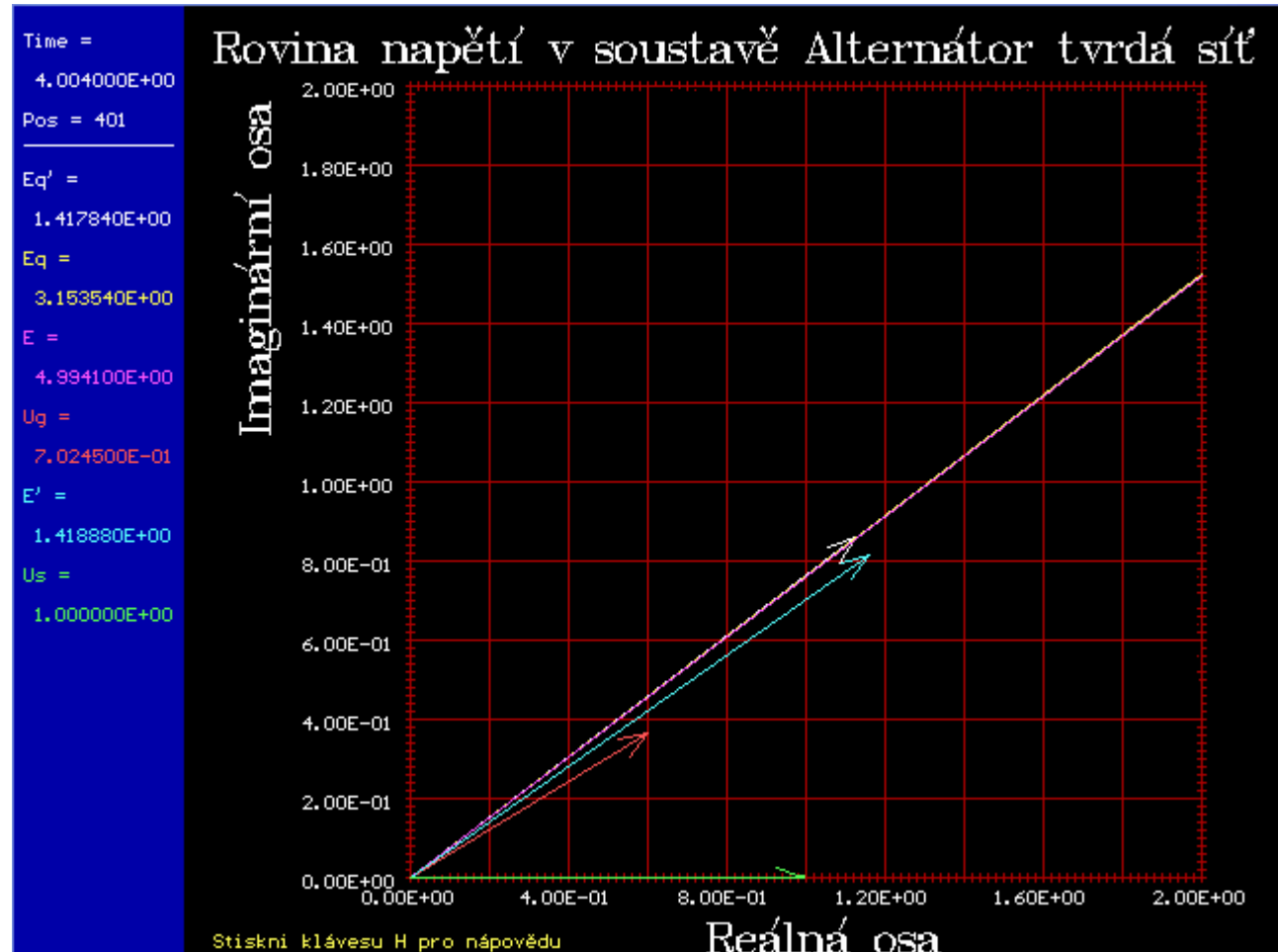
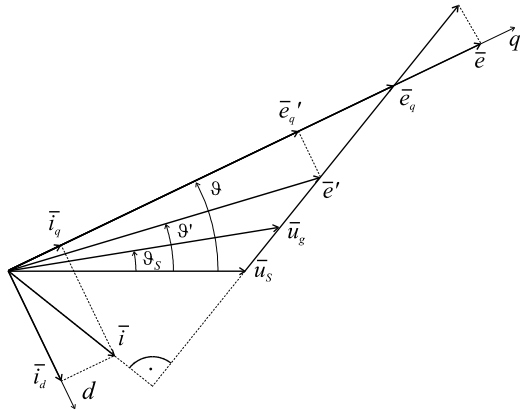


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu a OZ

Fázory napětí v době vzniku poruchy.

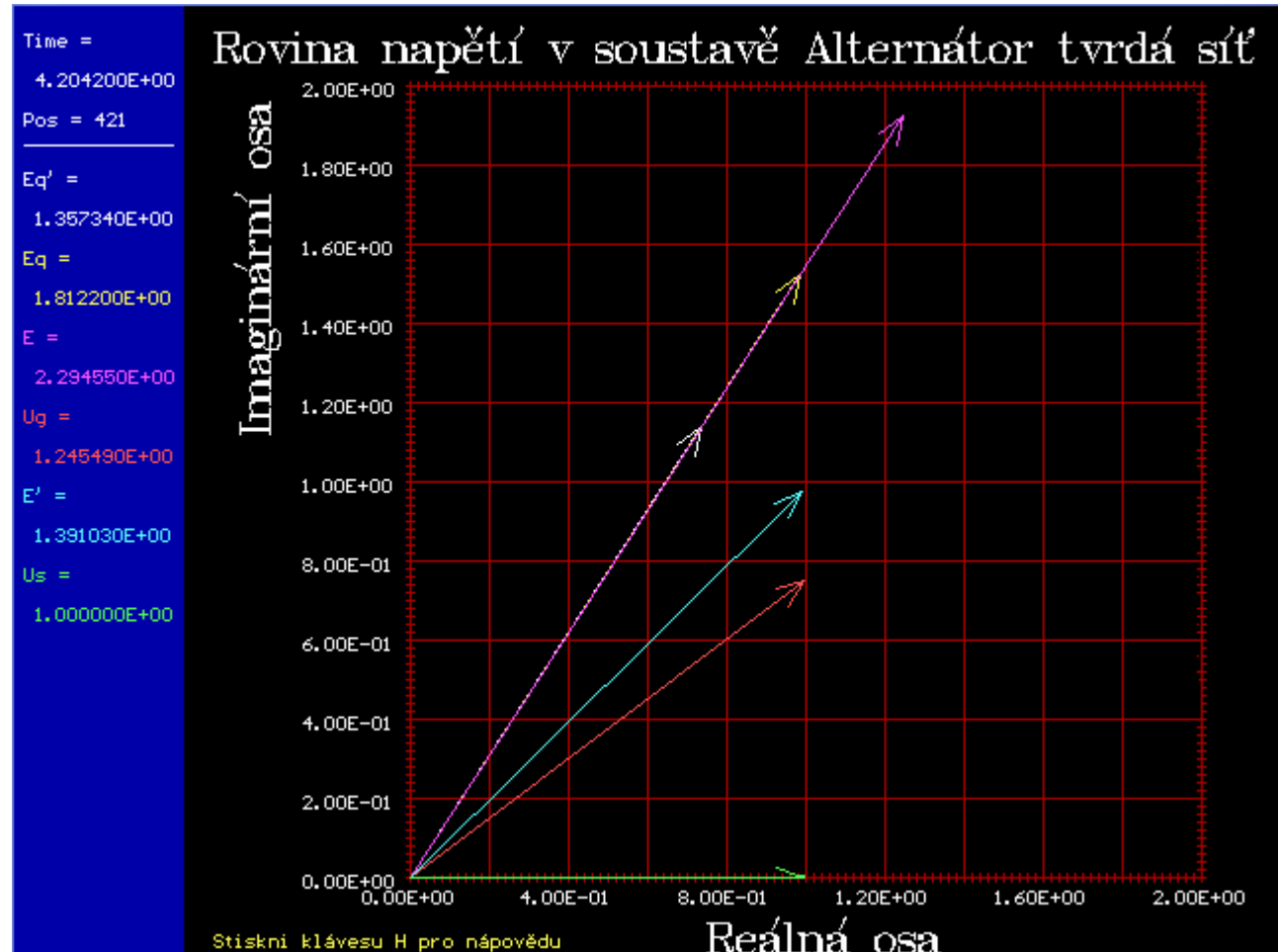
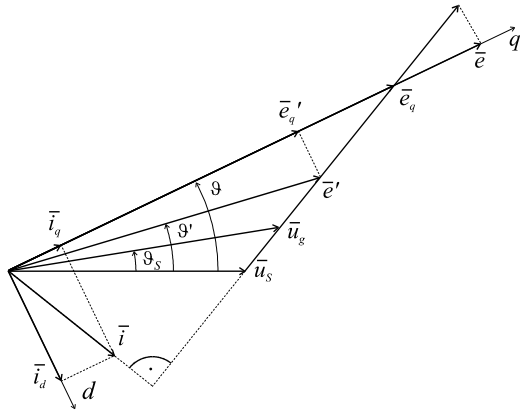


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu a OZ

Fázory napětí po vypnutí poruchy.

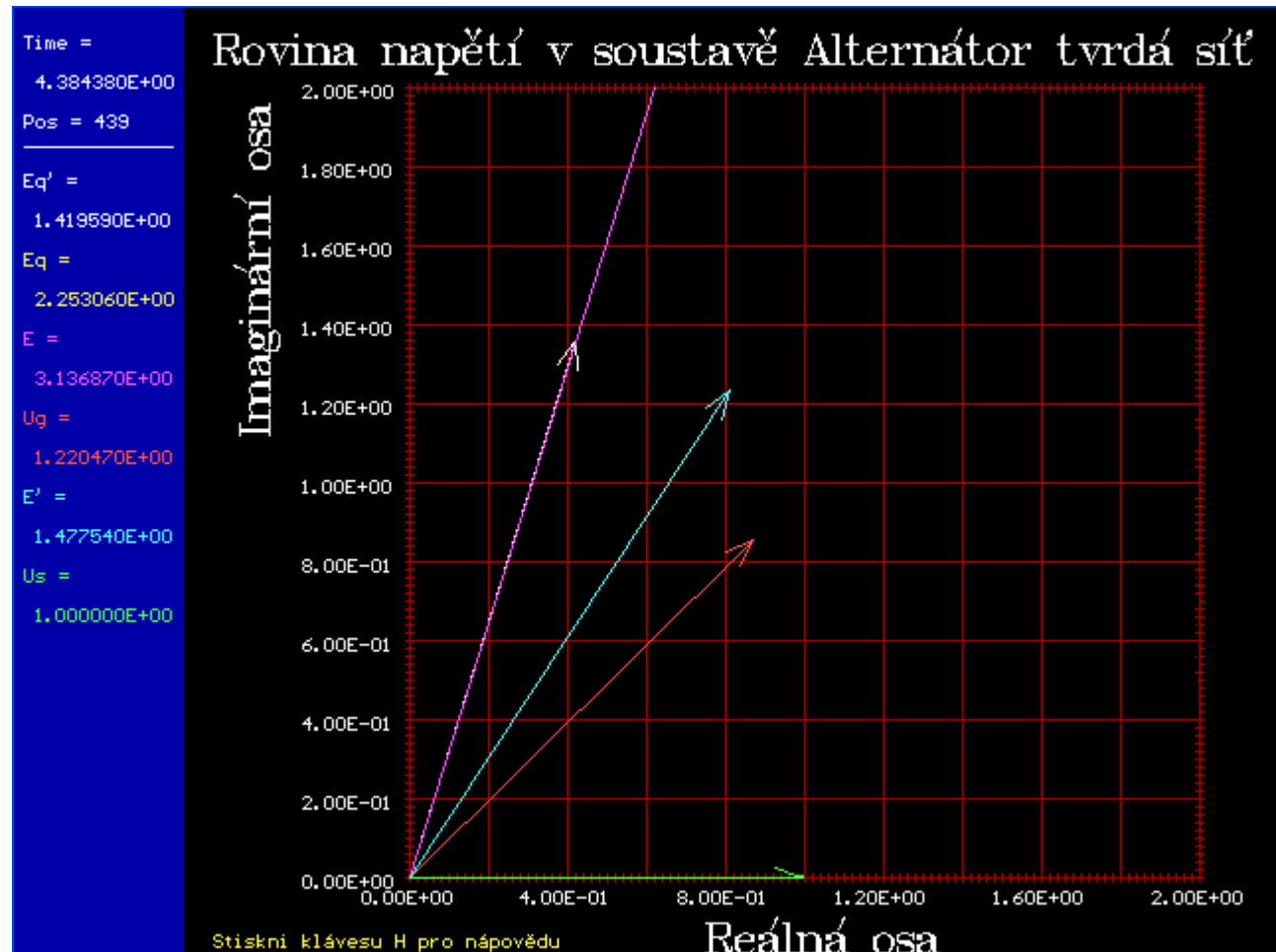
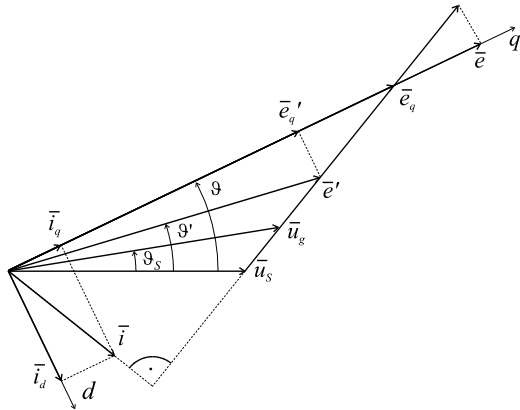


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu a OZ

Fázory napětí po úspěšném OZ.

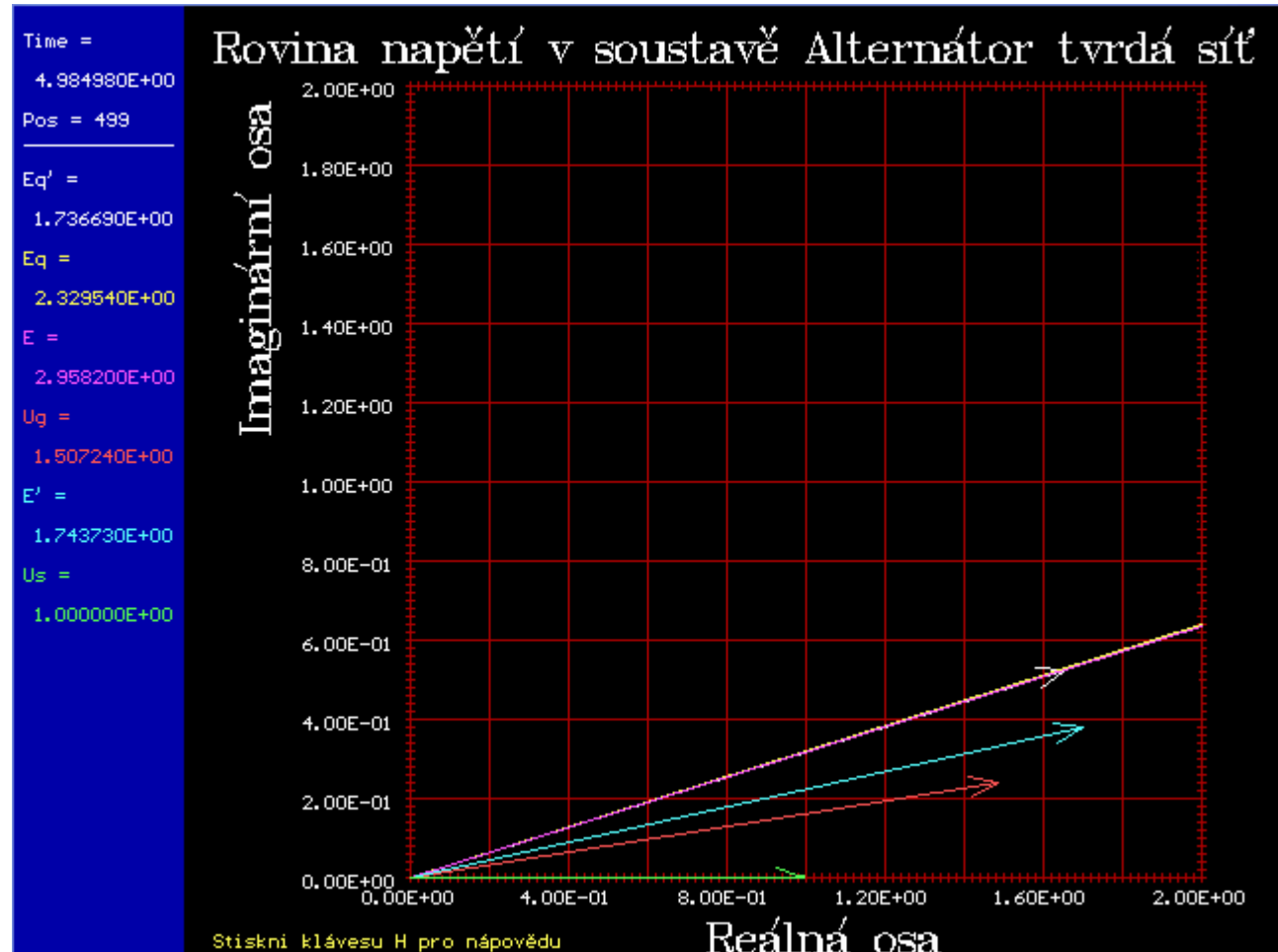
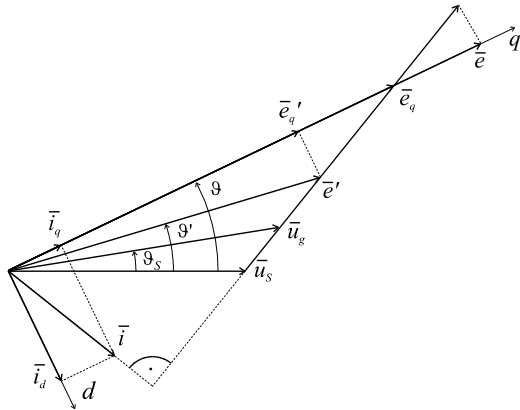


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu a OZ

Fázory napětí po konsolidaci.

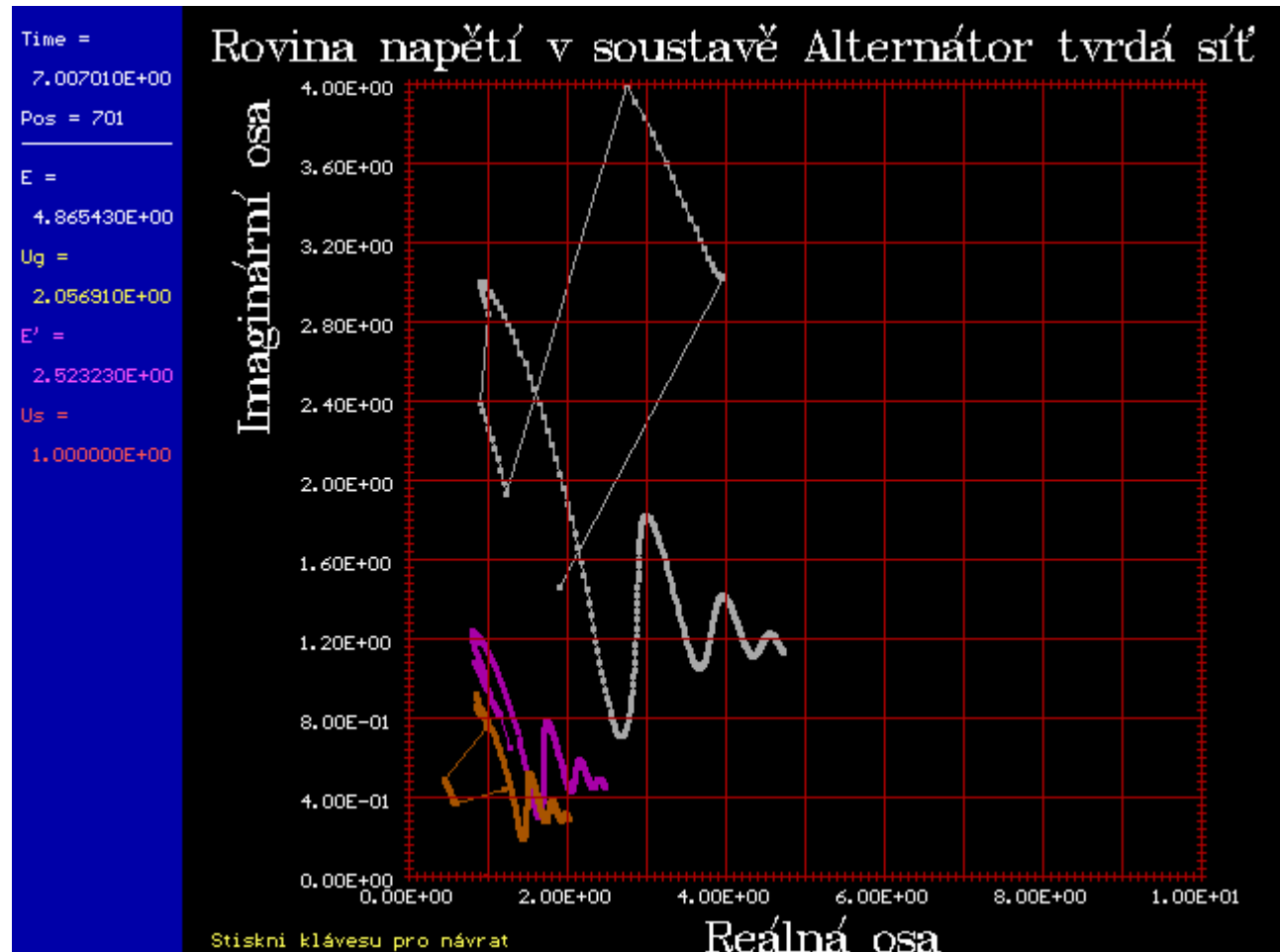
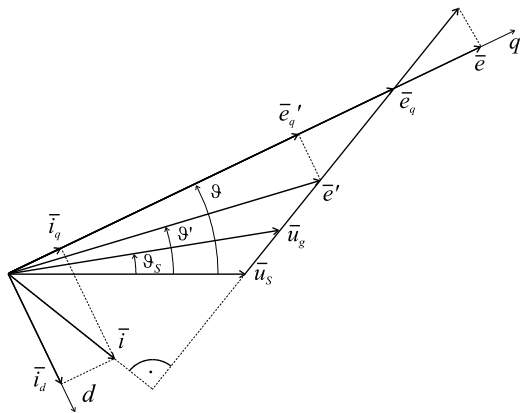


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu v čase a OZ

Trajektorie vrcholů fázorů napětí během přechodného děje.

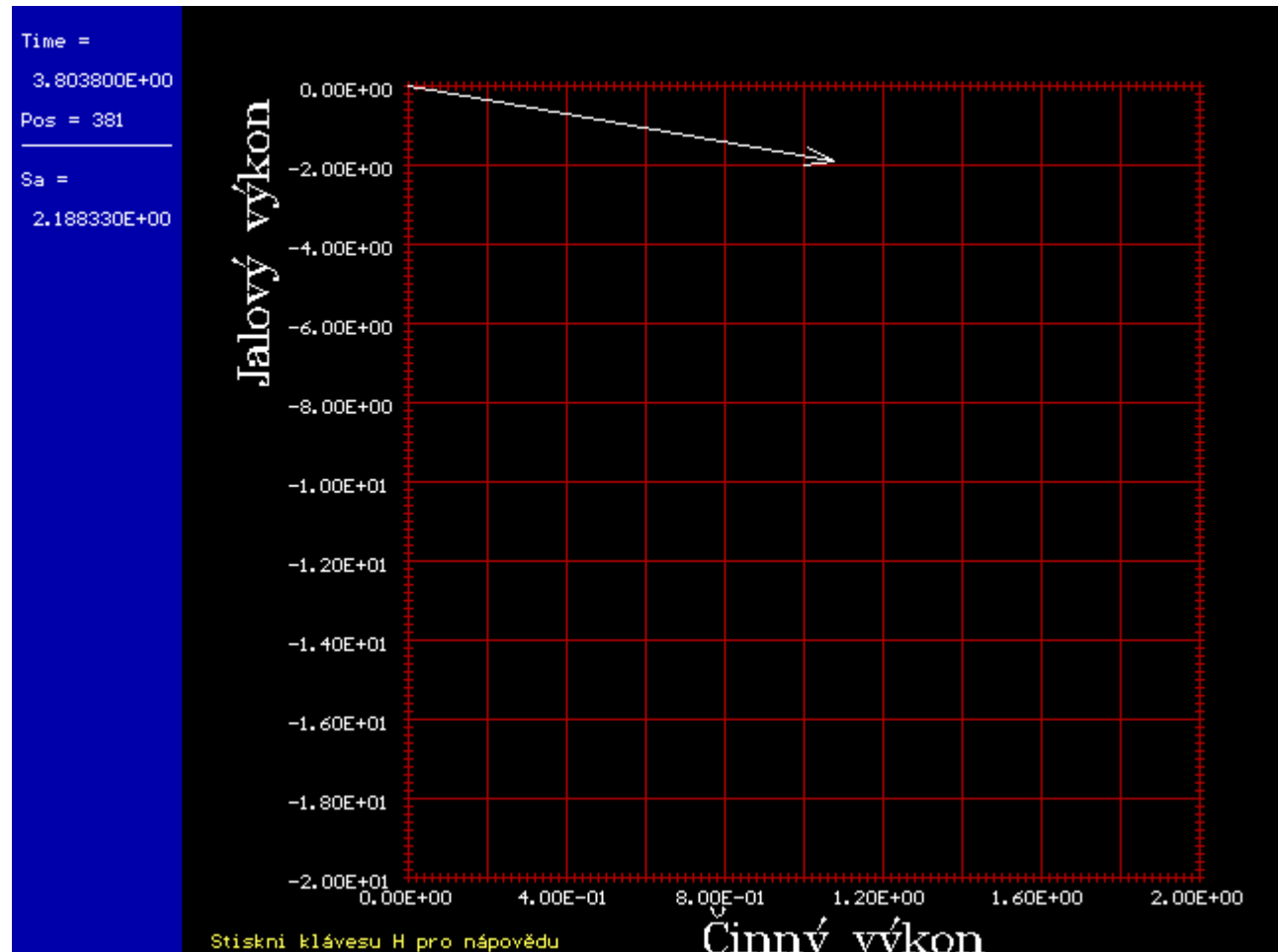
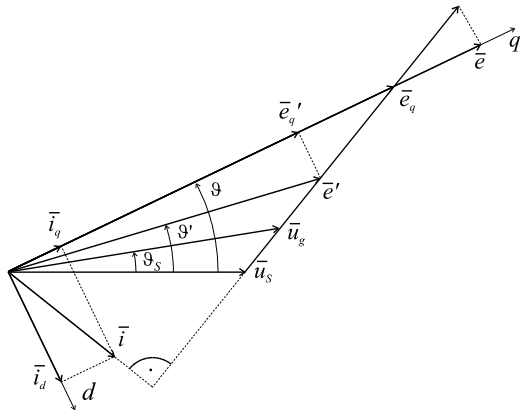


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu v čase a OZ

Fázor dodávaného komplexního výkonu v předporuchovém stavu.

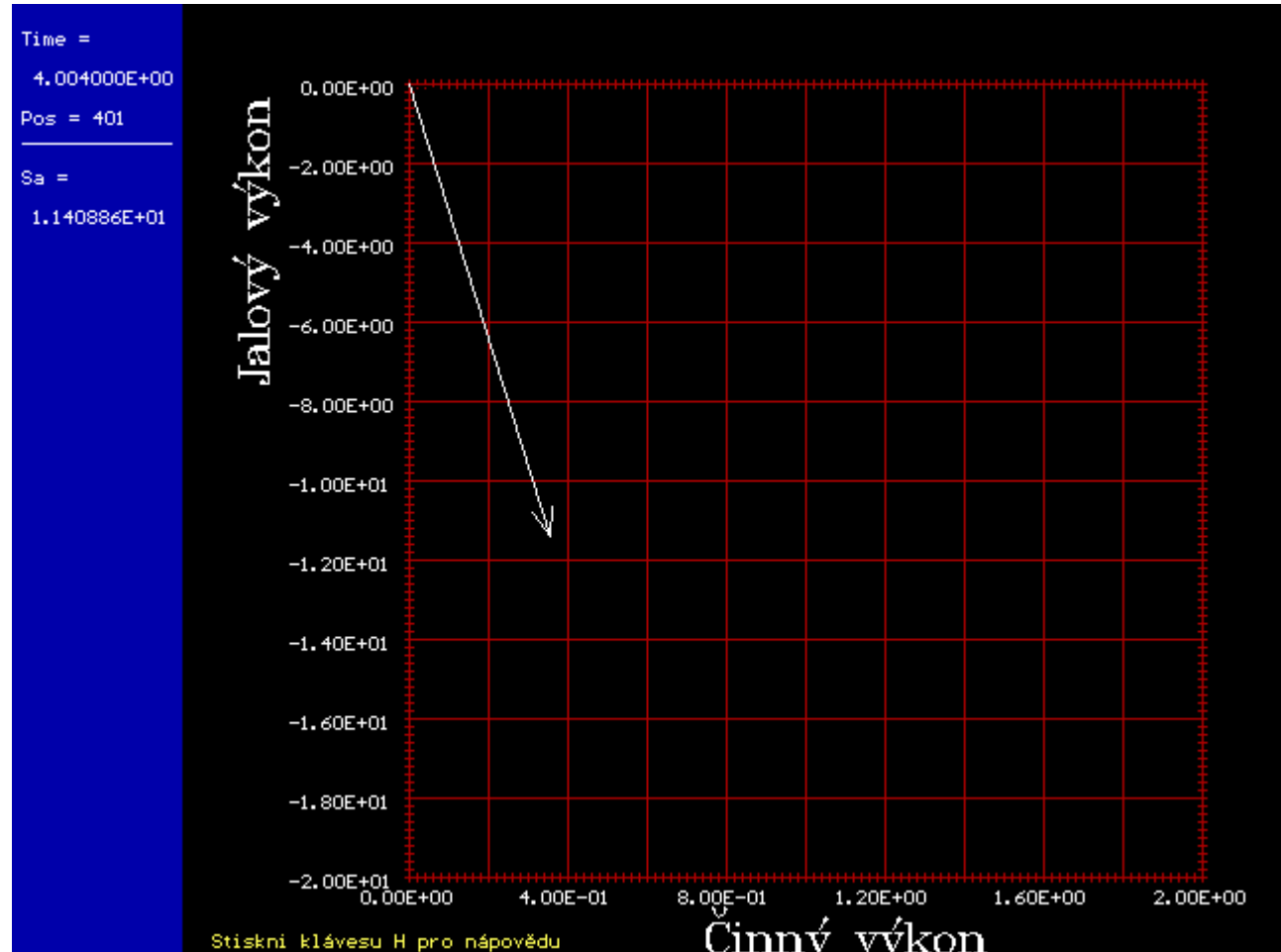
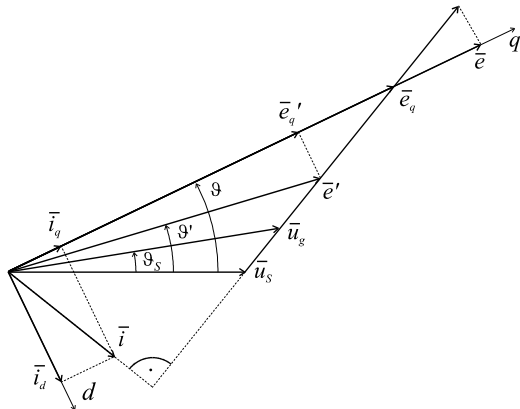


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu v čase a OZ

Fázor dodávaného komplexního výkonu v době vzniku poruchy.

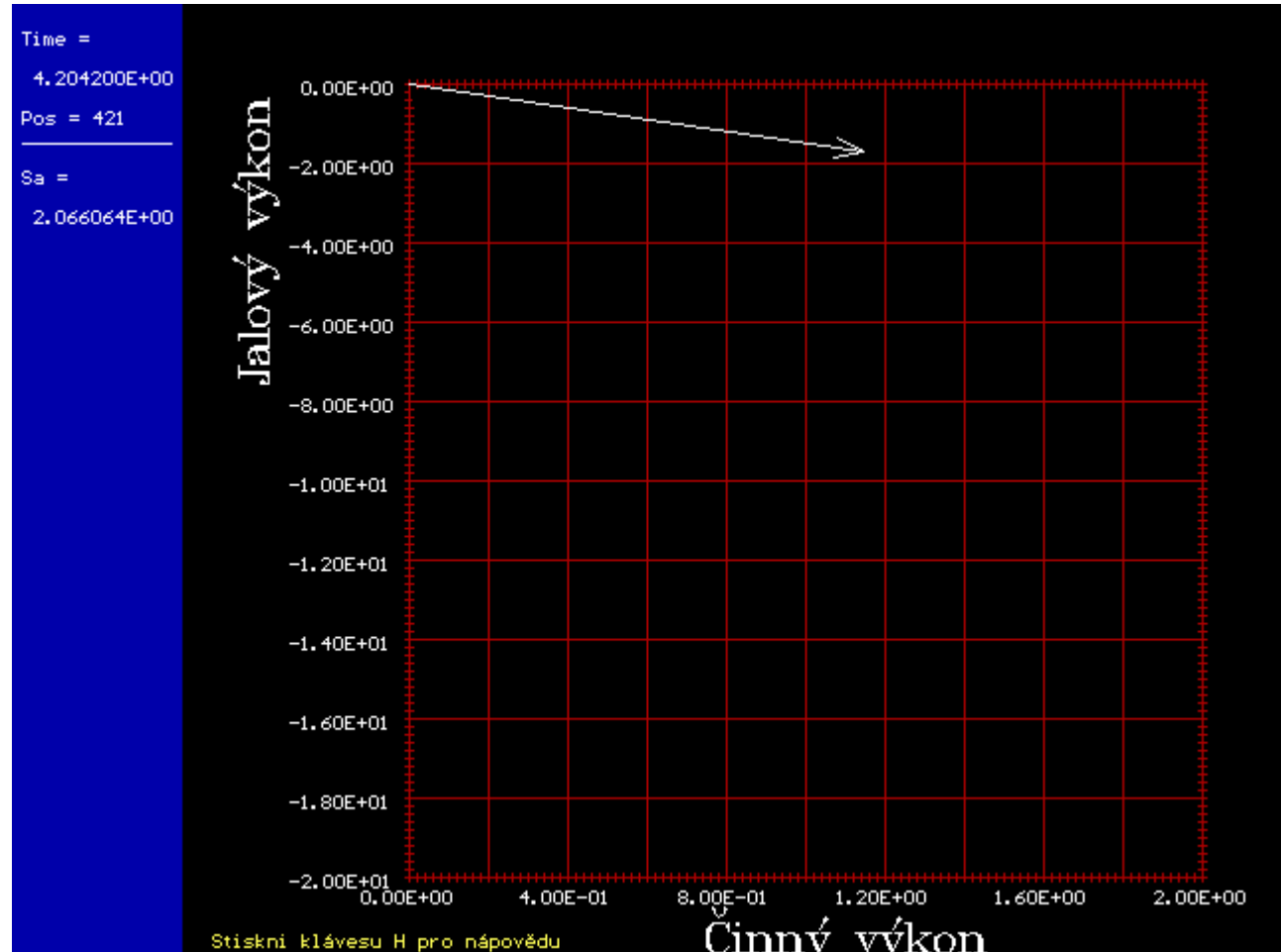
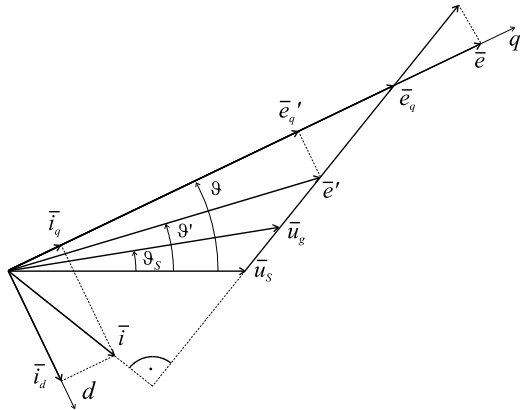


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu v čase a OZ

Fázor dodávaného komplexního výkonu po vypnutí poruchy.

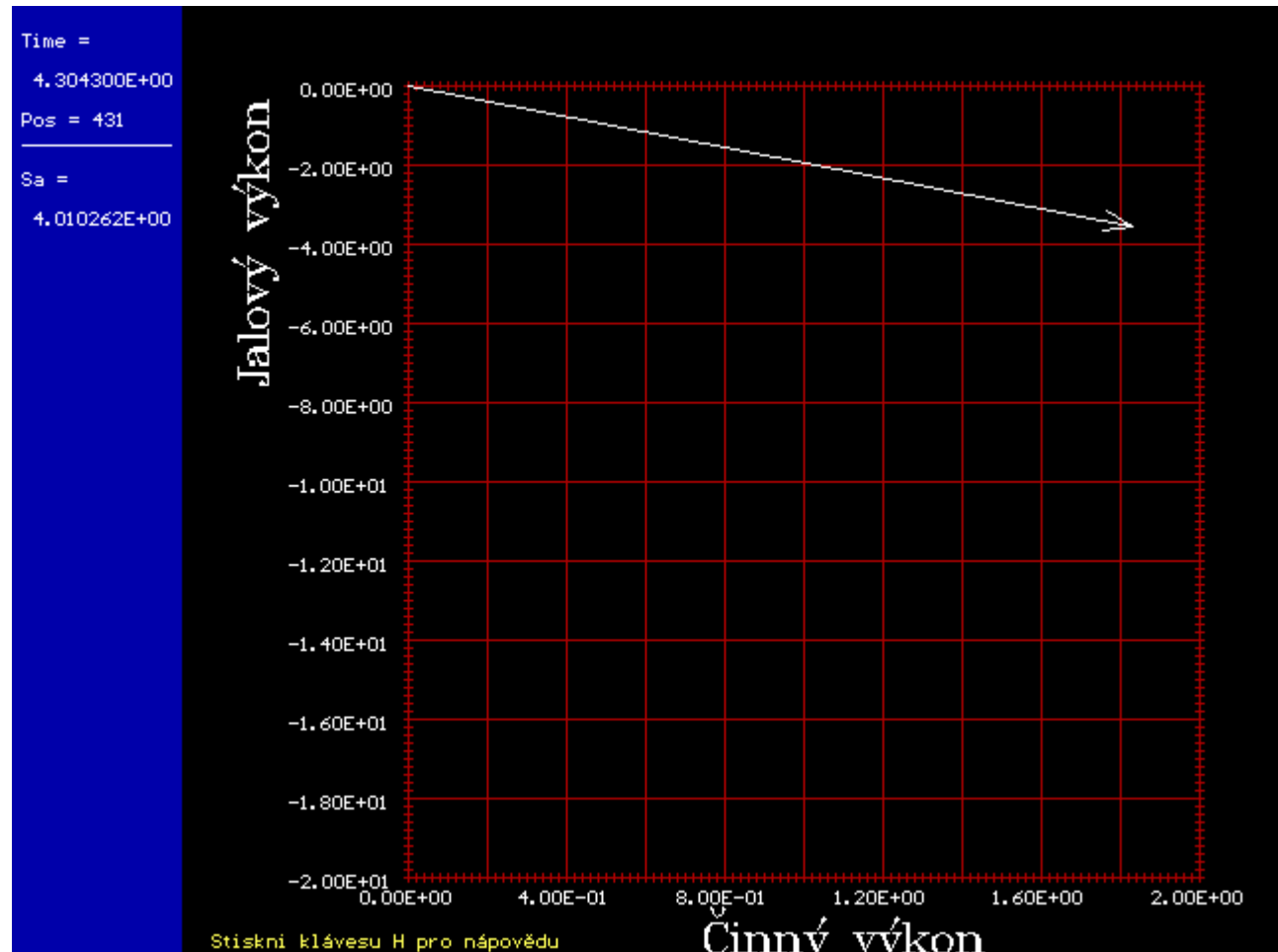
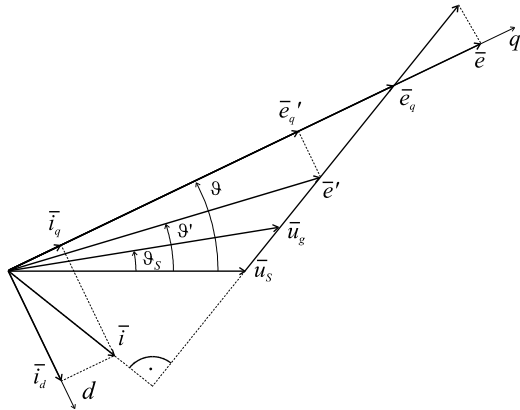


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu v čase a OZ

Fázor dodávaného komplexního výkonu po úspěšném OZ.

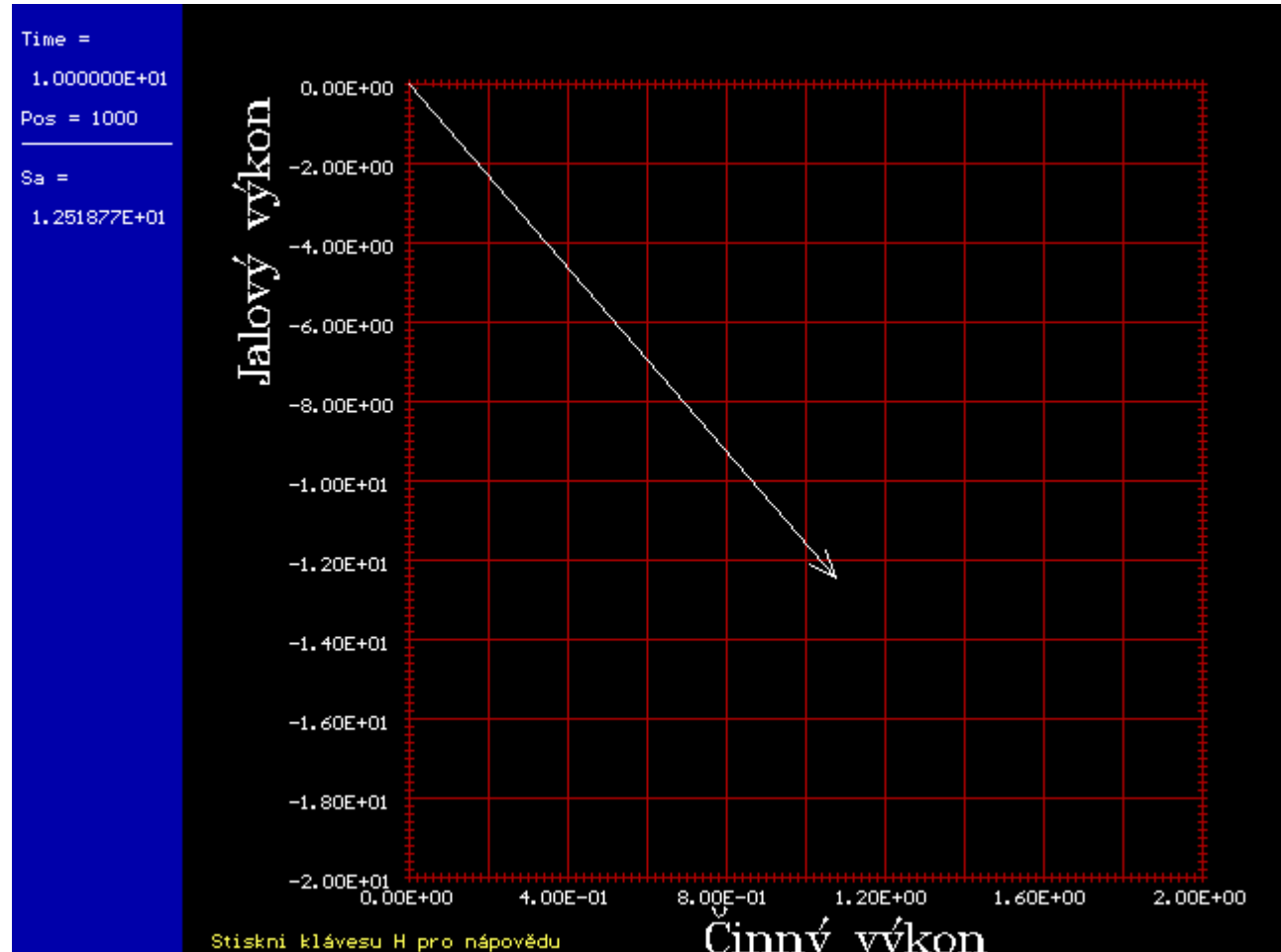
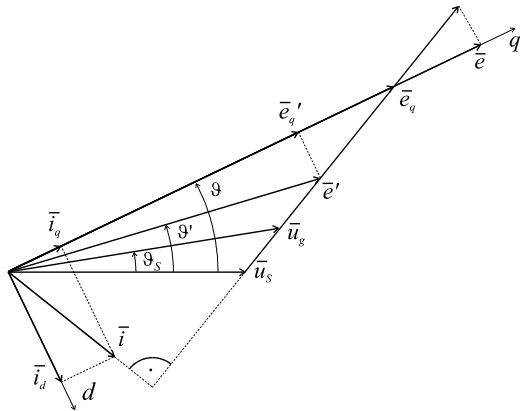


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu v čase a OZ

Fázor dodávaného komplexního výkonu po konsolidaci.

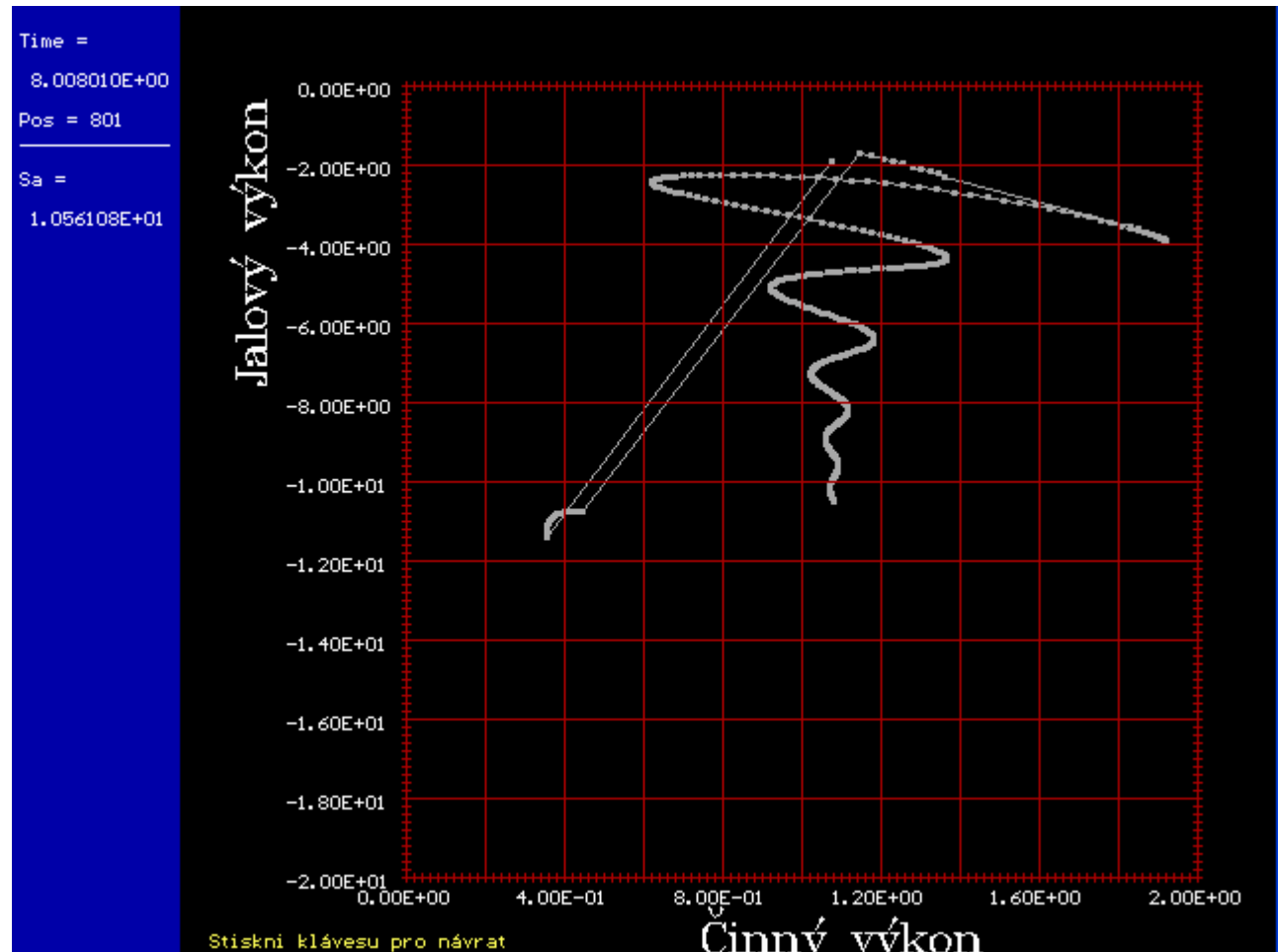
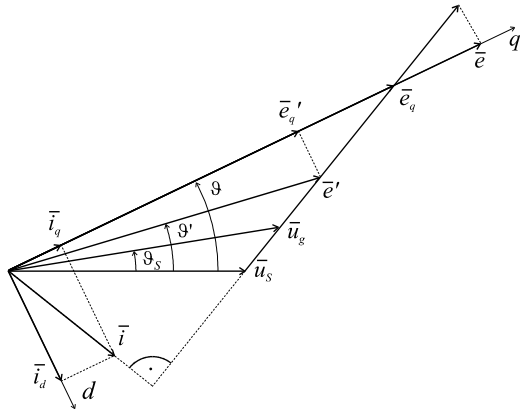


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu v čase a OZ

Trajektorie vrcholu fázoru dodávaného komplexního výkonu přechodného děje.

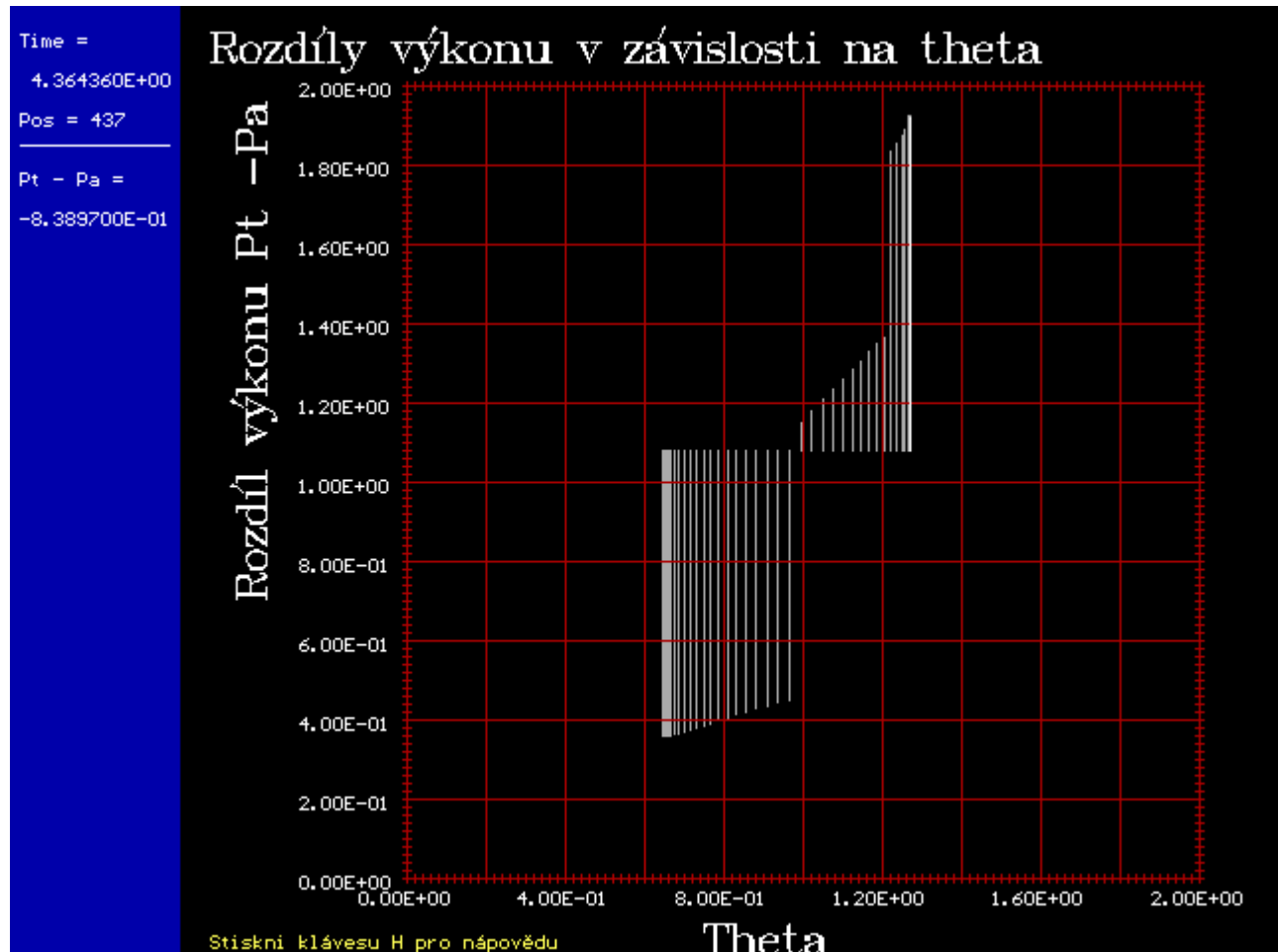
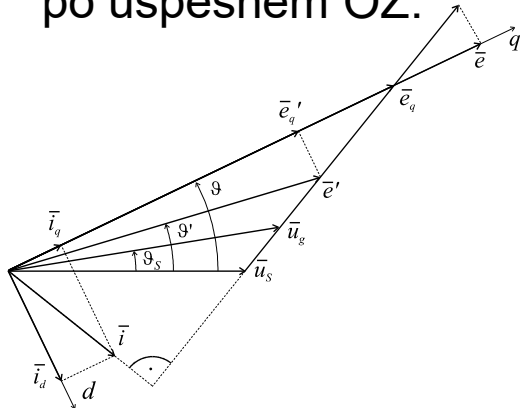


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu v čase a OZ

Rozdílový výkon turbíny a alternátoru během přechodného děje do okamžiku po úspěšném OZ.

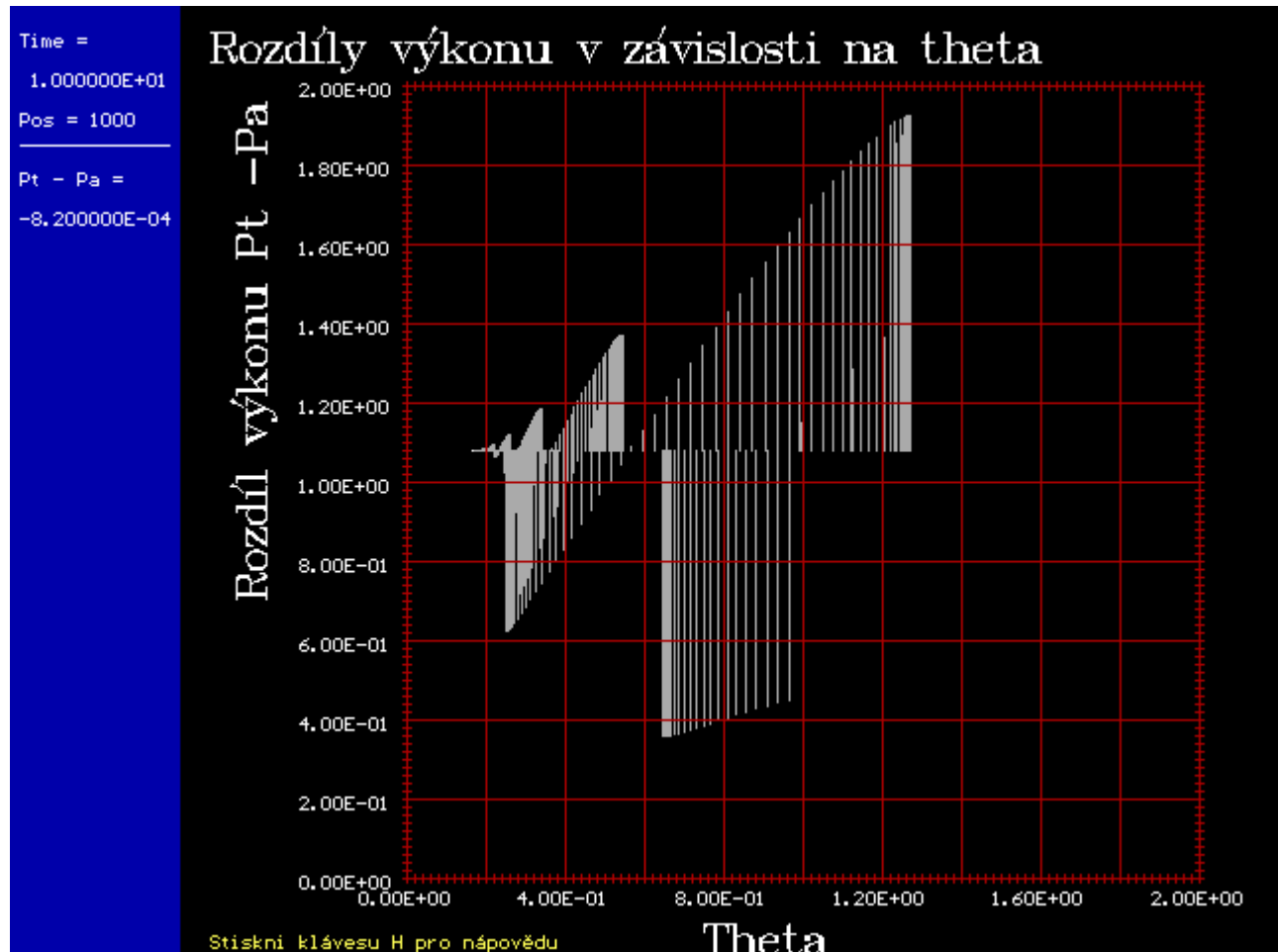
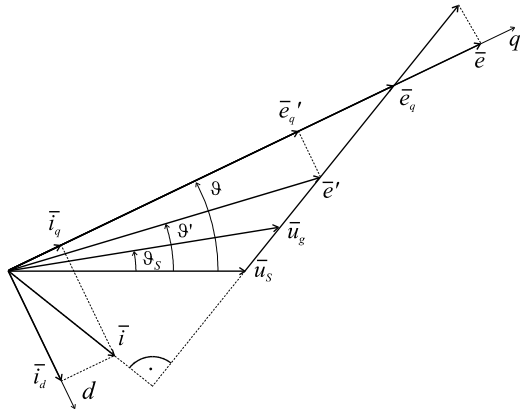


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Komplikovanější model pro stroj s vyniklými póly a s respektováním přechodných elektromotorických veličin a tlumení.

Dvoufázový zemní zkrat na vedení, vypnutí zkratu v čase a OZ

Rozdílový výkon turbíny a alternátoru během celého přechodného děje.



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy: MODES

<http://www.modesinfo.com/>

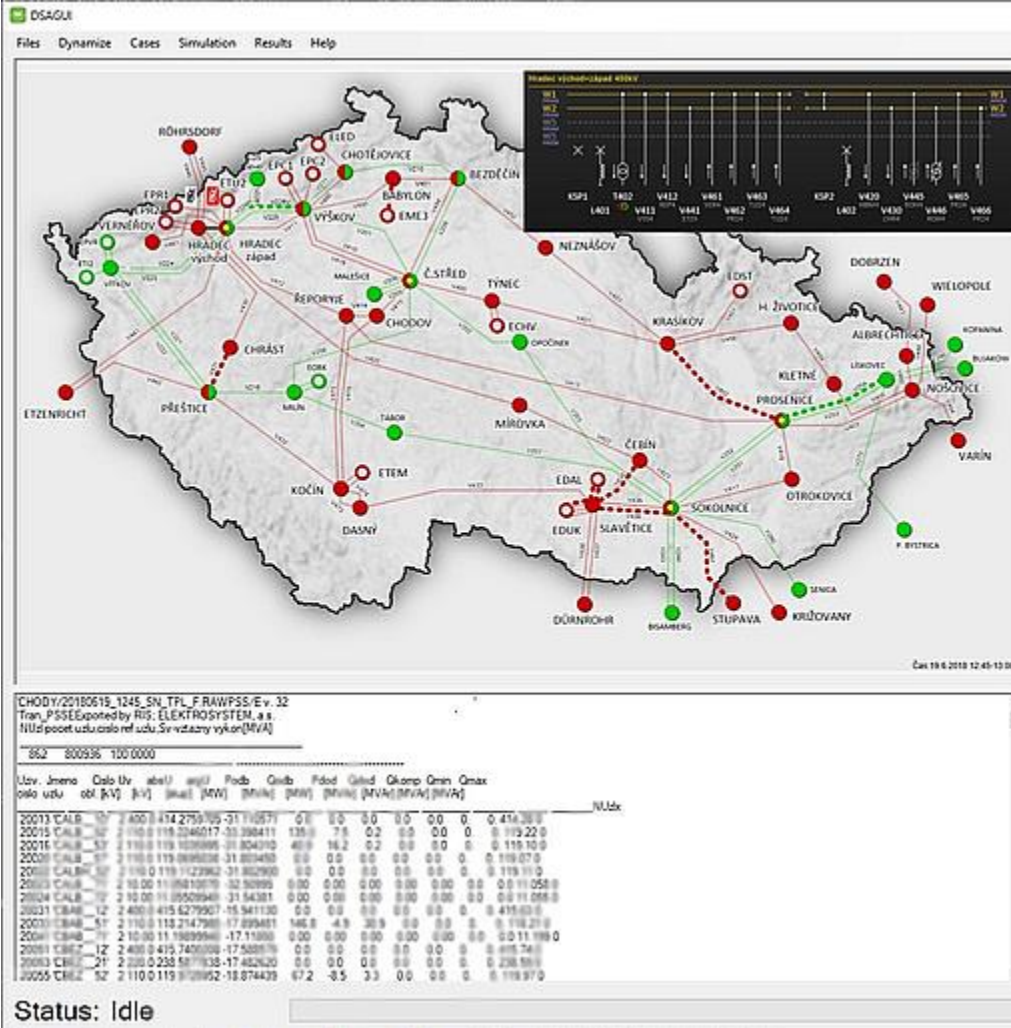
The screenshot displays the MODES software interface for a project named 'WIND_TUR'. The main window shows a project browser on the left with a tree view of files and folders, including '3W_TRANS', 'DIESEL', 'FACTSMOD', 'ISLAND', 'LONG', 'MIDDLE', 'MOTOR', 'NESYMETR', 'NEW', 'PHASEVAL', 'PHOTOVOL', 'REG_STAB', 'SHORT', 'WIND_TUR', and various sub-models like 'ZKRAT_E1', 'ZBEZR_E1', 'DISTR_WT', 'Z_DFIG', 'RAMPGUST', 'REG_DFIG', 'COS_DFIG', 'COSZDFIG', 'GE_WECC2', 'ARN_DFIG', 'GE_WECCN', 'WECCZATS', 'WECCZATU', and 'WECCZUET'. The main workspace shows a network diagram with nodes NODE4, NODE3, NODE2, and NODE1, and components like '3_2B', 'FOUL t=0.1s', 'CLER t=0.2s', and 'BRAN t=1s'. A 'Editor modelů bloků' window is open, showing a list of blocks and a selection of 'GENERÁTOR'. The bottom part of the image shows a detailed block diagram of the generator model, including components like 'Generátor', 'Regulátor otáček', 'Převodník', 'Ventily', 'VT část', 'NT část', 'Přihřívák', and 'Přirozený klouzavý tlak'. The diagram includes various transfer functions and gain blocks, such as $\frac{K_N}{1+pT_N}$, $\frac{N_{Tmax}}{N_{Tmin}}$, $\frac{1}{1+pT_{EH}}$, $\frac{1}{1+pT_{HP}}$, and $\frac{1}{1+pT_R}$. The bottom right corner of the screenshot shows a table of parameters for the selected block 'SG - NODE4'.

Typové parametry vybraného bloku: SG - NODE4																			
	Turbiny	kN(-)	TV(s)	TIV(s)	THP(s)	TR(s)	TLP(s)	Vmin(-/s)	Vmax(-/s)	Vlmin(-/s)	Vlmax(-/s)	VCstop(-/s)	Vlstop(-/s)	Gmin(-)	Gmax(-)	KLP(-)	KHP(-)	kV(-)	TP
GOVERN	1.1	0.01	0.2	0.01	10	0.1	-1	0.1	0	0	-1	-0.8	0	1	0	1	2	0	

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

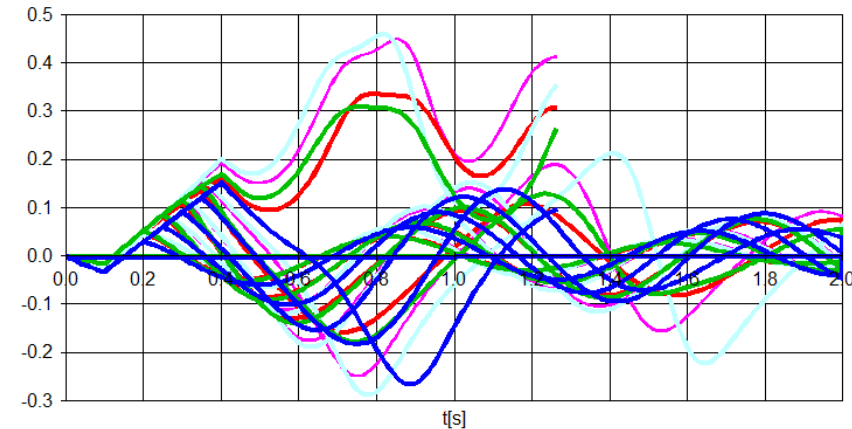
Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy: MODES a DSAGUI

<http://www.modesinfo.com/>



File Name	Date	File Name	Cases	CCT (ms)	Units
20180301_0700_SN_TPL_F raw 0	01.03.2018	SNTPT000.ust	zkratV411 v CHODVA_13	289	CETU21
20180312_0300_SN_TPL_F raw 1	12.03.2018	SNTPT111.ust	zkratV410 v CHODVA_13	271	CETU20
20180318_1505_SN_TPL_F raw 2	18.06.2018	SNTPT222.ust	zkratV410 v CHODVA_14	171	CETEM1
20180318_1510_SN_TPL_F raw 3	18.03.2018	SNTPT333.ust	zkratV410 v CHODVA_14	170	CETEM1
20180326_1430_SN_TPL_F raw 4	26.03.2018	SNTPT444.ust	zkratV410 v CHODVA_14	170	CETEM1
20180331_2130_SN_TPL_F raw 5	31.03.2018	SNTPT555.ust	zkratV410 v CHODVA_14	170	CETEM1

— WE_CET126[p.j]
 — WE_CEPVR12[p.j]
 — WE_CEPVR22[p.j]
— WE_CEPVR11[p.j]
 — WE_CEPVR21[p.j]



 Automatically

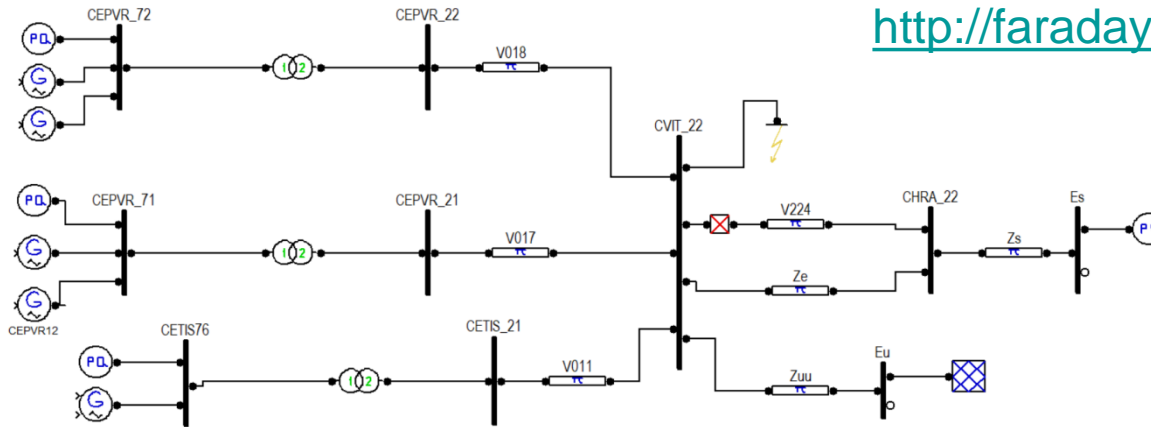
 Contingency List
 Use Equivalent
 Smallest CCT: 171 ms
 CPU Time: 22.85 s

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

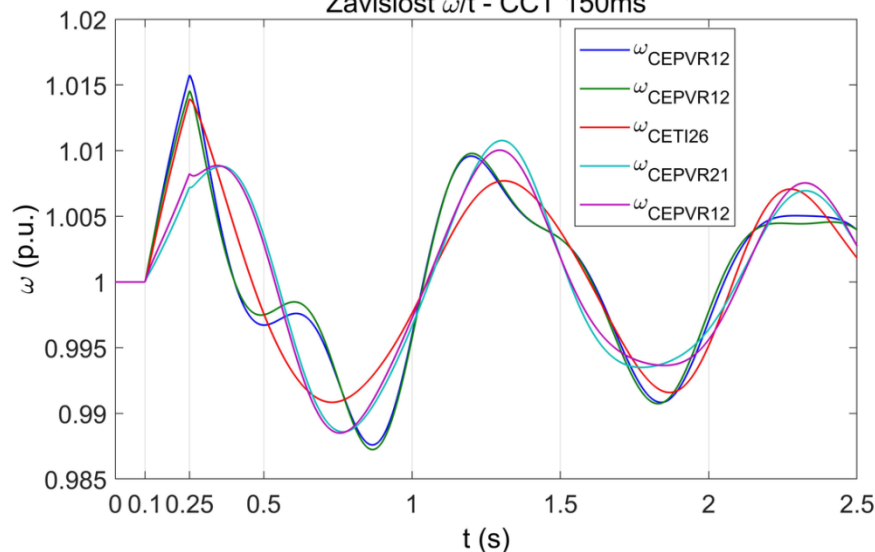
Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy:

Power System Analysis Toolbox (PSAT) na platformě MATLAB (+Simulink)

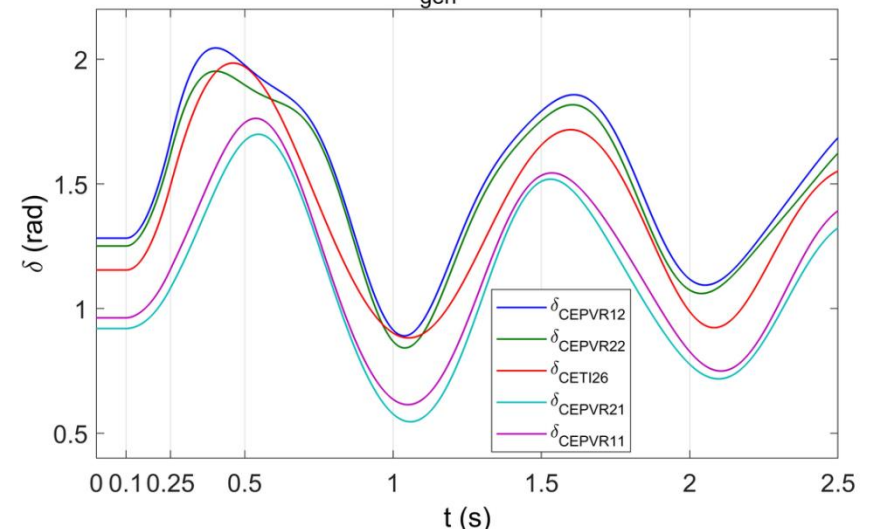
<http://faraday1.ucd.ie/psat.html>



Závislost ω/t - CCT 150ms



Závislost δ_{gen}/t - CCT 150ms

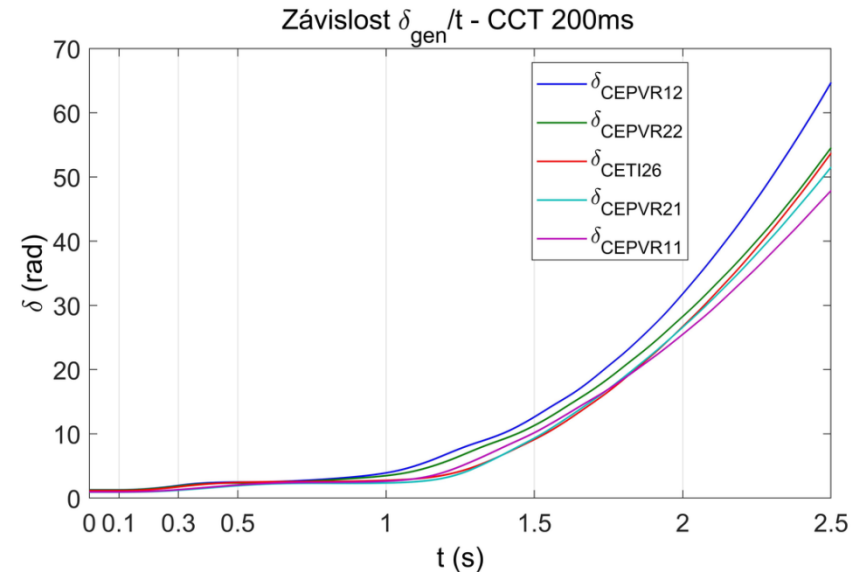
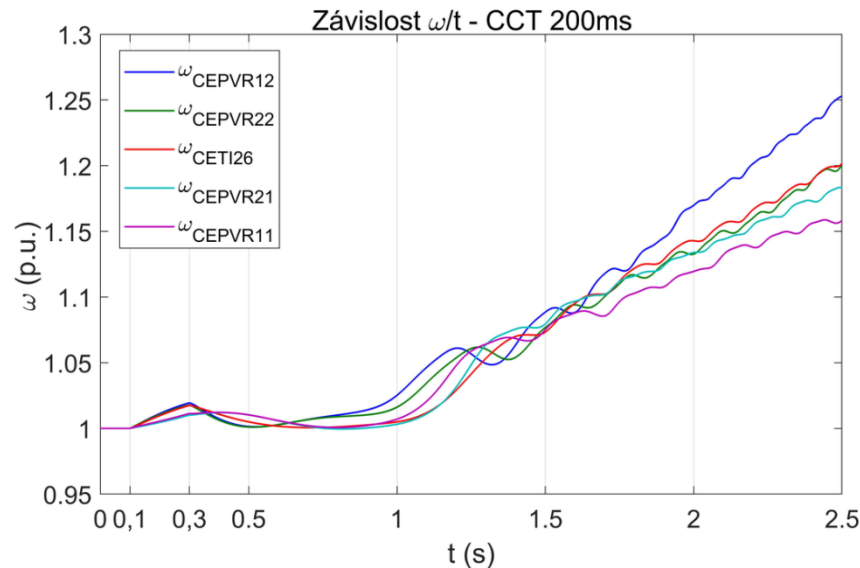
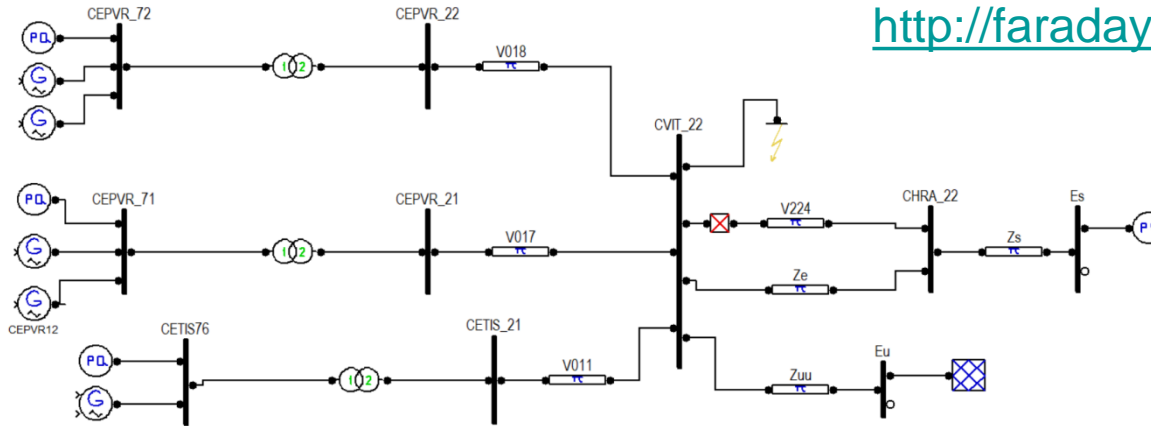


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy:

Power System Analysis Toolbox (PSAT) na platformě MATLAB (+Simulink)

<http://faraday1.ucd.ie/psat.html>

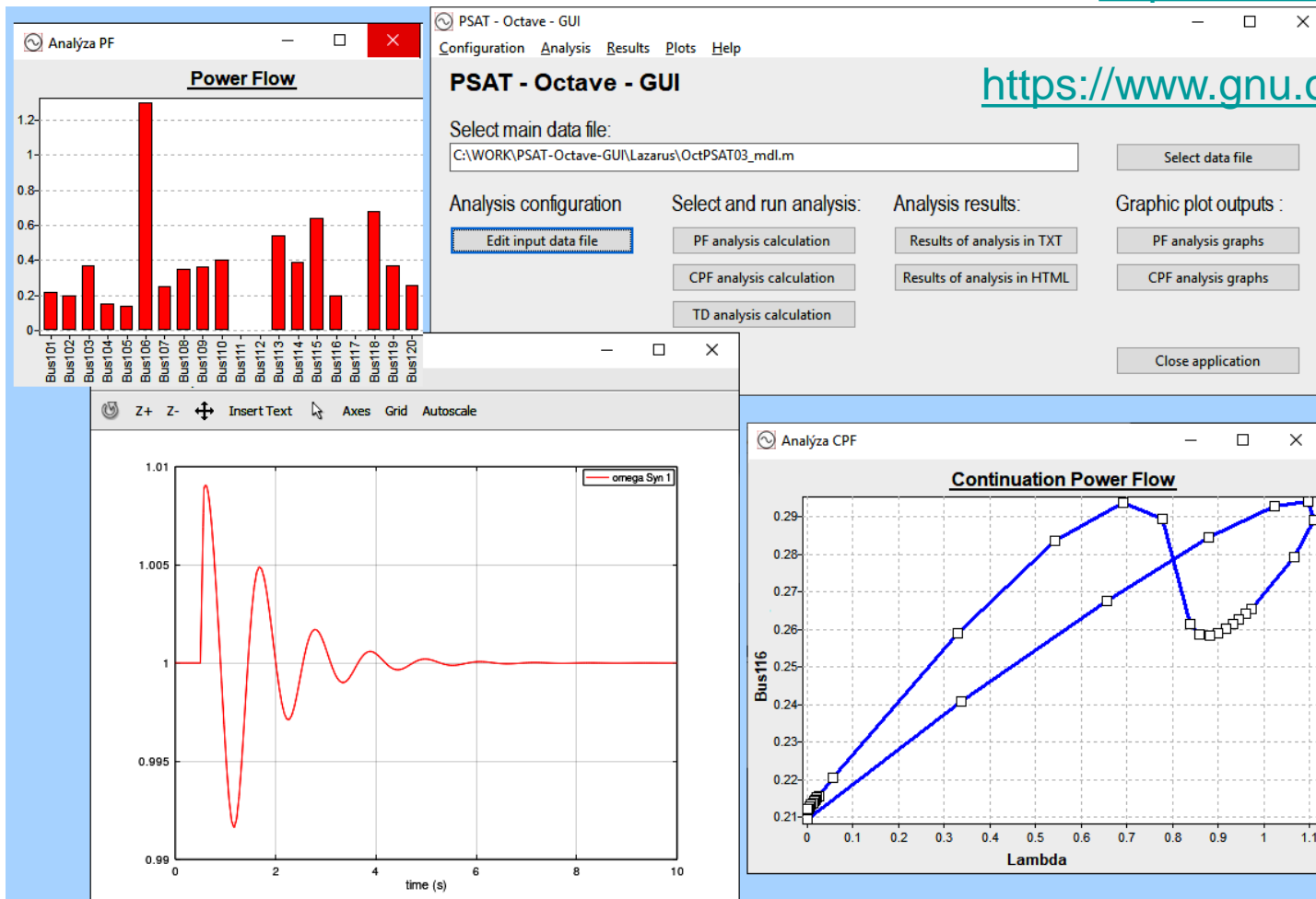


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy:
Power System Analysis Toolbox (PSAT) na platformě GNU Octave

<http://faraday1.ucd.ie/psat.html>

<https://www.gnu.org/software/octave/>



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy:

Power System Analysis Toolbox (PSAT) na platformě GNU Octave

<http://faraday1.ucd.ie/psat.html>

```
Lister - [h:\Data\WORK\CEPS_2018\VypocetSNTP1999-PripadZkratV224...
File Edit Options Encoding Help 68 %
Bus.con = [ ...
1 220 1.077971 -0.04687256 1 1;
2 220 1.078121 -0.04880363 1 1;
3 11.5 1.0078 0.118734 1 1;
4 11.5 1.00818 0.105674 1 1;
5 13.8 0.971917 0.0836358 1 1;
6 220 1.0781 -0.06789331 1 1;
7 220 1.092545 0 1 1;
8 220 1.077545 -0.07574729 1 1;
9 220 1.1006 0.06685135 1 1;
10 220 1.328136 -0.6678345 1 1;
];

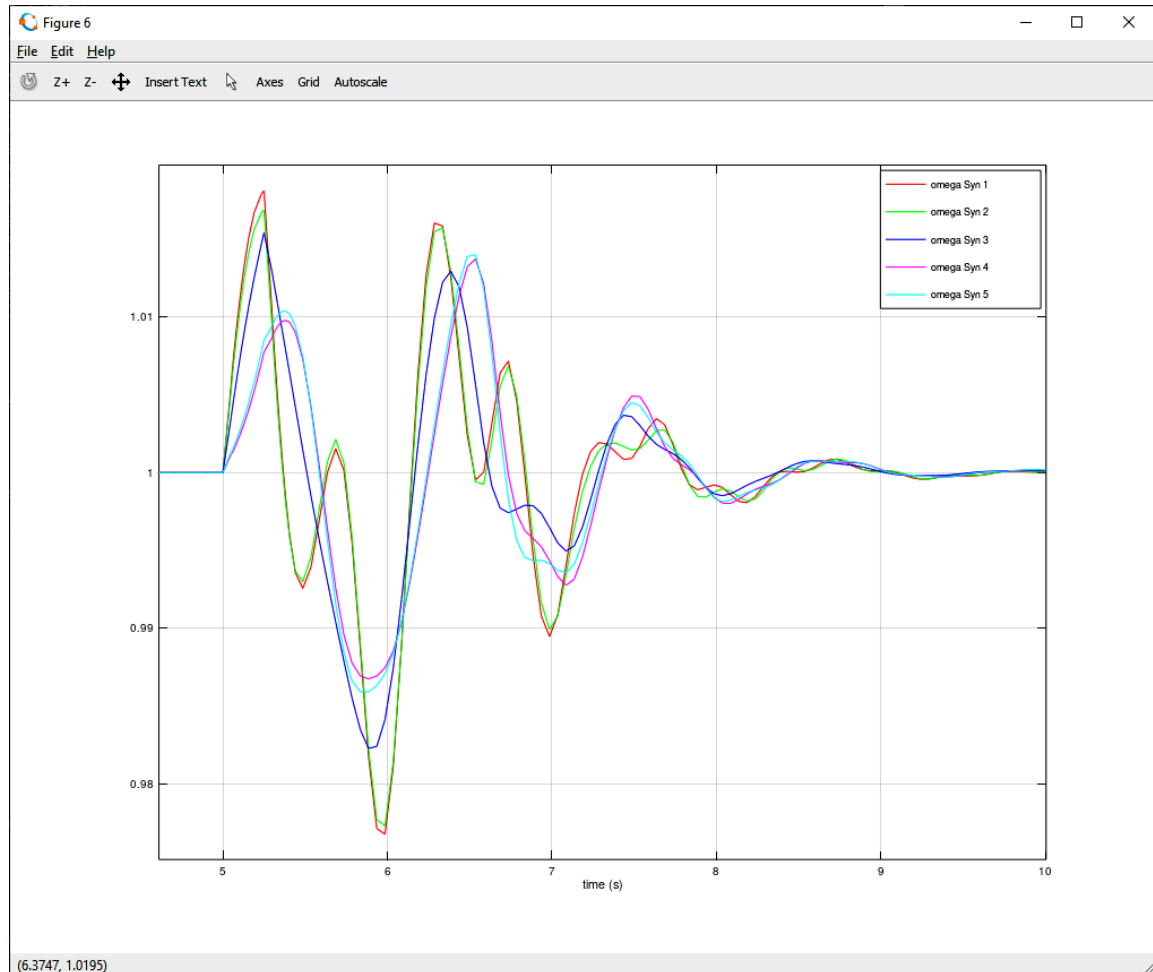
Line.con = [ ...
4 2 100 220 50 0 0.05227273 4.1;
5 6 100 220 50 0 0.06272727 1.5;
3 1 100 220 50 0 0.05227273 4.1;
8 6 100 220 50 0 0.00145 0.0;
8 1 100 220 50 0 0 0.00211 0.0;
8 2 100 220 50 0 0 0.00211 0.0;
7 8 100 220 50 0 0 0.01287 0.0;
7 8 100 220 50 0 0 0.012159 0.0;
9 7 100 220 50 0 0 0.001281 0.0;
10 8 100 220 50 0 0 0.007873 0;
];

SW.con = [ ...
10 100 220 1.328136 -0.6678345 1.1;
];

PV.con = [ ...
9 100 220 3.324 1.1006 0.8 -0.2;
];

PQgen.con = [ ...
3 100 11.5 2.4747 0.0732 1.1 0.9;
5 100 13.8 1.3926 -0.0151 1.1 0.9;
4 100 11.5 2.3107 0.0535 1.1 0.9;
];

Syn.con = [ ...
3 75 11.5 50 6 0.05 0.001 1.87;
4 75 11.5 50 6 0.05 0.001 1.87;
5 125 13.8 50 6 0.05 0.001 2.18;
4 174 11.5 50 6 0.05 0.001 2.25;
3 174 11.5 50 6 0.05 0.001 2.25;
];
```

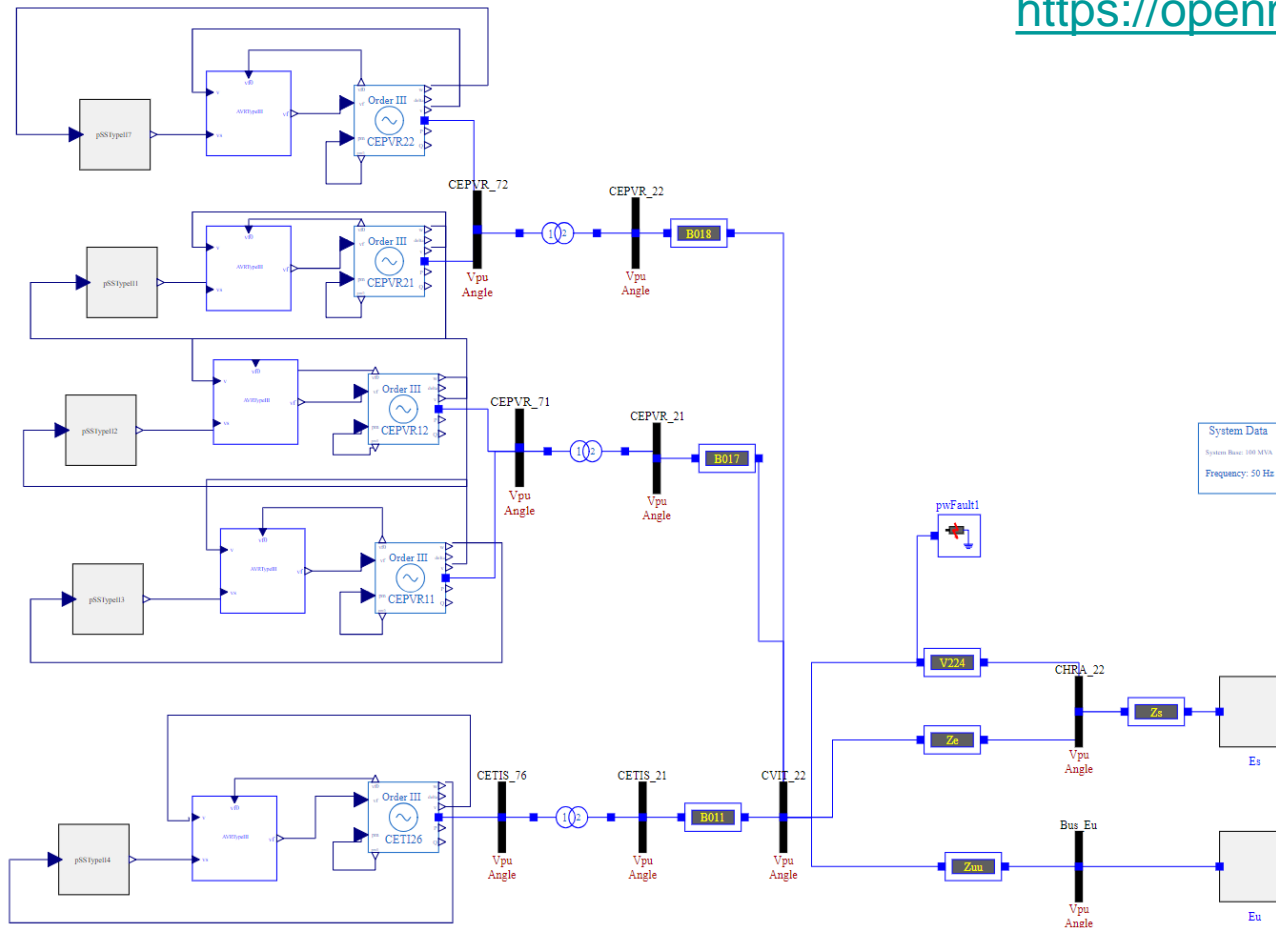


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy:
OpenIPSL na platformě OpenModelica

<https://github.com/OpenIPSL/OpenIPSL>

<https://openmodelica.org/>



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

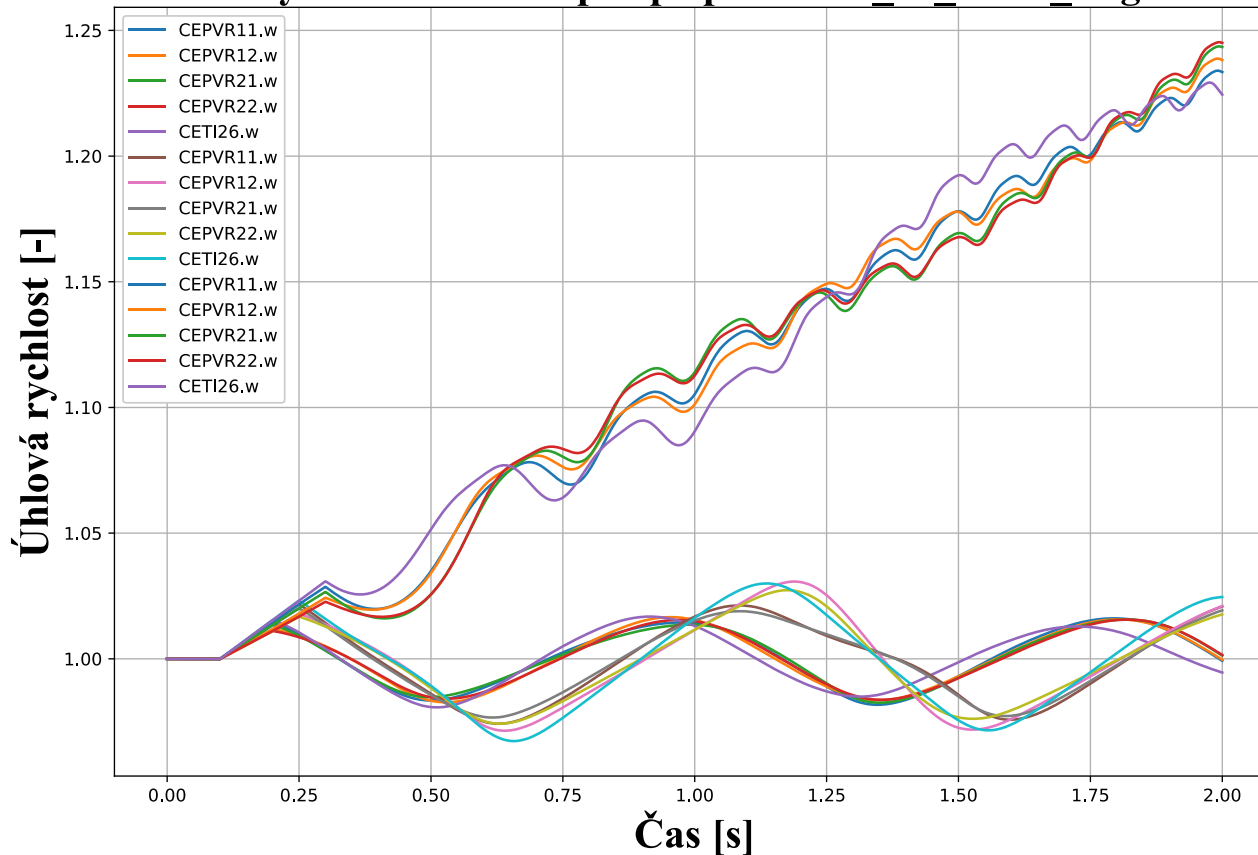
Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy:

OpenIPSL na platformě OpenModelica

<https://github.com/OpenIPSL/OpenIPSL>

<https://openmodelica.org/>

Vykreslení veličin pro případ V224_v9_zkrat_Reg



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

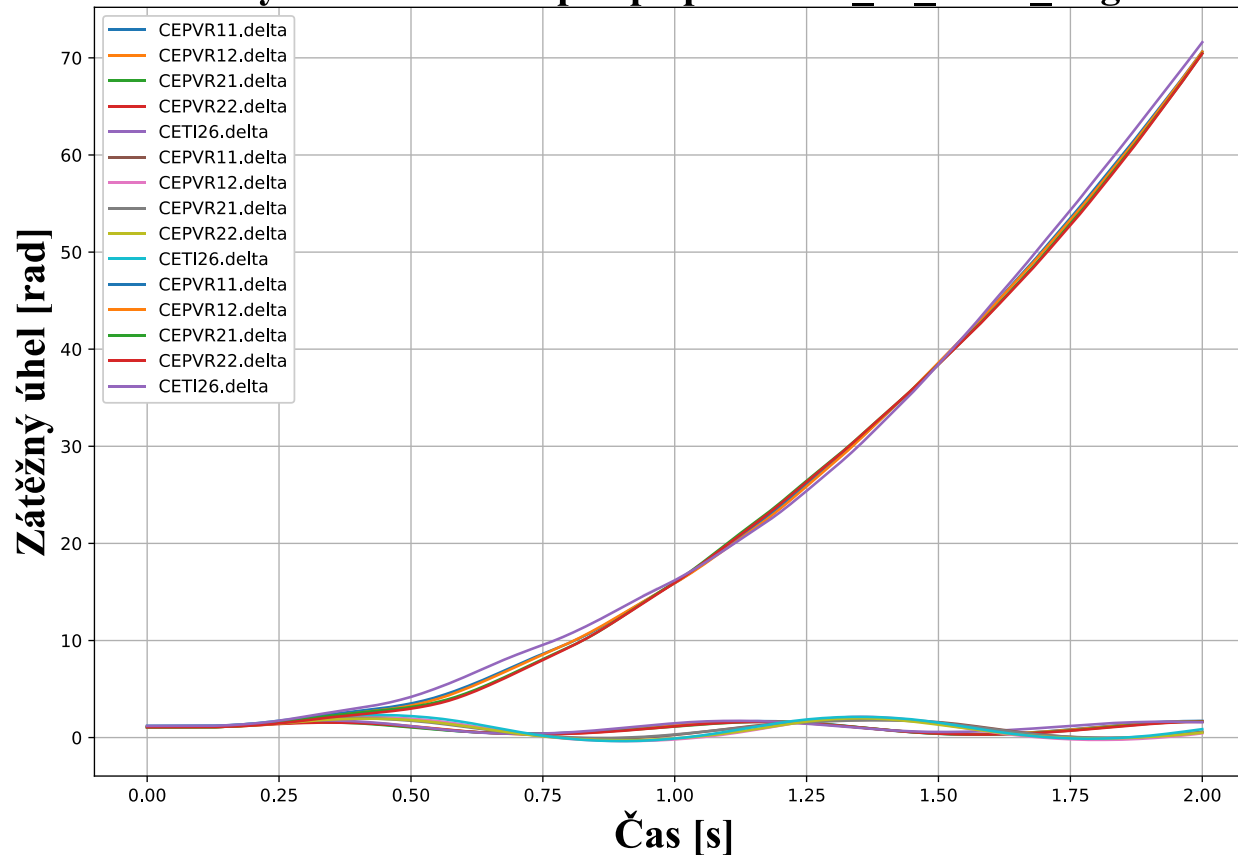
Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy:

OpenIPSL na platformě OpenModelica

<https://github.com/OpenIPSL/OpenIPSL>

<https://openmodelica.org/>

Vykreslení veličin pro případ V224_v9_zkrat_Reg



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

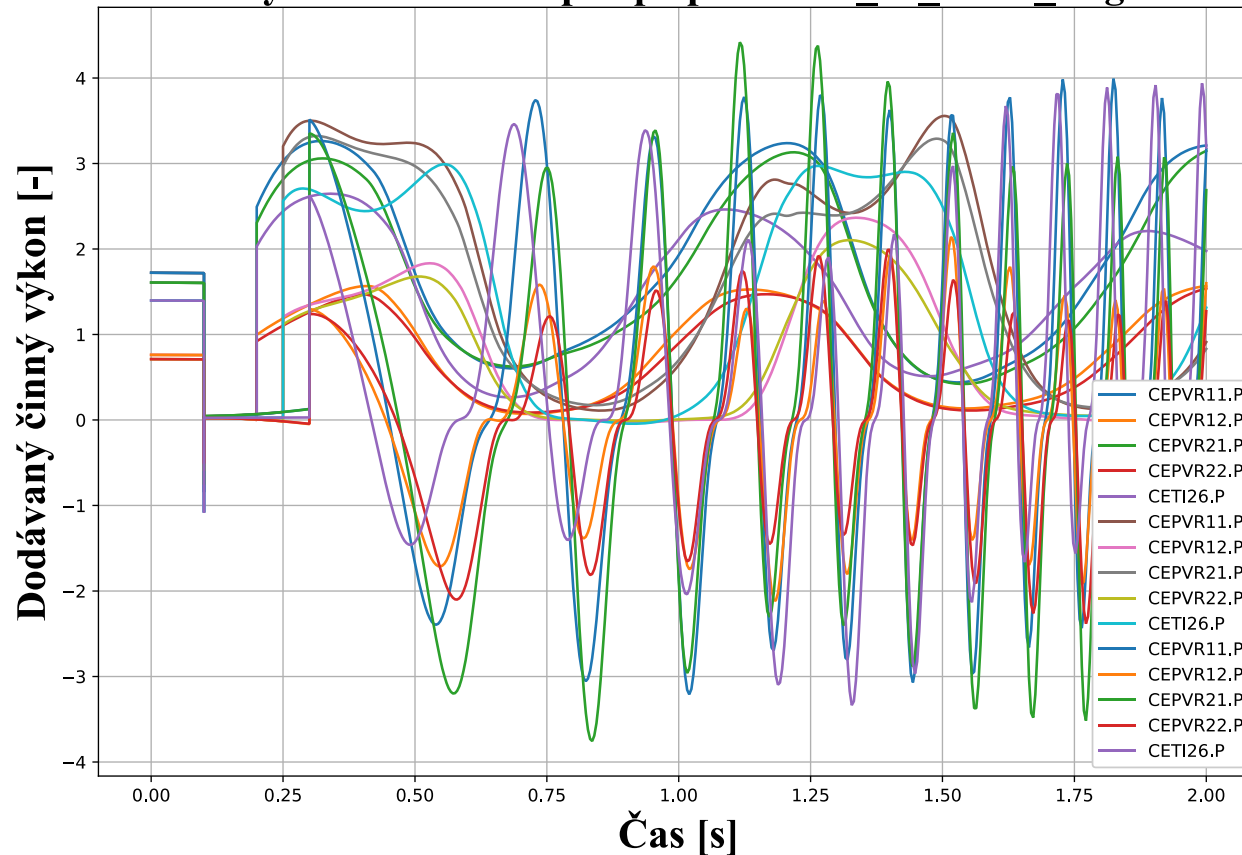
Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy:

OpenIPSL na platformě OpenModelica

<https://github.com/OpenIPSL/OpenIPSL>

<https://openmodelica.org/>

Vykreslení veličin pro případ V224_v9_zkrat_Reg



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

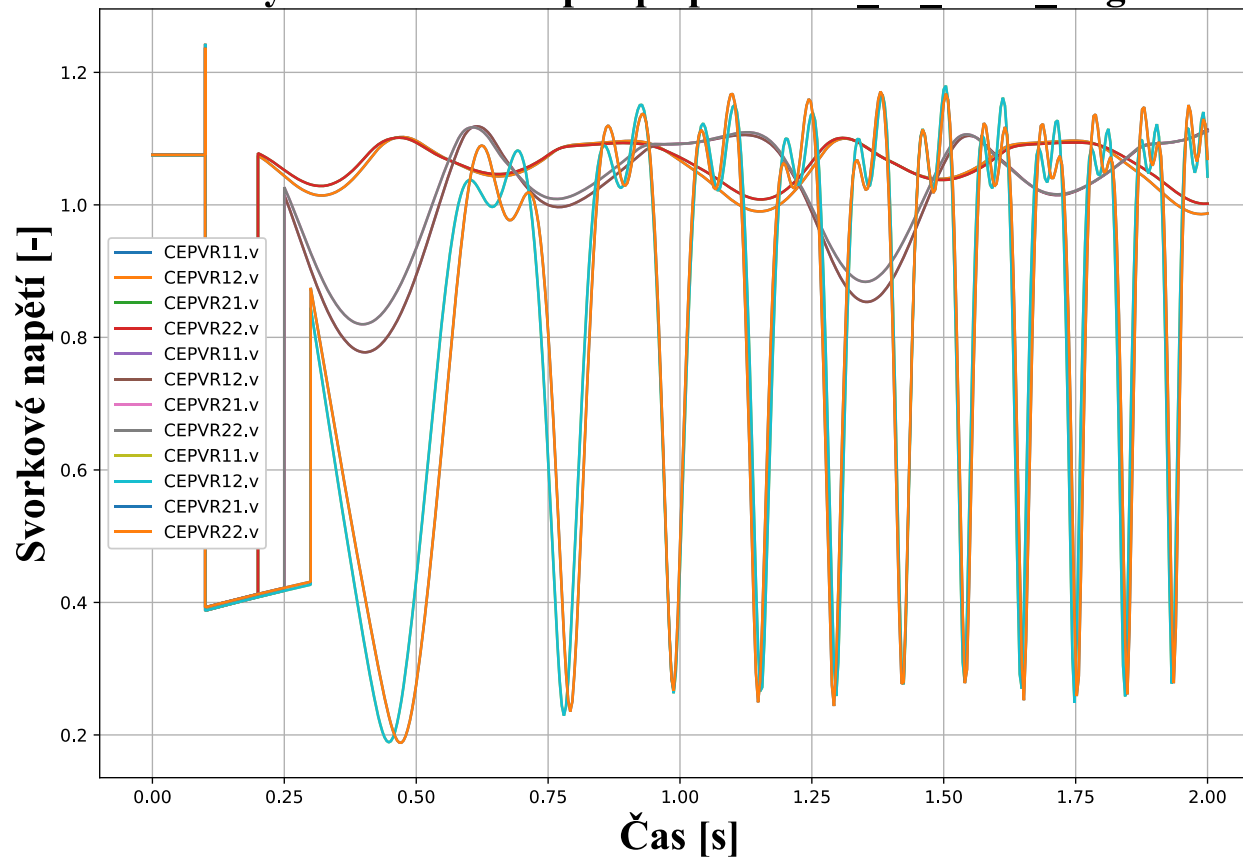
Modely pro detailní popis alternátoru a rozsáhlé soustavy:

OpenIPSL na platformě OpenModelica

<https://github.com/OpenIPSL/OpenIPSL>

<https://openmodelica.org/>

Vykreslení veličin pro případ V224_v9_zkrat_Reg

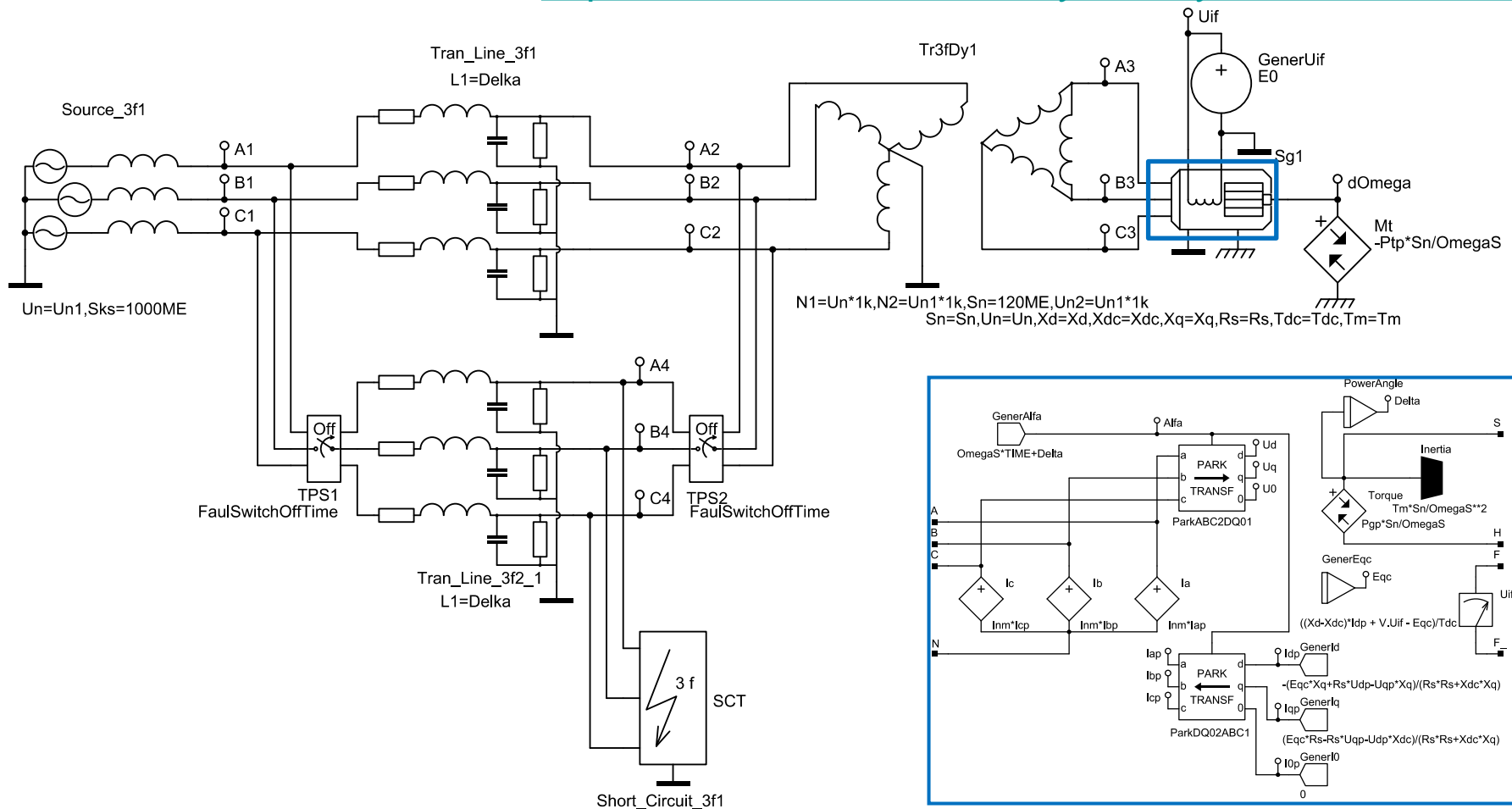


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru včetně elektromagnetických dějů:
Dynast Power Library na platformě DYNAST

<http://home.zcu.cz/~nohac/Dynast/>

<http://home.zcu.cz/~nohac/Dynast/DynastPowerLibrary/>

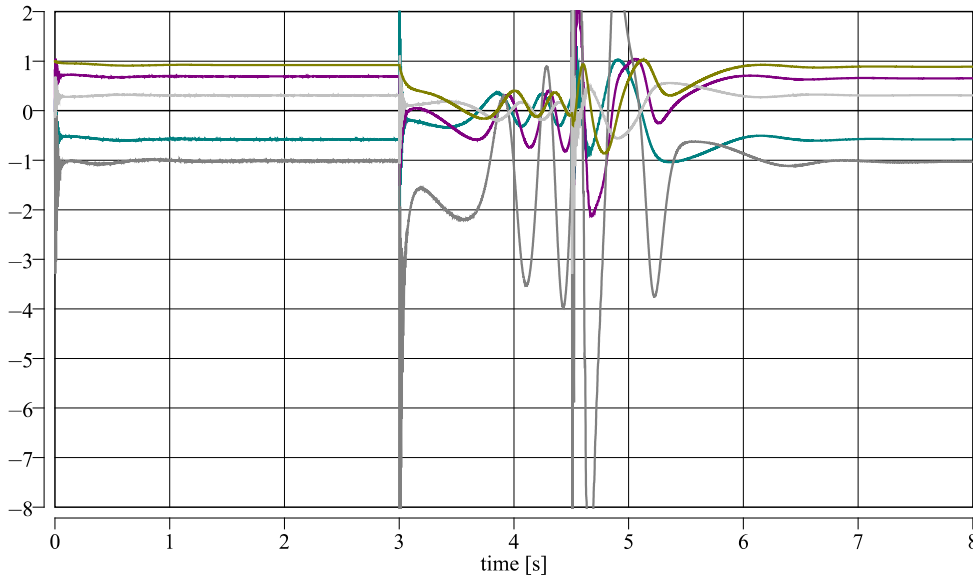


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

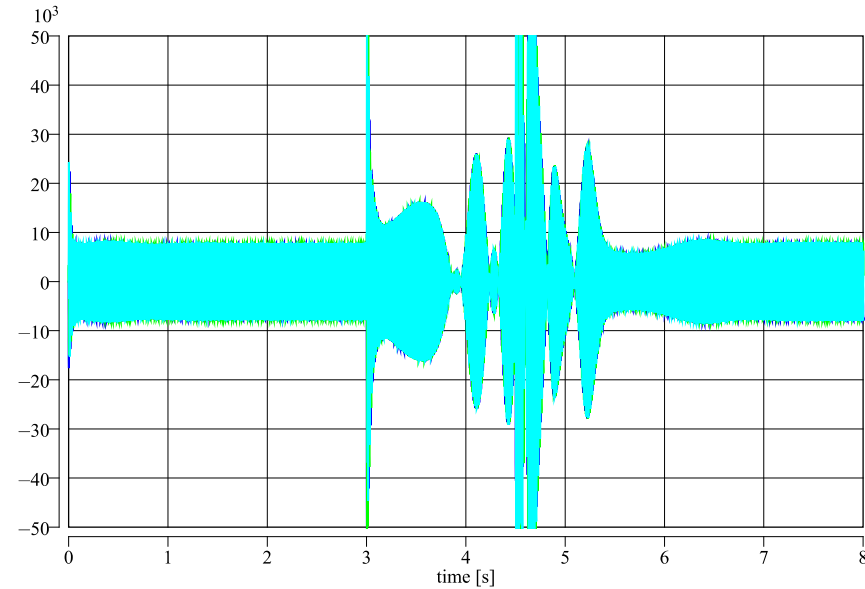
Modely pro detailní popis alternátoru včetně elektromagnetických dějů:
Dynast Power Library na platformě DYNAST

<http://home.zcu.cz/~nohac/Dynast/>

<http://home.zcu.cz/~nohac/Dynast/DynastPowerLibrary/>



■ Sg1.Udp [-] D-Axis Park Voltage in p.u. of Sg1
■ Sg1.Uqp [-] Q-Axis Park Voltage in p.u. of Sg1
■ Sg1.Idp [-] D-Axis Park Current in p.u. of Sg1
■ Sg1.Iqp [-] Q-Axis Park Current in p.u. of Sg1
■ Sg1.Ecq [-] Q-Axis Transient Voltage in p.u. of Sg1



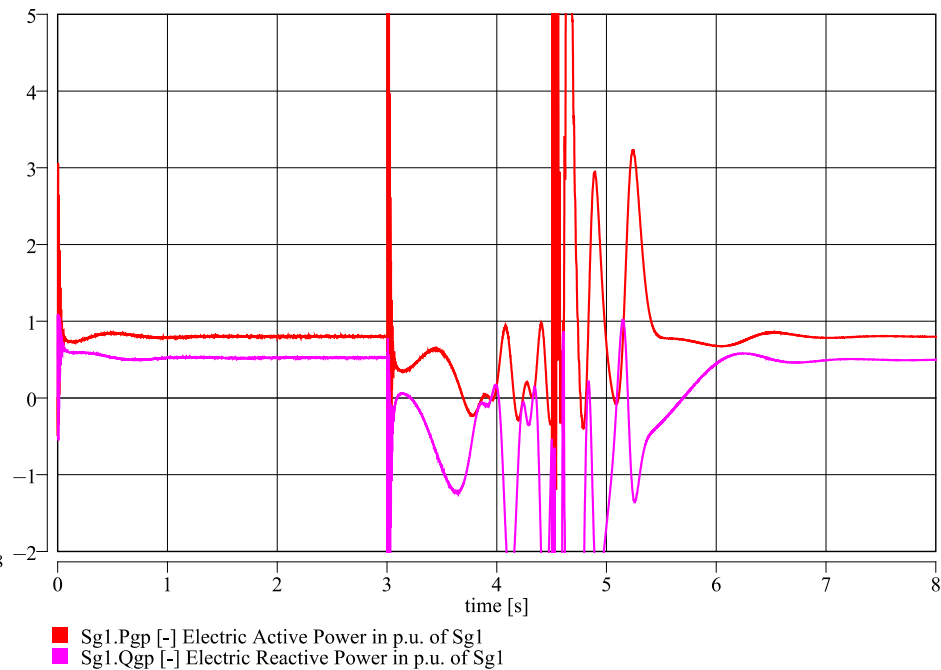
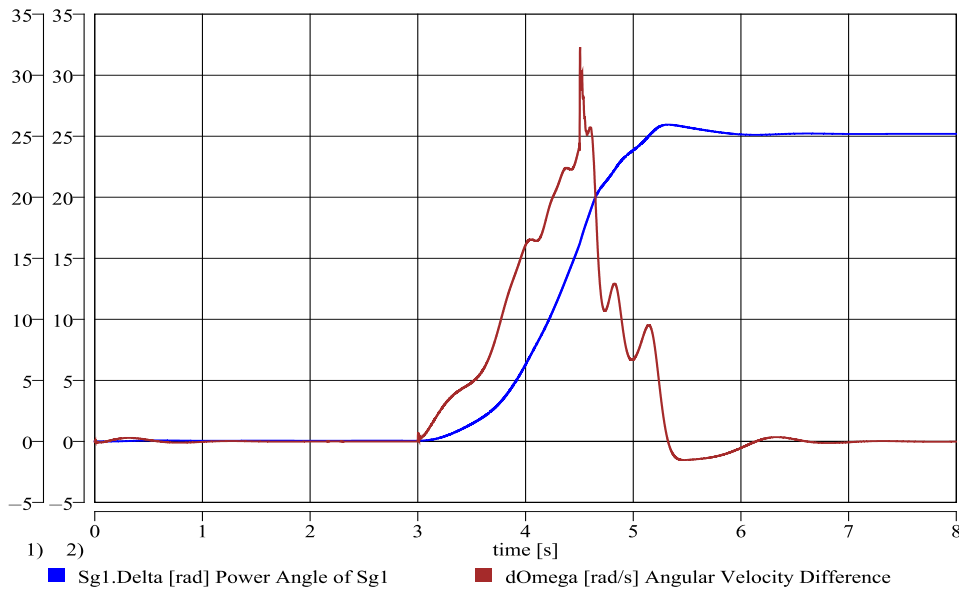
■ Sg1.Ia [A] Stator Current Phase A of Sg1 ■ Sg1.Ib [A] Stator Current Phase B of Sg1
■ Sg1.Ic [A] Stator Current Phase C of Sg1

Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru včetně elektromagnetických dějů:
Dynast Power Library na platformě DYNAST

<http://home.zcu.cz/~nohac/Dynast/>

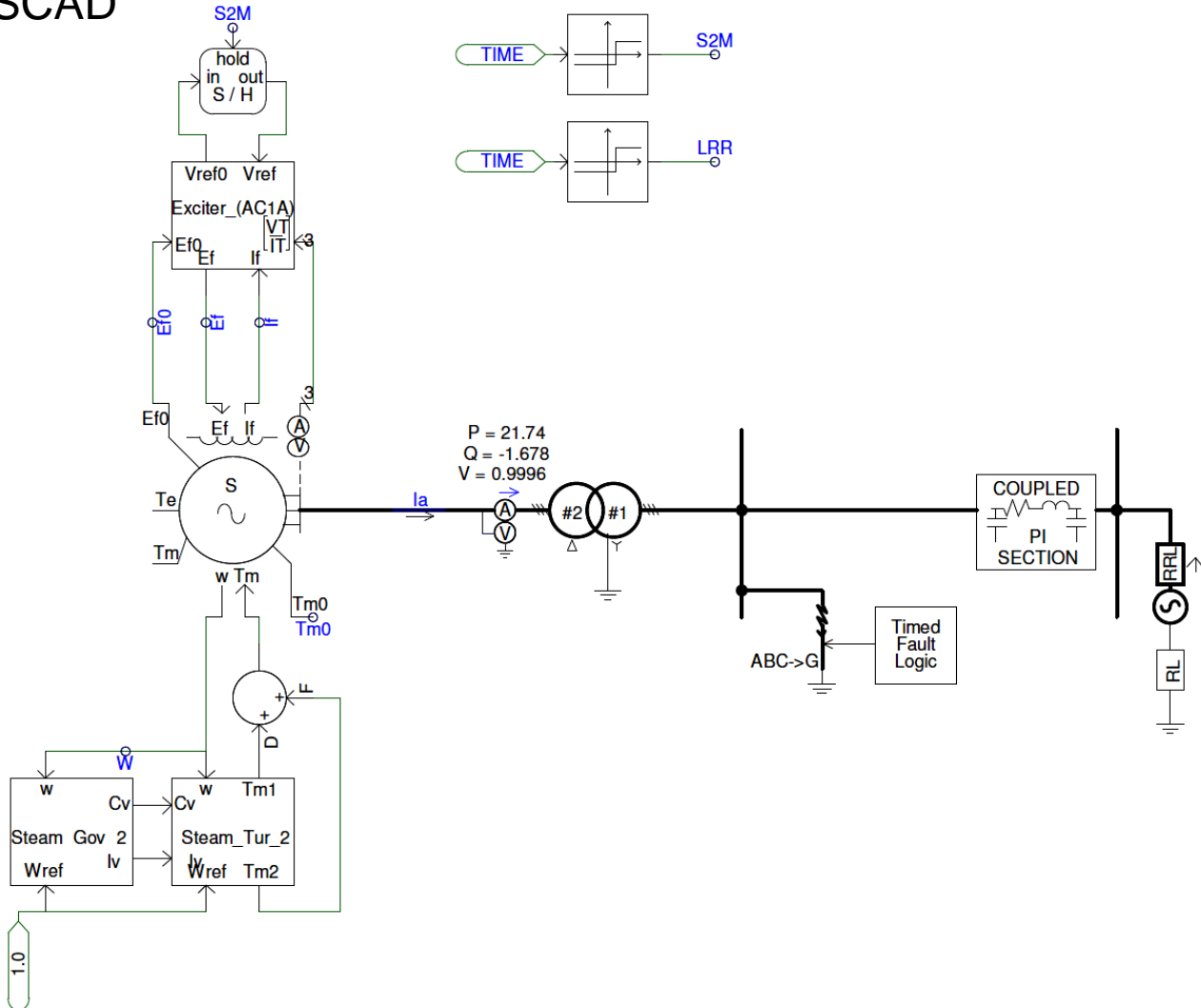
<http://home.zcu.cz/~nohac/Dynast/DynastPowerLibrary/>



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru včetně elektromagnetických dějů:
PSCAD

<https://hvdc.ca/pscad/>

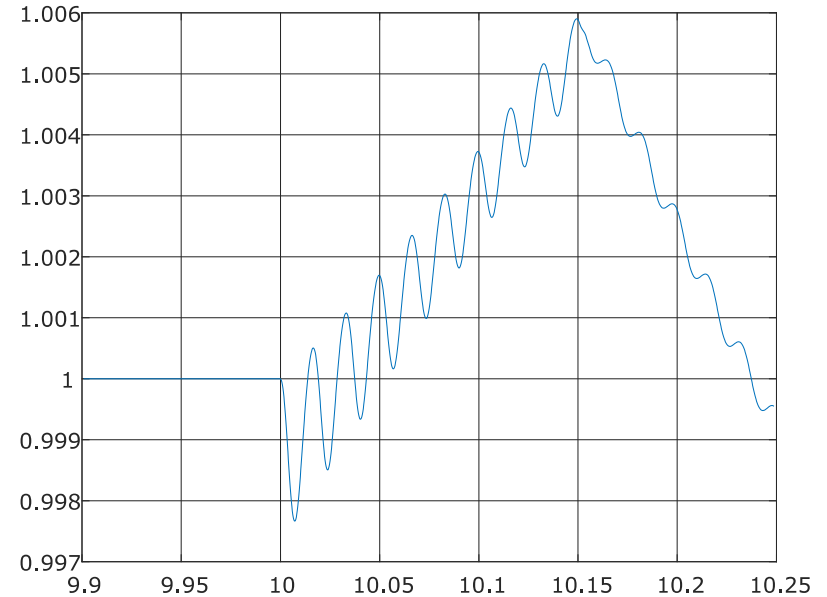
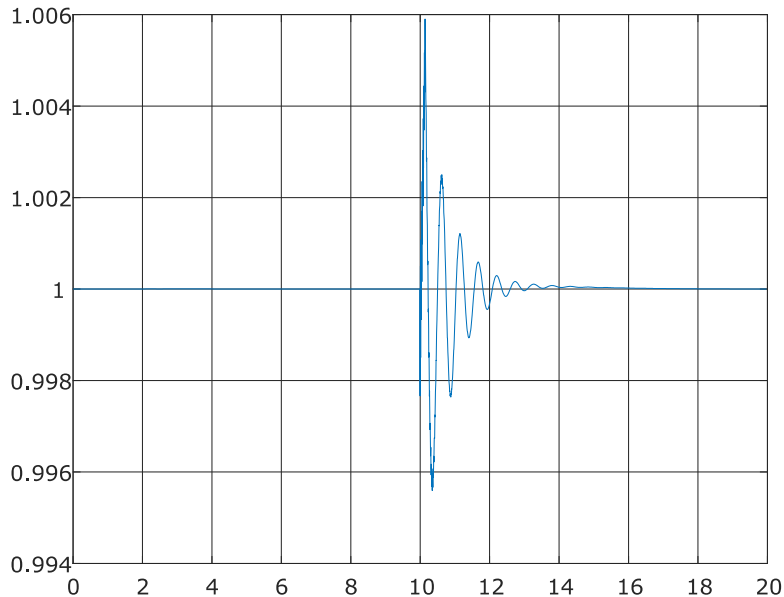


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru včetně elektromagnetických dějů:
PSCAD

<https://hvdc.ca/pscad/>

Průběhy rychlosti alternátoru v poměrných jednotkách (přehled a detail).

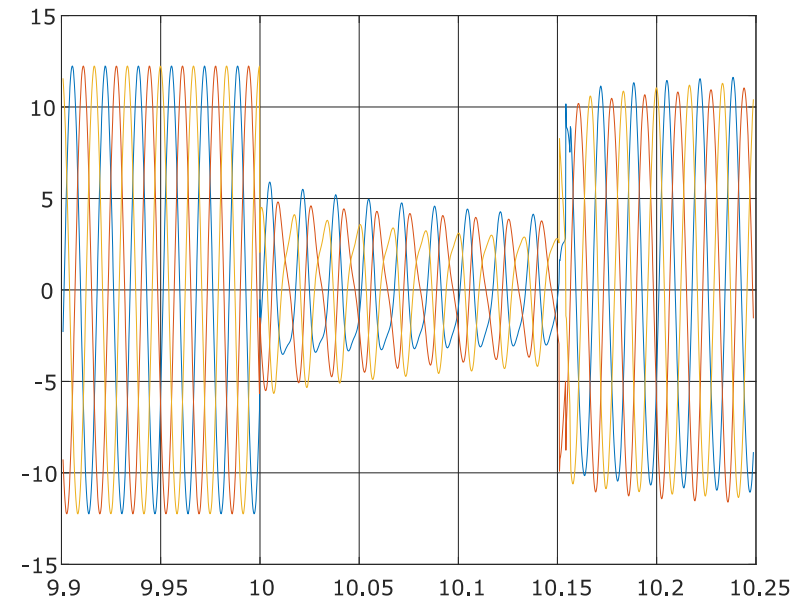
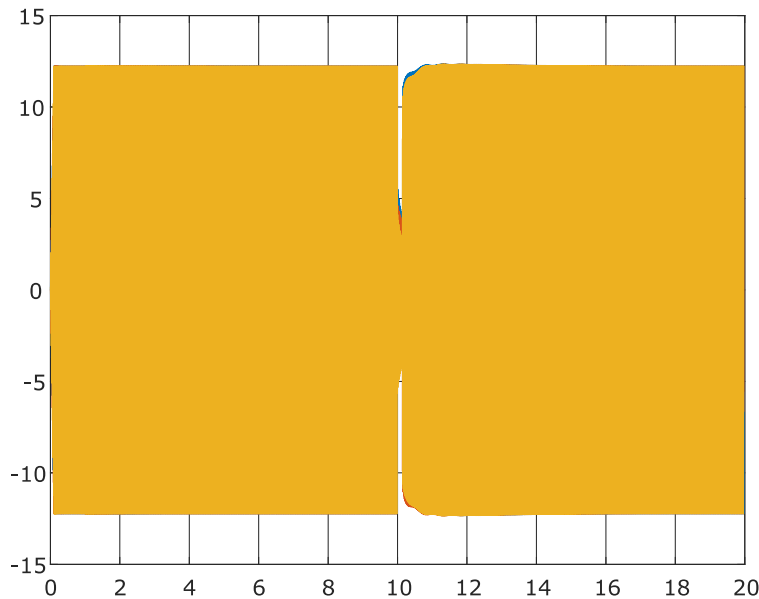


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru včetně elektromagnetických dějů:
PSCAD

<https://hvdc.ca/pscad/>

Průběhy svorkového napětí alternátoru v kV (přehled a detail).

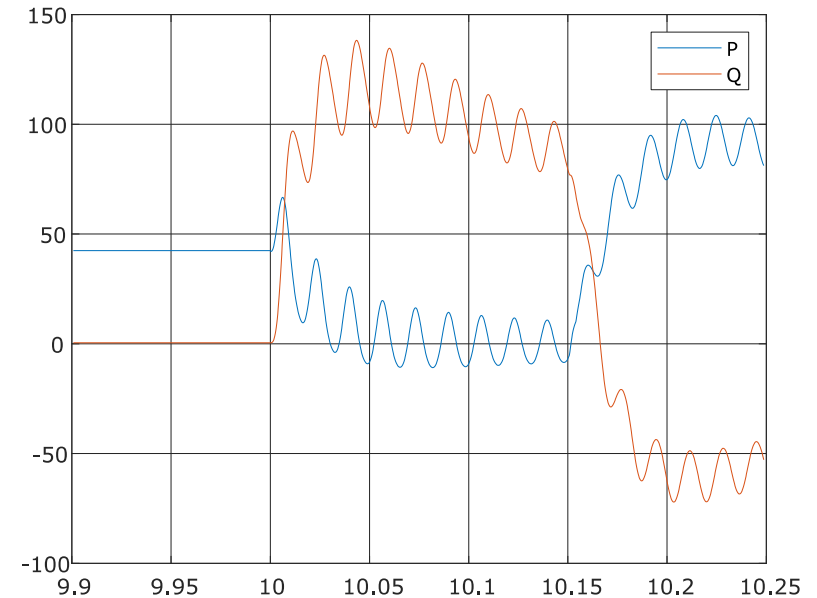
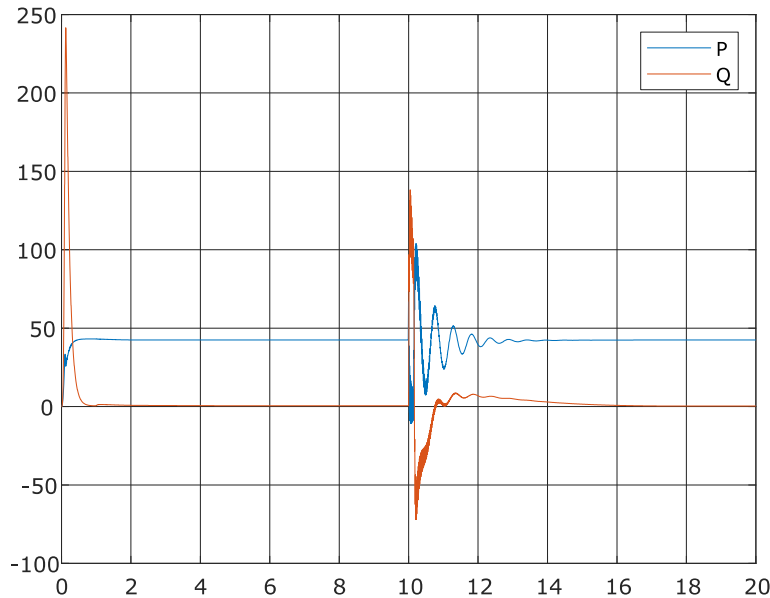


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru včetně elektromagnetických dějů:
PSCAD

<https://hvdc.ca/pscad/>

Průběhy dodávaného činného a jalového výkonu v MW/MVAr (přehled a detail).

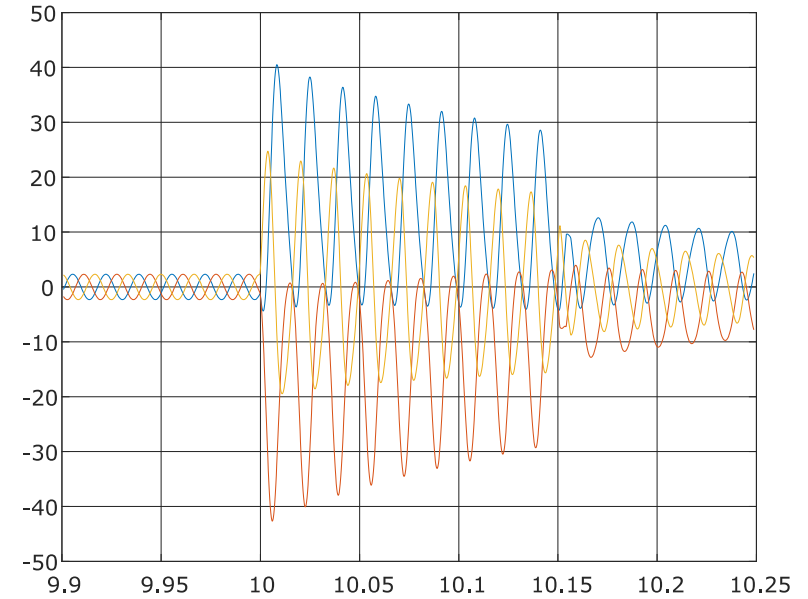
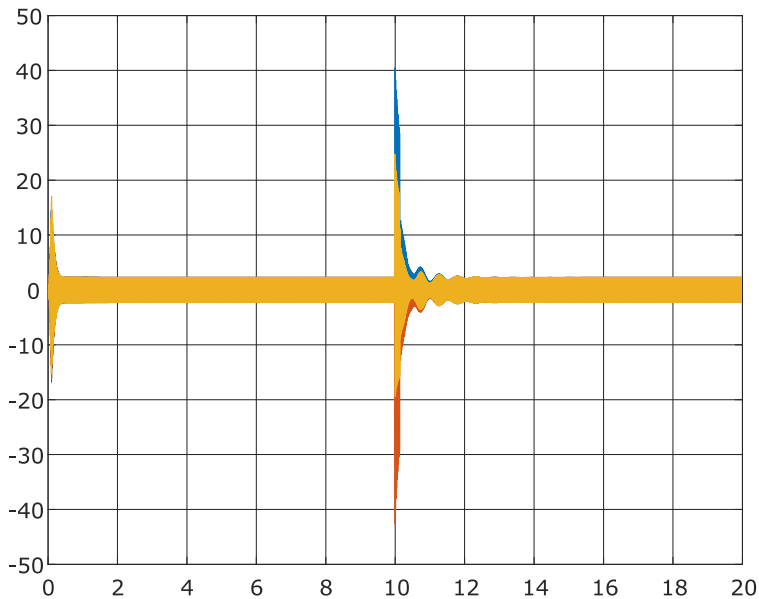


Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru včetně elektromagnetických dějů:
PSCAD

<https://hvdc.ca/pscad/>

Průběhy dodávaného proudu alternátoru v kA (přehled a detail).



Dynamická stabilita alternátoru pracujícího do pevné sítě:

Modely pro detailní popis alternátoru včetně elektromagnetických dějů:
PSCAD

<https://hvdc.ca/pscad/>

Průběhy rychlosti a napětí pro nestabilní děj (konsolidace až pro prokluzech).

