

16. Provoz alternátoru v asynchronním chodu

Tento chod je pro většinu alternátorů nouzovým stavem z důvodu poruchy v budícím obvodu. Zvláště při částečné poruše, kdy je budící obvod uzavřen vznikají mohutné proudové rázy. Proto je takový stav alternátoru přípustný jen po velice krátkou dobu. Možné příčiny ztráty buzení jsou:

- Zkrat budícího vinutí přímo nebo přes odbuzovač
- Zkrat na usměrňovači
- Rozpojení obvodu buzení

Krátkodobý asynchronní chod lze dovolit pouze při úplné ztrátě buzení a za sníženého zatížení činným výkonem. Tento režim je třeba nahradit synchronním chodem po odstranění závady na budícím systému, nebo nasazením záložního buzení.

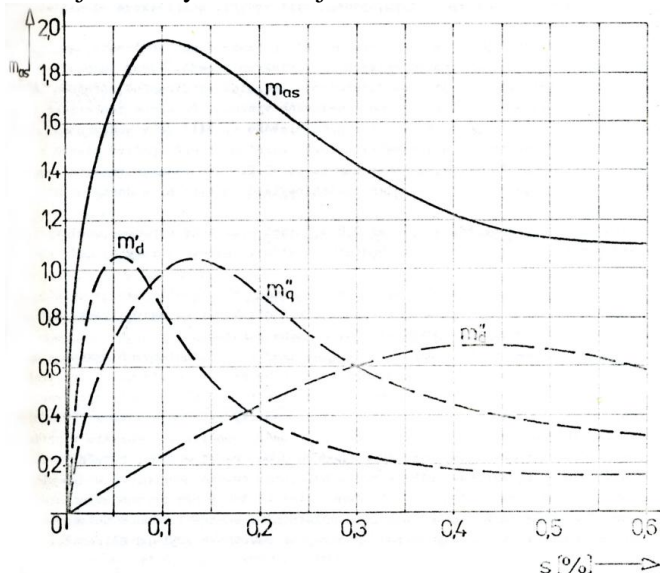
Po vzniku asynchronního chodu má alternátor tendenci odebírat ze sítě značný induktivní jalový výkon (60 až 80 % S_N) pro magnetizaci obvodu (podobně jako při samosynchronizaci). V souvislosti s tím dochází k poklesu napětí na vývodových přípojnicích a přípojnicích vlastní spotřeby. Deficit jalového výkonu v soustavě hradí ostatní alternátory, často je však nutné vlastní spotřebu přesunout na napájení z rezervního zdroje.

Asynchronní chod nastává v momentě tak nízké velikosti budícího proudu kdy brzdný synchronní moment je nižší než výkon turbíny a alternátor vypadáva ze synchronismu. Protože brzdý moment alternátoru na soustrojí poklesne, začne se tedy alternátor urychlovat na nadsynchronní otáčky. Po vyrovnání vzniklého asynchronního momentu a sníženého momentu turbíny má výsledný asynchronní moment má tři složky:

$$m_{AS} = \frac{u_S^2}{2} \left[\left(\frac{1}{x_d'} - \frac{1}{x_d} \right) \frac{s \cdot T_d'}{1 + s^2 T_d'^2} + \left(\frac{1}{x_d''} - \frac{1}{x_d'} \right) \frac{s \cdot T_d''}{1 + s^2 T_d''^2} + \dots + \left(\frac{1}{x_q''} - \frac{1}{x_q} \right) \frac{s \cdot T_q''}{1 + s^2 T_q''^2} \right] = m_d' + m_d'' + m_q''$$

- m_d' - složka společného toku budícího a tlumícího vinutí v podélné ose
 m_d'' - složka změny rozptylových toků budícího a tlumícího vinutí v podélné ose
 m_q'' - složka toku tlumícího vinutí v příčné ose

Podíl jednotlivých složek je:



Pro malé skluzy je moment m_d'' zanedbatelný a výsledný moment se tedy vyhodnocuje jen jako:

$$m_{AS} = m_d' + m_q''$$

Poměry při asynchronním chodu závisí na stavu spojení budícího vinutí.

Budící obvod rozpojený

Rotor alternátoru lze považovat za klec asynchronního stroje s proměnným činným odporem (při menším skluzu vnikají proudy více do drážek a odpor se snižuje) a zanedbatelně proměnnou indukčností (magnetická nesymetrie rotoru). Rotor se otáčí rychlostí

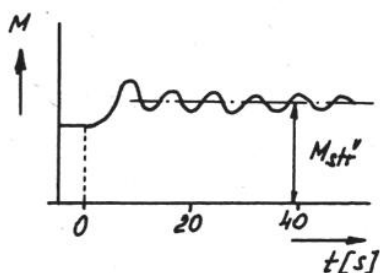
$\omega_R = \omega_{synchr}(1 + s)$, proudy naindukované do rotoru vytváří pole zpožděné oproti rotoru s úhlovou rychlostí $\omega_r = -s \cdot \omega_{synchr}$. Pole proudů rotoru je unášeno rotorem o rychlosti

ω_R , takže pole rotoru se vůči synchronnímu poli statoru nepohybuje $\omega_r + \omega_R = \omega_{synchr}$.

Vzniká tedy stálý moment a do sítě je dodáván konstantní činný výkon, jejichž pulzování je dáno pouze magnetickou nesymetrií tlumiče v podélné a příčné ose.

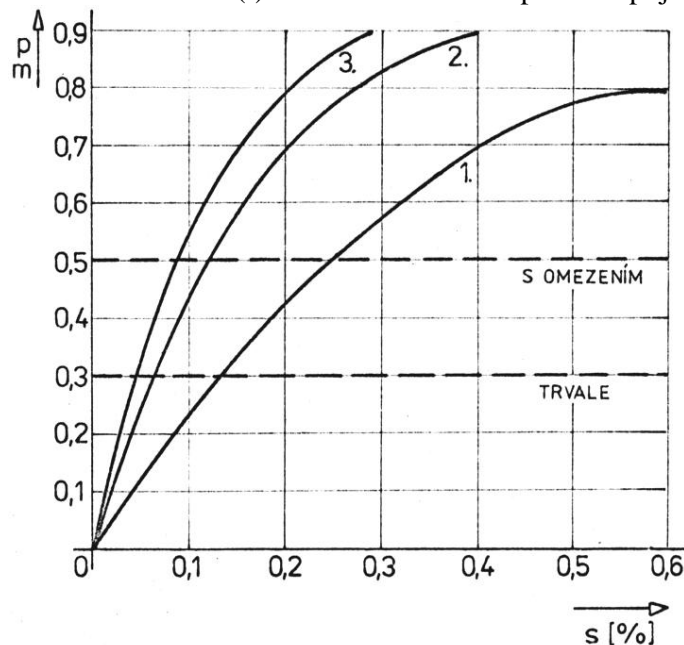
Budící obvod uzavřený

V tomto případě v budícím vinutí vzniká proud o skluzové frekvenci. Vzniklé pulsující magnetické pole je opět unášeno rotorem rychlostí $\omega_R = \omega_{synchr}(1 + s)$. Pulsující pole nahradíme dvěma poli s poloviční amplitudou se vzájemnou rychlostí $s \cdot \omega_{synchr}$. Jedna složka je oproti poli statoru v klidu, druhá se otáčí rychlostí $\omega_{synchr}(1 + 2 \cdot s)$ a vyvolává přídatné proudy ve statoru příslušné frekvence, způsobující silné pulsování statorových proudů.



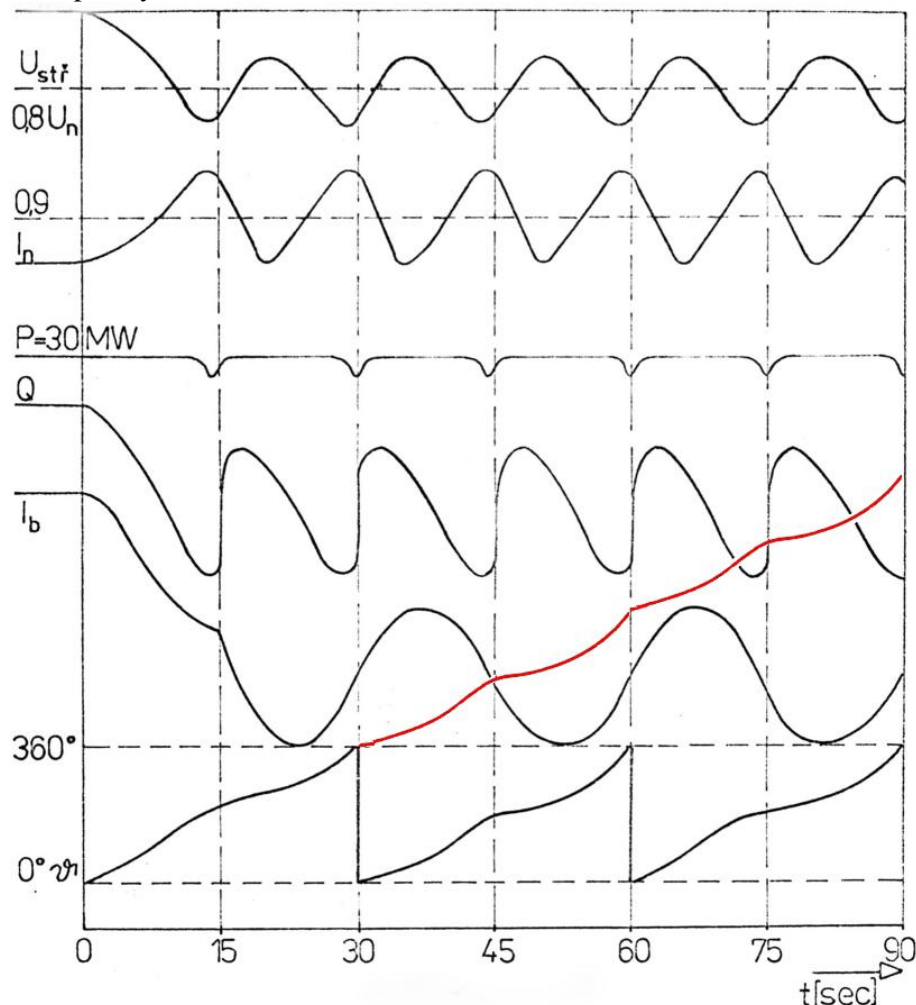
Výsledný moment stroje je dán superpozicí konstantních momentů vznikajících interakcí polí vzájemně se netočících a proměnných momentů polí s rozdílnou rychlostí otáčení. Velikost kývání lze omezit zařazením odporu do obvodu ale sníží se tím střední moment.

Velikost středního (!) momentu závisí na způsobu spojení budícího vinutí:



1. Budící vinutí je rozpojeno
2. Budící vinutí je spojeno přes usměrňovač
3. Budící vinutí je spojeno nakrátko

Průběh veličin při asynchronním chodu alternátoru:



Asynchronní chod je důležitý pro udržení dodávky činného výkonu do soustavy u významných bloků. Nebezpečnost asynchronního chodu:

- Proudů v rotoru a statoru způsobují značný ohřev
- Na přerušeném budícím vinutí vzniká značné naindukované napětí
- Velký odběr induktivního výkonu a snížení napětí ve vlastní spotřebě a nutnost nasadit rezervu
- Velké rozptylové toky zahřívají čela alternátoru (jako při podbuzeném synchronním chodu)
- Kolísání parametrů výkonu

V současné době se povoluje asynchronní chod vzhledem k dobrým zkušenostech u velkých alternátorů, kde vzniklý skluz je malý (0.3 %) v těchto mezích:

Výkon [MVA]	Do 10 min	Do 30 min	Trvalý chod
62.5	$0.6 P_N$	$0.5 P_N$	$0.4 P_N$
125	$0.5 P_N$	$0.4 P_N$	$0.3 P_N$
235	$0.5 P_N$	$0.4 P_N$	$0.3 P_N$

Sřední statorový proud nesmí překročit $1.05 I_N$.

Pro hydroalternátory, kde je menší asynchronní moment (0.5 až $0.6 M_N$), vyšší skluz (3 až 5 %) a také větší nesymetrie rotoru (větší kolísání veličin při asynchronním chodu) se asynchronní chod nedoporučuje.

17. Provozní režimy alternátoru 200 MW při mimořádných hodnotách kmitočtu a napětí

Normální provoz alternátoru je v rozsahu 49 až 50.5 Hz a 0.95 až 1.05 U_N .
 Procentuelní součtová odchylka těchto veličin nesmí přesáhnout 5%. Trvalého provozu je alternátor schopen v rozsahu 48.5 až 50.5 Hz a 0.8 až 1.05 U_N . Mimořádné provozu jsou omezeny limitami časovými a velikostí rotorového a statorového proudu 1.05 jmenovitých hodnot.

Režim	Frekvence [Hz]	Napětí U_g [kV]	Činný výkon P_g [MW]	Max.doba 1 případu	Buzení	Poznámka	
				Součet.doba 12 měs.			
Normální provoz	49,0-50,5	0,95-1,05	0,7-1,0	bez omezení	podle P,Q diag.		
Trvalý provoz	48,5-50,5	0,90-1,05	0,7-1,0	bez omez.	podle P,Q diag.	I_b 1,05 I_{bn} I_g 1,05 I_{gn}	
Snižená frekvence	48,5-48,0	0,95-1,05	max 1,0	30 min 6 hod	zásah omezovače	3 min	
	48,0-47,0		max 1,0	20 min 2 hod		I_b	1,5 min
	47,0-46,0		max 0,7	5 min 10 min			1,0 min
	46,0						Neprodleně odstavit
Zvýšená frekvence	50,5-51,0	0,95-1,05	max 1,0	30 min 2 hod	Q podle P,Q diag.	Předpoklady: $\cos \varphi = \cos \varphi_n$ Chvění stroje v přípustných mezích	
	51,0-52,0		max 1,0	10 min			
	52,0-53,0		max 0,7	30 min 5 min 10 min			
	53,0						
Snižené napětí	46,0-53,0	0,95-0,9	max 1,0	bez omezení	automat. zásah omezovače I_g	} Po této době snížení Q podle P, Q diag.	
		0,9-0,85	max 1,0				max 4,5min
		0,85-0,8	max 0,85				max 2,2min
		0,8 - 0,7	max 0,8				okamžitě okamžitě
Zvýšené napětí	49,0-50,5	1,05-1,1	max 1,0	bez omezení	automat. zásah omezovače I_b	} Po této době snížení Q	
		1,1-1,15					max 2,2min
		1,15-1,2					max 1,3min max 36s