

Příloha 3 Určení parametrů synchronního generátoru [7]

Příloha 3.1 Měření charakteristiky naprázdno a nakrátko synchronního stroje

Měření naprázdno:

Teoretický rozbor:

při měření naprázdno je zjišťována závislost fázového statorového napětí na budícím proudu rotoru

$U_0 = f(I_b)$ při konstantních otáčkách synchronních nebo jiných daných otáčkách. Budícím proudem I_b generátoru je regulováno napětí naprázdno v rozsahu $(0-1,3)U_{fN}$. Měření je prováděno při zvyšování a snižování napětí.

Postup měření:

budící proud I_b je zvyšován od nuly až po hodnotu, kdy statorové napětí dosáhne maximálně 1,3 násobku jmenovitého statorového napětí $U_{fN} = 231$ V. Důvodem je zvýšené namáhání izolace statorového vinutí při nadpětích. Od této hodnoty je snižován proud I_b až na nulu. Napětí je určováno ve všech třech fázích.

Charakteristika naprázdno je sestrojena z průměrů hodnot napětí při zvyšování a snižování napětí.

Měření nakrátko:

Teoretický rozbor:

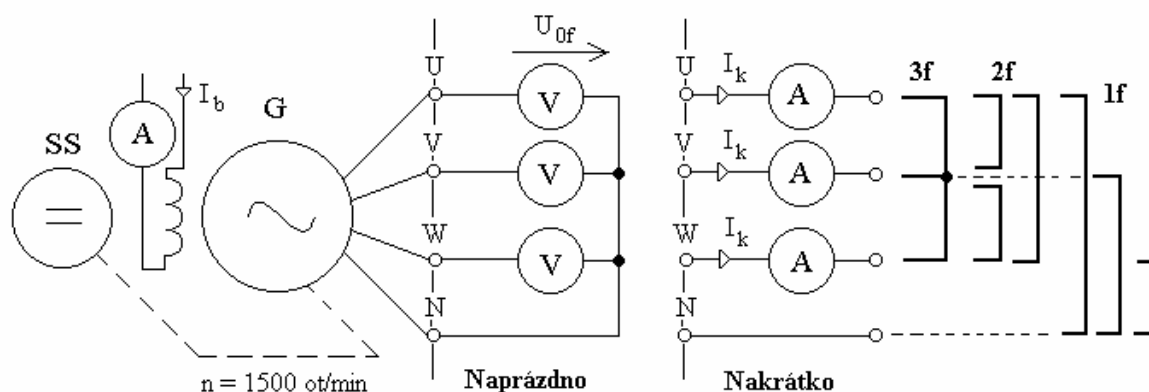
je zjišťována charakteristika nakrátko, tj. závislost statorového proudu nakrátko na budícím proudu rotoru $I_k = f(I_b)$. Statorové vinutí je spojeno tak, že tvoří buď 3fázové, 2fázové nebo 1fázové spojení nakrátko. Budícím proudem I_b je regulován proud nakrátko I_k k nule, aby se teplota vinutí měnila co nejméně.

Postup měření:

vinutí statoru synchronního generátoru je spojeno tak, že vznikne a) 3fázové spojení nakrátko, b) 2fázové spojení nakrátko, c) 1fázové spojení nakrátko, kdy je proud měřen mezi fází a nulovým vodičem.

Budící proud I_b je snižován od hodnoty, kdy proud statoru dosáhne maximálně 20 A, tj. maximálního proudu ampérmetrů. Zvýšení proudu na 1,2 násobek I_N by znamenalo potřebu použít k měření PTP. Z naměřených hodnot je sestrojena charakteristika nakrátko $I_{k1} = f(I_b)$, $I_{k2} = f(I_b)$, $I_{k3} = f(I_b)$.

Z naměřených charakteristik naprázdno a nakrátko vynesných do společného grafu je možno určit velikosti napětí pro výpočet sousledné, zpětné a nulové reaktance stroje.



Obr. P3.1 Schéma zapojení pro měření charakteristik naprázdno a nakrátko

Použité přístroje:

- 3 x Multimetr Metrix MX 44 ITT (V),
- 3 x Ampérmetr METRA 100, 20, 5A (A, Ik),
- Ampérmetr ML 20 (ss) (A, Ib).

Tabulky naměřených hodnot a vypočtených hodnot:

Charakteristika naprázdno:

I_b (A)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_f (V)	5,5	92,0	171,0	217,0	239,0	253,0	263,2	272,0	278,1	284,6	290,0

Charakteristika nakrátko:

3fázové spojení nakrátko

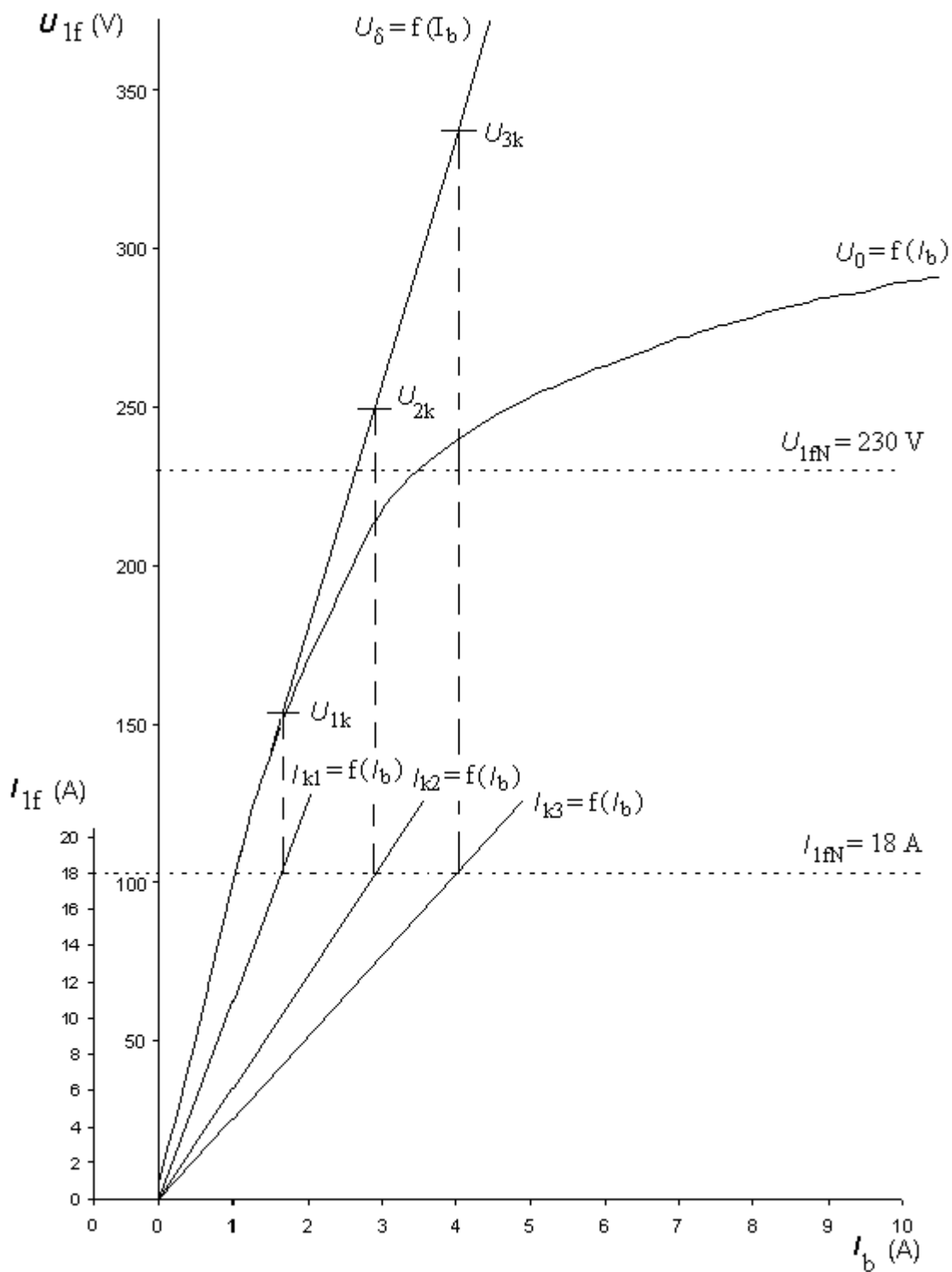
I_b (A)	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
I_{k3} (A)	0	4,8	7,0	9,4	11,6	14,0	16,2	18,5	20,0

2fázové spojení nakrátko

I_b (A)	0	0,52	1	1,5	2	2,5	3	3,2
I_{k2} (A)	0	3,8	6,6	9,6	13,2	16,0	19,2	20

1fázové spojení nakrátko

$I_b(\text{A})$	0	0,25	0,5	1	1,5	1,8
$I_{k2}(\text{A})$	0	3,3	6,4	11,8	17,1	20



Obr. P3.2 Charakteristika naprázdno a nakrátko synchronního generátoru

Příloha 3.2 Určení reaktancí X'_d , X''_d a časových konstant

Teoretický rozbor:

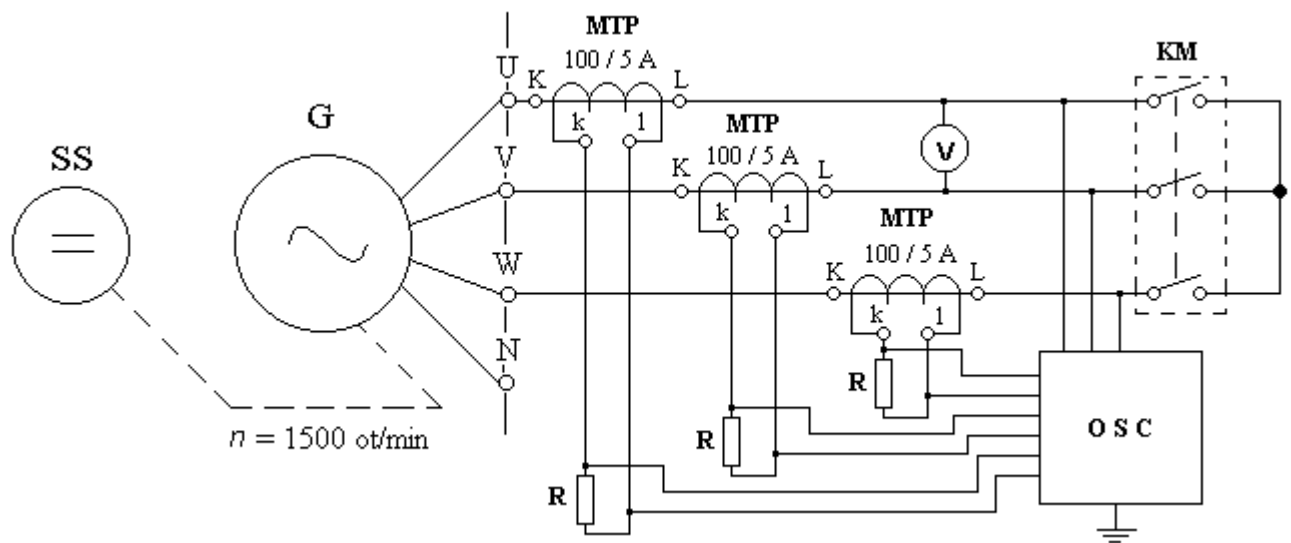
bylo provedeno měření rázové reaktance X''_d a přechodné reaktance X'_d a časových konstant T'_d , T''_d metodou náhlého zkratu výstupních svorek statorového vinutí synchronního generátoru.

Synchronní stroje musí být konstruovány a vyrobeny tak, aby vydržely přímý zkrat na svorkách stroje. Nárazový zkratový proud při buzení odpovídajícím chodu naprázdno, který vznikne při trojpólovém zkratu, nesmí být podle ČSN větší než 21násobek efektivní hodnoty jmenovitého proudu. Touto zkouškou se ověřuje zejména mechanická odolnost statorového vinutí proti účinkům elektrodynamických sil vyvolaných zkratovým proudem. Zkouška se dělá tak, že na nabuzeném stroji běžícím naprázdno jmenovitými otáčkami se náhle spojí současně nakrátko všechny fáze statorového vinutí. Pro ověření mechanické pevnosti vinutí se stroj nabudí na $1,05 U_N$, k měření reaktancí a časových konstant stačí nabuzení na $(0,2-0,3)U_N$.

Postup měření:

po zapojení měřicího obvodu podle schématu na Obr. P3.1 bylo provedeno nastavení ovládacích funkcí na osciloskopu. Pomocí osciloskopu jsou zaznamenány časové průběhy proudů ve všech třech fázích a všechna fázová napětí.

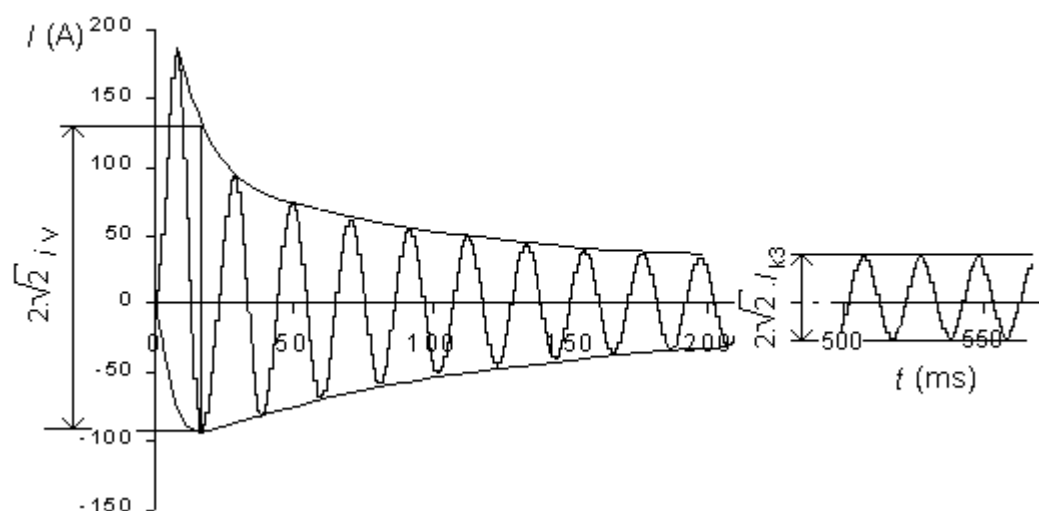
Synchronní generátor je roztočen pomocí poháněcího motoru na synchronní otáčky a nabuzen na statorové napětí U_{1FN} . Je provedeno sepnutí stykače na krátkou dobu (1-2) s, dojde k 3fázovému zkratu na statorovém vinutí. Osciloskop zaznamená časové závislosti proudů a napětí



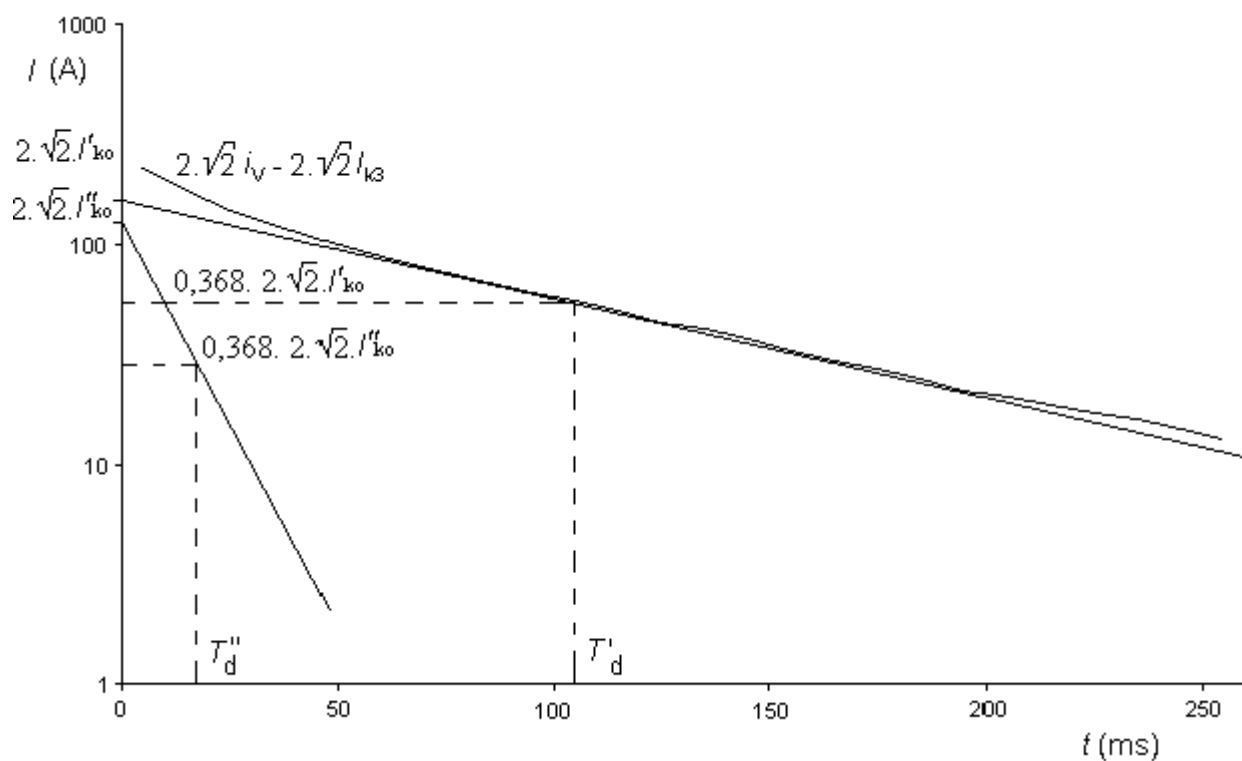
Obr. P3.3 Schéma zapojení pro měření rázové a přechodné reaktance

Použité přístroje:

- 3 x měřicí transformátor proudu METRA TL 20, 5 VA, 50 Hz, TP 0,05 (MTP),
- 3 x odpor 0,1 Ω , 5 W (R),
- Stykač V 13 C, 40 A, 500V~ (KM),
- Osciloskop YOKOHAMA (OSC),
- Multimetr (V).



Obr. P3.4 Časový průběh proudu v případě 3fázového zkratu



Obr. P3.5 Určení reaktancí a časových konstant zkratového proudu fáze W

Na základě naměřených a vypočtených hodnot z předchozích měření je možno získat následující parametry synchronního generátoru:

jmenovitá impedance Z_N

$$Z_N = \frac{U_N}{\sqrt{3} I_N} = \frac{230,9}{18} = 12,83 \Omega \quad (\text{P3.1})$$

synchronní reaktance X_d

$$X_d = X_1 = \frac{U_{3k}}{I_{1FN}} = \frac{337}{18} = 18,72 \Omega \Rightarrow x_d = x_1 = \frac{X_d}{Z_N} = 1,459 \text{ p.j} \quad (\text{P3.2})$$

nulová reaktance generátoru X_0

$$X_0 = \frac{3 \cdot U_{1k} - \sqrt{3} \cdot U_{2k}}{I_{1fN}} = \frac{3 \cdot 143 - \sqrt{3} \cdot 246}{18} = 0,16 \Omega \Rightarrow x_0 = \frac{X_0}{Z_N} = 0,013 \text{ p.j} \quad (\text{P3.3})$$

přechodná reaktance X'_d

$$X'_d = \frac{U_{1fN}}{I_{k3} + I'_{k0}} = \frac{230}{14 + 57,5} = 3,2 \Omega \Rightarrow x'_d = \frac{X'_d}{Z_N} = 0,249 \text{ p.j} \quad (\text{P3.4})$$

rázová reaktance X''_d

$$X''_d = \frac{U_{1fN}}{I_{k3} + I'_{k0} + I''_{k0}} = \frac{230}{14 + 57,5 + 41,2} = 2,04 \Omega \Rightarrow x''_d = \frac{X''_d}{Z_N} = 0,159 \text{ p.j} \quad (\text{P3.5})$$

Přechodná časová konstanta $T'_d = 105 \text{ ms}$,

rázová časová konstanta $T''_d = 15 \text{ ms}$.