Měření na trojfázovém transformátoru naprázdno.

Úkol:

1. Změřte a nakreslete charakteristiky naprázdno trojfázového transformátoru U_{20}, I_0, ΔP_0, cos φ_0 = f (U_1) v rozmezí 400 – 100 V. Zdůvodněte průběh charakteristik U_{20}= f (U_1) (převodová) a ΔP_0 = f (U_1).
2. Určete z grafu proud naprázdno I_0 a ztráty v železe ΔP_{Fe} při jmenovitém napětí U_{1n}.
3. Vypočítejte poměrný proud naprázdno i_0, poměrné ztráty naprázdno Δp_0, měrné ztráty v železe Δp_{Fe} a měrný magnetizační příkon Δq_{Fe}.
4. Nakreslete v měřítku fázorový diagram transformátoru naprázdno při jmenovitém napětí. Určete z něj graficky ztrátový proud I_{Fe} a magnetizační proud I_μ.

Stroje a přístroje:

transformátor 6,3 kVA, 380/130 V
wattmetry elektrodynamické 0,5 – 1 A, 75 – 150 – 300 – 450 V (skříň 6)
ampérmetry feromagnetické 0,2 – 1 – 5 A (5)
voltmetry feromagnetické 250 – 500 V, 130 – 260 V (4)

Návod:

1. Měření provádíme v zapojení se třemi wattmetry. Konce napěťových cívek spojíme do umělé nuly. Z napětí a proudů změřených v různých fázích počítáme aritmetický průměr, ze ztrátových výkonů součet. Převodová charakteristika musí být lineární, ztráty naprázdno rostou s napětím kvadraticky.

2. Proud naprázdno I_0 při jmenovitém napětí zjistíme z grafu I_0 = f (U_1) tak, že na ose U_1 označíme jmenovité napětí U_{1n}, přes proloženou křivku k němu najdeme na ose I_0 odpovídající proud I_0 a označíme ho. Podobně odečteme z grafu ΔP_0 = f (U_1) ztráty naprázdno ΔP_0, které se u transformátorů přibližně rovnají ztrátám v železe ΔP_{Fe}.

3. Poměrný (procentní) proud naprázdno $i_0 = \frac{I_0}{I_{1n}} 100\,(\%)$. Jmenovité proudy vypočítáme ze štítkových údajů, např. $I_{1n} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_{1n}}$. Poměrné (procentní) ztráty naprázdno se vyjadřují ze jmenovitého výkonu: $\Delta p_0 = \frac{\Delta P_0}{S_n} 100\,(\%)$. Obtížnější je výpočet měrných ztrát v železe Δp_{Fe} a měrného magnetizačního příkonu Δq_{Fe}. Potřebujeme totiž znát hmotnost magnetického obvodu transformátoru. Pomocí měřítka zjistíme potřebné rozměry jader i spojek a vypočítáme objem. Vynásobením objemu hustotou železa 7800 kg/m^3 získáme hmotnost magnetického obvodu transformátoru m_{Fe}. Měrné ztráty v železe $\Delta p_{Fe} = \frac{\Delta P_{Fe}}{m_{Fe}}$ (W/kg). Měrný magnetizační příkon $\Delta q_{Fe} = \frac{\Delta Q_{Fe}}{m_{Fe}}$ (var/kg), kde jalový příkon naprázdno ΔQ_{Fe}, potřebný k vytvoření magnetického toku, spočítáme např. $\Delta Q_{Fe} = \sqrt{(\sqrt{3}U_{1n}I_0)^2 - \Delta P_{Fe}{}^2}$.

4. Při kreslení fázorového diagramu volíme vhodně měřítka napětí a proudu. Proud naprázdno I_0, zpožděný o úhel φ_0 za napětím, rozložíme na činnou složku I_{Fe} a jalovou I_μ. Výsledek kontrolujeme výpočtem $I_{Fe} = I_0.\cos\varphi_0$ a $I_\mu = I_0.\sin\varphi_0$.

Záhlaví tabulky:

S_n = ... kVA U_{1n} /U_{2n} = ...V I_{1n} = ... A I_{2n} = ... A

U_{11} (V)	U_{12} (V)	U_{13} (V)	**U_1 (V)**	I_{01} (A)	I_{02} (A)	I_{03} (A)	**I_0 (A)**	ΔP_{01} (W)	ΔP_{02} (W)	ΔP_{03} (W)	**ΔP_0 (W)**	U_{201} (V)	U_{202} (V)	U_{203} (V)	**U_{20} (V)**	**cos φ_0 (-)**

Měření na trojfázovém transformátoru nakrátko.

Úkol:

1. Změřte a nakreslete charakteristiky nakrátko trojfázového transformátoru I_k, ΔP_k, cos φ_k = f (U_1) v rozmezí 100 – 30 % I_{1n}.

2. Určete napětí nakrátko U_k, poměrné (procentní) napětí nakrátko u_k, impedanci nakrátko Z_k a poměrné ztráty nakrátko Δp_k.

3. Nakreslete v měřítku fázorový diagram transformátoru nakrátko při jmenovitém proudu. Určete z něj graficko-početní metodou konstanty náhradního schématu R a X_σ.

Stroje a přístroje:

transformátor 6,3 kVA, 380/130 V
wattmetry elektrodynamické 5 – 10 A, 60 – 120 – 240 V (skříň 5)
ampérmetry feromagnetické 2 – 10 A (5)
voltmetry digitální (5)

Návod:

1. Měření provádíme v Aronově zapojení (trojvodičové zapojení pro měření trojfázových výkonů dvěma wattmetry). Jmenovité proudy vypočítáme ze štítkových údajů, např. $I_{1n} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_{1n}}$. Z napětí a proudů změřených v různých fázích počítáme aritmetický průměr, ze ztrátových výkonů součet.

2. Napětí nakrátko U_k je napětí na vstupu transformátoru nakrátko při průchodu jmenovitého proudu. Zjistíme ho z grafu I_k = f (U_1) tak, že na ose I_k označíme jmenovitý proud I_{1n}, přes proloženou křivku k němu najdeme na ose U_1 odpovídající napětí, což je U_k, a označíme ho.

Procentní napětí nakrátko je napětí nakrátko v procentech ze jmenovitého napětí: $u_k = \frac{U_k}{U_n} 100\ (\%)$

Impedance nakrátko se určí z napětí nakrátko a jmenovitého proudu. Pro zapojení do hvězdy $Z_k = \frac{U_k}{\sqrt{3}I_n}$.

Ztráty nakrátko se rovnají přibližně Jouleovým ztrátám ve vinutí (ztráty v železe lze zanedbat). Závisejí kvadraticky na zatížení (proudu). Poměrné (procentní) ztráty nakrátko Δp_k jsou ztráty nakrátko při jmenovitém proudu ΔP_{kn} vztažené k jmenovitému zdánlivému výkonu S_n (ten se uvádí na štítku): $\Delta p_k = \frac{\Delta P_{kn}}{S_n} 100\ (\%)$. Ztráty nakrátko při jmenovitém proudu ΔP_{kn}, tedy při U_k, určíme z grafu ΔP_k = f (U_1) a označíme je.

3. Při kreslení fázorového diagramu volíme vhodně měřítka napětí a proudu. Diagram napětí nakreslíme pro fázové hodnoty (změřené U_k přepočítáme na U_{kf}). Konstanty R a X_σ určíme vydělením úbytků RI_n a $X_\sigma I_n$ (převedených z centimetrů na volty) jmenovitým proudem I_{1n}.

Záhlaví tabulky:

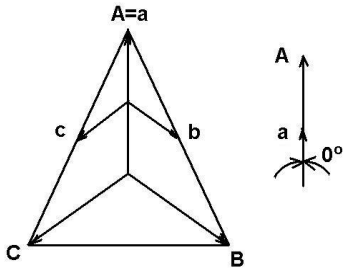
S_n = ... kVA U_{1n} /U_{2n} = ...V I_{1n} = ... A I_{2n} = ... A

U_{12}(V)	U_{23}(V)	U_{13}(V)	**U (V)**	I_{k1}(A)	I_{k2}(A)	I_{k3}(A)	**I_k(A)**	ΔP_{k1}(W)	ΔP_{k2}(W)	**ΔP_k(W)**	**cos φ_k(-)**

Měření hodinových úhlů transformátoru.

Úkol:

1. Proměřte hodinové úhly trojfázového transformátoru v zapojeních podle uvedených schémat.
2. Nakreslete fázorové diagramy všech zapojení a diagram fázorů jedné fáze s vyznačením hodinového úhlu (viz vzor vpravo).



Stroje a přístroje:

transformátor s vyvedenými konci vinutí
digitální voltmetr (skříň 5-4)

Návod:

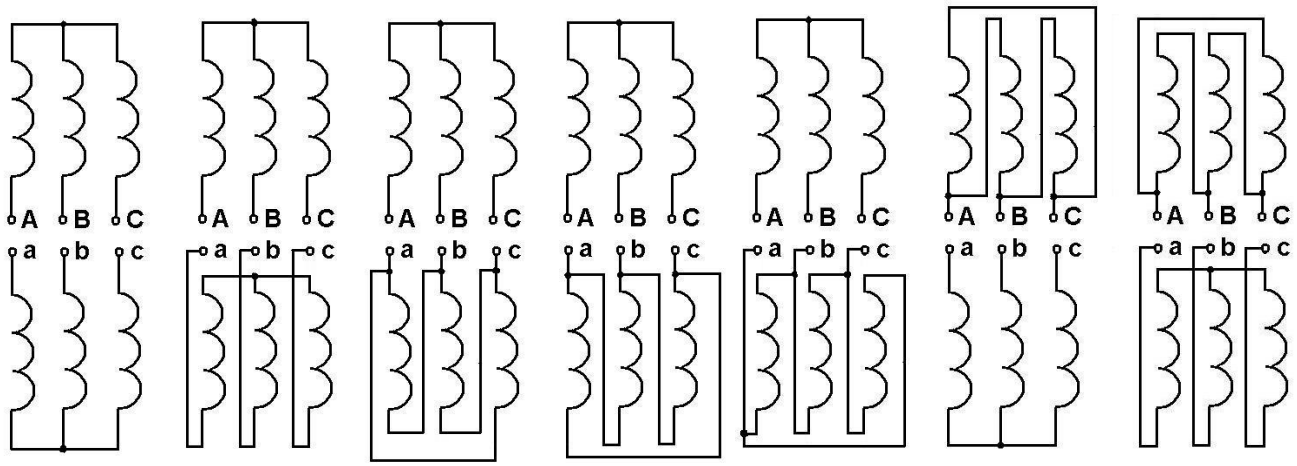
Hodinový úhel trojfázového transformátoru je úhel mezi fázory fázových napětí stejné fáze primárního a sekundárního vinutí uvedený v hodinách, kde 1 h odpovídá 30°. Uvádí se jako zpoždění výstupního napětí za vstupním.
Vinutí může být zapojeno do hvězdy (Y), trojúhelníka (D), popř. lomené hvězdy (Z). Jejich kombinacemi a áměnami začátků vinutí za konce lze dosáhnout většího množství zapojení.

Úkol: Zopakujte si z teorie kreslení fázorových diagramů a určování hodinových úhlů ze schématu. Jako součást domácí přípravy nakreslete fázorové diagramy a určete z nich hodinové úhly sedmi níže uvedených zapojení. Před měřením budou kontrolovány.

Měření provádíme následujícím způsobem: spojíme trvale svorky **Aa** (první fáze primárního a sekundárního vinutí). Propojíme vinutí podle schématu. Připojíme primární (tj. vstupní) vinutí na souměrný trojfázový zdroj napětí, nastavíme asi polovinu U_n a měříme voltmetrem všechna možná napětí, tj. **AB, AC, Ab, Ac, bB, bC, bc, cB, cC, BC.** (Je jasné, že **A = a**.)

Kreslení provedeme v Autocadu nebo ručně.

Fázorové diagramy nakreslíme v určitém měřítku. Zvolíme bod **A = a**, opíšeme např. oblouk **AB**, na něm zvolíme bod **B** a dále postupně zkonstruujeme další body (průsečíky oblouků). Přesnost měření se projeví v tom, zda se příslušné obloučky protínají (alespoň přibližně) v jednom bodě.



Tabulka:

spojení	AB	AC	Ab	Ac	bB	bC	bc	cB	cC	BC
Yy0										
Yy6										
Yd1										
Yd11										
Yd7										
Dy1										
Dy5										

Měření na asynchronním motoru naprázdno.

Úkol:

1. Změřte a nakreslete charakteristiky naprázdno trojfázového asynchronního motoru I_0, ΔP_0, cos φ_0 = f (U) v rozmezí 240 - 60 V v zapojení do trojúhelníka (D).
2. Změřte odpor vinutí motoru v trojúhelníku, vypočítejte průměrný odpor vinutí jedné fáze.
3. Proveďte rozdělení ztrát naprázdno při $U = U_n$ na jednotlivé složky.
4. Určete magnetizační a ztrátový proud při $U = U_n$.
5. Určete poměrný proud naprázdno a porovnejte ho s transformátorem.
6. Změřte skluz naprázdno. Zjistěte, zda otáčky motoru naprázdno závisejí na napětí.
7. Vyzkoušejte chod a rozběh motoru na dvě fáze.

Stroje a přístroje:

asynchronní motor 2,2 kW
wattmetry elektrodynamické 2,5 - 5 A, 60 - 120 - 240 V (skříň 5)
ampérmetry feromagnetické 0,2 - 1 - 5 A (5)
voltmetry digitální (5)
otáčkoměr digitální (6)

Návod:

1. Zkontrolujeme svorkovnici, zda je motor zapojen do trojúhelníka. Měření charakteristik provádíme v Aronově zapojení (trojvodičové zapojení pro měření trojfázových výkonů dvěma wattmetry). Protože cos φ_0 je velmi nízký (menší než 0,5), bude výchylka jednoho z wattmetrů záporná (to vychází z vlastností Aronova zapojení při souměrném zatížení). Přepólujeme tedy jeho proudovou cívku a příslušný výkon odečítáme. Z napětí a proudů změřených v různých fázích počítáme aritmetický průměr, ze ztrátových výkonů součet (tedy vlastně rozdíl výkonů ukazovaných wattmetry).

2. Změříme odpor mezi všemi kombinacemi vývodů motoru (za tepla). Protože je vinutí zapojeno do trojúhelníka, jde vždy o paralelní kombinaci odporu jedné fáze a dvou zbývajících fází v sérii. Průměrný odpor vinutí jedné fáze je $R_{1f} = 1,5\dfrac{R_{12}+R_{13}+R_{23}}{3}$ (*vysvětlete proč!*).

3. Rozdělení ztrát naprázdno ΔP_0 se provede v grafu. Od ΔP_0 (při U_n) odečteme mechanické ztráty ΔP_m, které vytne na (svislé) ose ztrát prodloužená křivka ΔP_0 = f (U) – je to parabola, protože ΔP_0 závisejí kvadraticky na napětí. Předpokládá se, že mechanické ztráty nezávisejí na napětí. Dále odečteme od ΔP_0 Jouleovy ztráty ve statoru ΔP_{j1}, které spočítáme $\Delta P_{j1} = R_{1f}.I_0^2$ (*vysvětlete vztah!*). Jouleovy ztráty v rotoru zanedbáme, takže zbytek do celkových ztrát naprázdno ΔP_0 jsou ztráty v železe ΔP_{Fe}.

4. Magnetizační proud je jalová složka proudu naprázdno, proto $I_\mu = I_0.\sin\varphi_0$. Je poměrně velký, protože magnetický tok musí dvakrát překonat vzduchovou mezeru a proto musí být velké F_m. Ztrátový proud je činná složka proudu naprázdno: $I_{Fe} = I_0.\cos\varphi_0$. Slouží k pokrytí ztrát v železe a je mnohem menší. Obě veličiny potřebné pro výpočet (I_0 a cos φ_0 při U_n) určíme z grafu (*a vyznačíme je tam*).

5. Poměrný (procentní) proud naprázdno je $i_0 = \dfrac{I_0}{I_n}100\,(\%)$. Činí několik desítek procent a je mnohem větší než u transformátoru (*proč?*).

6. Otáčky naprázdno změříme digitálním otáčkoměrem s vysokou přesností. Jsou téměř synchronní (skluz naprázdno $s_0 = \dfrac{n_s - n_0}{n_s}100\,(\%)$ se blíží k nule) a prakticky nezávisejí na napětí.

7. Motor se udrží v chodu na dvě fáze (jde však o poruchový stav), ale nerozeběhne se (*vysvětlete teoreticky!*).

Záhlaví tabulky:

P_n = ... kW U_n = ...V I_n = ... A

U_1(V)	U_2(V)	U_3(V)	**U(V)**	I_{01}(A)	I_{02}(A)	I_{03}(A)	**I_0(A)**	ΔP_{01}(W)	ΔP_{02}(W)	**ΔP_0(W)**	**cos φ_0(-)**

Měření na asynchronním motoru nakrátko.

Úkol:

1. Změřte a nakreslete charakteristiky nakrátko trojfázového asynchronního motoru I_k, ΔP_k, cos φ_k = f (U) do maximálního proudu $I_k = 1{,}5\, I_n$ v zapojení do hvězdy (Y).
2. Určete záběrný proud motoru I_z a poměrný záběrný proud i_z.
3. Z přírůstku odporu vinutí určete oteplení $\Delta\vartheta$.
4. Nakreslete v měřítku fázorový diagram asynchronního motoru nakrátko při jmenovitém proudu. Určete z něj graficko-početní metodou konstanty náhradního schématu R a X_σ.

Stroje a přístroje:

asynchronní motor 2,2 kW
wattmetry elektrodynamické 5 - 10 A, 60 - 120 - 240 V (skříň 5)
ampérmetry feromagnetické 2 - 10 A (5)
voltmetry digitální (5)

Návod:

1. Zkontrolujeme svorkovnici, zda je motor zapojen do hvězdy. Měření charakteristik provádíme v Aronově zapojení (trojvodičové zapojení pro měření trojfázových výkonů dvěma wattmetry). Protože cos φ_k se pohybuje kolem 0,5, je výchylka jednoho z wattmetrů velmi malá (to vychází z vlastností Aronova zapojení při souměrném zatížení). Jmenovitý proud I_{1n} najdeme na štítku motoru. Z napětí a proudů změřených v různých fázích počítáme aritmetický průměr, ze ztrátových výkonů součet.

2. Záběrný proud motoru určíme (zjednodušeně) lineárním přepočtem proudu nakrátko při sníženém napětí (nejlépe I_n při U_k) na jmenovité napětí. Napětí nakrátko U_k zjistíme z grafu tak, že určíme *(a označíme)* na křivce I_k = f (U) napětí (na vodorovné ose) odpovídající proudu $I_k = I_n$ (na svislé ose). Záběrný proud je pak $I_z = I_n \dfrac{U_n}{U_k}$. Poměrný záběrný proud je $i_z = \dfrac{I_z}{I_n}$. Pro motory s kotvou nakrátko bývá kolem 5.

Rozdělení ztrát nakrátko ΔP_k by bylo z výsledků tohoto měření obtížné a nebudeme se jím proto zabývat.

3. Pro určení oteplení motoru z přírůstku odporu vinutí musíme změřit odpor libovolných dvou fází za studena (před zahájením měření) a stejných fází za tepla (po skončení měření charakteristik). Pak použijeme známý vztah pro změnu odporu vodiče při změně teploty $R_2 = R_1\,(1 + \alpha.\Delta\vartheta)$, z něhož vyjádříme oteplení $\Delta\vartheta$. Teplotní součinitel odporu pro měď je $\alpha = 0{,}0042\ K^{-1}$.

4. Při kreslení fázorového diagramu volíme vhodně měřítka napětí a proudu. Diagram napětí nakreslíme pro fázové hodnoty (změřené U_k přepočítáme na U_{kf}). Konstanty R a X_σ určíme vydělením úbytků RI_n a $X_\sigma I_n$ (převedených z centimetrů na volty) jmenovitým proudem I_{1n}.

Záhlaví tabulky:

P_n = ... kW U_n = ...V I_n = ... A

U_{12}(V)	U_{23}(V)	U_{13}(V)	**U(V)**	I_{k1}(A)	I_{k2}(A)	I_{k3}(A)	**I_k(A)**	ΔP_{k1}(W)	ΔP_{k2}(W)	**ΔP_k(W)**	**cos φ_k(-)**

Zatěžování asynchronního motoru.

Úkol

1. Změřte a nakreslete zatěžovací charakteristiky trojfázového asynchronního motoru I, P_p, cos φ, η, M, $s = f(P/P_n)$ při $U = U_n$.
2. Změřte momentovou charakteristiku $n = f(M)$ a závislost $n = f(I)$ při sníženém napětí U'. Obě charakteristiky přepočítejte na U_n a takto je znázorněte graficky.

Stroje a přístroje:

asynchronní motor 2,2 kW
dynamometr
regulační transformátor
digitální multimetr (skříň 5)
otáčkoměr (6)

Návod:

1. Zatěžování motoru se provádí do náhradní mechanické zátěže – dynamometru, který vytváří zátěžný moment. Motor napájíme z regulovatelného zdroje – natáčivého transformátoru. Pro měření elektrických veličin použijeme digitální multimetr zapojený přes měřicí transformátory proudu. Měření se provádí při jmenovitém napětí, nejprve však je nutno při sníženém napětí (a vypnutém dynamometru) zkontrolovat směr otáčení motoru – musí být stejný jako nastavený směr otáčení dynamometru. Soustrojí uvedeme do pohybu tak, že roztočíme dynamometr na přibližně synchronní otáčky motoru, pak připojíme motor k síti a nastavíme jmenovité napětí. Snižováním otáček dynamometru zvětšujeme zatížení motoru a naopak. Měření zahájíme při maximálním zatížení motoru (asi 125% jmenovitého zatížení) a postupně motor odlehčujeme. Měříme příkon, proudy, udržujeme jmenovité napětí (vše na digitálním multimetru). Dále měříme otáčky (digitální otáčkoměr) a moment (na váze dynamometru). (Váha ukazuje ve starých jednotkách – kpm, údaj je nutno převést na Nm vynásobením 9,81.) Z naměřených hodnot vypočítáme účiník $\cos\varphi = \frac{P_p}{\sqrt{3}UI}$ *(proč se počítá z příkonu?)*, výkon motoru $P = M\omega = M\frac{n}{9{,}55}$ *(jaký je vztah mezi ω a n?)*, skluz a účinnost *(jak?)*.
2. Momentovou charakteristiku měříme v celém motorickém režimu (od 0 do n_s), musíme tedy měřit při sníženém napětí *(proč?)*. Měříme od nulových otáček k synchronním, abychom motor postupně odlehčovali. Snažíme se najít moment zvratu. Naměřené hodnoty přepočteme na jmenovité napětí – proud lineárně $I = I'\frac{U_n}{U'}$ a moment kvadraticky $M = M'\left(\frac{U_n}{U'}\right)^2$. Získaný tvar charakteristik porovnáme s teoretickými průběhy.

Záhlaví tabulky:

P_n = ... kW U_n = ...V I_n = ... A zapojení .....

P_p (W)	**M (Nm)**	**n (1/min)**	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	**I (A)**	**cos φ (-)**	**P (W)**	**P/P_n (-)**	**s (%)**	**η (%)**

U' = ... V

n (1/min)	M' (Nm)	**M (Nm)**	I'_1 (A)	I'_2 (A)	I'_3 (A)	I' (A)	**I (A)**

Měření na synchronním generátoru naprázdno a nakrátko.

Úkol:

1. Změřte a graficky znázorněte charakteristiky naprázdno $U_0 = f(I_b)$ synchronního generátoru při $f = 24$ Hz a $f = 50$ Hz. Proměřte obě větve charakteristik, do grafu vyneste střední hodnoty. Z důvodu velkého množství údajů zapisujte přímo průměr všech tří sdružených napětí.
2. Změřte a graficky znázorněte charakteristiky nakrátko $I_k = f(I_b)$ synchronního generátoru pro trojpólové, dvojpólové a jednopólové spojení dokrátka.
3. Zjistěte, zda průběh charakteristik nakrátko závisí na otáčkách stroje. Vypočítejte synchronní reaktanci generátoru (za vámi zvolených podmínek).

Stroje a přístroje:

soustrojí komutátorový motor - synchronní generátor
zdroj 40 V (budič) zabudovaný v panelu
stejnosměrný ampérmetr (skříň 5)
voltmetry digitální (5)
ampérmetry feromagnetické 2 - 10 A (5)
posuvný rezistor 6,7 Ω (8)

Návod:

Synchronní generátor je poháněn komutátorovým motorem Schrage, u něhož lze nastavit žádané otáčky. Generátor je nabuzen ze stejnosměrného zdroje.

1. Při zkoušce naprázdno měříme charakteristiku naprázdno $U_{ib} = U_0 = f(I_b)$. Ta připomíná úzkou hysterezní smyčku – má dvě větve, protože část magnetického obvodu generátoru (železo rotoru) je magnetována stejnosměrně a projevuje se tudíž hystereze. Měříme nejprve při frekvenci 24 Hz (nejnižší otáčky soustrojí). Změříme remanentní napětí (při vypnutém budiči), pak zvyšujeme budicí proud (např. po 0,5 A) – pozor, nesmíme se vracet! Po dosažení maximálního budicího proudu (např. 4 A) ho zase snižujeme. Poslední změřená hodnota je opět při vypnutém budiči ($I_b = 0$). Totéž měření provedeme při frekvenci 50 Hz (střední otáčky soustrojí). Do grafu vyneseme střední hodnoty napětí naprázdno získané při zvyšování a snižování I_b. Z důvodu velkého množství údajů zapisujeme do tabulky při měření vždy jen průměr ze tří sdružených napětí naprázdno, která se ostatně prakticky shodují.
2. Při zkoušce nakrátko měříme při $f = 24$ Hz charakteristiku nakrátko $I_k = f(I_b)$. Protože je generátor v ustáleném chodu nakrátko nenasycen *(proč?)*, je charakteristika nakrátko přímková. Též hystereze se neprojevuje (jedna větev). Měříme charakteristiky souměrného (trojpólového), dvojpólového a jednopólového spojení dokrátka. Změříme proud nakrátko nejprve bez buzení a pak charakteristiku nakrátko (jen při zvyšování I_b) až do I_n kotvy generátoru (asi 10 A).
3. Po skončení měření nakrátko vyzkoušíme změnit otáčky soustrojí a pozorujeme proud nakrátko. Ten se prakticky nemění. To proto, že je omezován synchronní reaktancí generátoru, která závisí stejně jako indukované napětí lineárně na otáčkách (frekvenci), takže jejich podíl na otáčkách nezávisí: $I_k = \dfrac{U_0}{\sqrt{3}X_d}$.

   Synchronní reaktanci spočítáme podle předchozího vztahu. Protože to je veličina závislá na frekvenci i sycení stroje, musíme ji určit při zvolených hodnotách I_b i f.

Záhlaví tabulek:

P_n = ... kW f = 24 Hz U_n = ...V I_n = ... A I_b = ... A

P_n = ... kW f = 50 Hz U_n = ...V I_n = ... A I_b = ... A

Zkouška naprázdno, f =24 Hz

I_b (A)	$U_0\uparrow$ (V)	$U_0\downarrow$ (V)	U_0 (V)

Zkouška naprázdno, f =50 Hz

I_b (A)	$U_0\uparrow$ (V)	$U_0\downarrow$ (V)	U_0 (V)

Zkouška nakrátko

I_b (A)	I_{k31} (A)	I_{k32} (A)	I_{k33} (A)	I_{k3} (A)	I_b (A)	I_{k2} (A)	I_b (A)	I_{k1} (A)

Fázování a měření V-křivek synchronního generátoru.

Úkol:

1. Přifázujte synchronní generátor na tvrdou síť.
2. Změřte tři V-křivky při libovolném P = konst a znázorněte je graficky. Graf doplňte křivkou cos $\varphi = 1$.

Stroje a přístroje:

soustrojí komutátorový motor - synchronní generátor
zdroj 40 V (budič) zabudovaný v panelu
posuvný rezistor 6,7 Ω (skříň 8)
ampérmetr (5)
přenosná měřící souprava
dva kmitoměry (6)
synchronoskop (6)
měřič sledu fází (6)
feromagnetický voltmetr 250 - 500 V (4)
stykač s dvojtlačítkem (6)

Návod:

Synchronní generátor je poháněn komutátorovým motorem Schrage, u něhož lze nastavit žádané otáčky. Generátor je nabuzen ze stejnosměrného zdroje.

1. Nakreslíme si schéma zapojení, které je poněkud složité. Na výstupu generátoru je přenosná měřicí souprava k měření napětí stroje, proudu a výkonu. Následuje stykač ovládaný dvojtlačítkem, na jehož opačné straně je trojfázová síť. Na stranu generátoru zapojíme ještě kmitoměr a synchronoskop, na stranu sítě voltmetr, druhý kmitoměr a synchronoskop. Dbáme na správné zapojení fází a vývodů synchronoskopu.
   Po zapojení zapneme síť, roztočíme generátor na synchronní otáčky, nabudíme ho I_b = 4 A a zkontrolujeme čtyři podmínky fázování: frekvenci korigujeme otáčkami generátoru, napětí budicím proudem, sled fází sítě i generátoru zkontrolujeme měřičem sledu fází. Nyní sledujeme ručku synchronoskopu, která se pomalu pohybuje (frekvence sítě a generátoru se nepatrně liší). Jemným nastavením otáček stroje ručním kolečkem na komutátorovém motoru se snažíme nastavit stejnou fázi napětí sítě a generátoru, tj. zastavit ručku synchronoskopu na značce panelu. Pak přifázujeme stroj k síti stisknutím zapínacího tlačítka stykače.
2. Po přifázování stroje běží síť i generátor synchronně, činný i jalový výkon je nulový. Výkonem poháněcího motoru můžeme měnit činný výkon dodávaný generátorem do sítě, budicím proudem generátoru pak jeho jalový výkon. V-křivky jsou závislosti proudu kotvy na budicím proudu $I = f(I_b)$ při konstantním činném výkonu P = konst. Svůj název dostaly podle svého tvaru. Podbuzený stroj odebírá jalový výkon ze sítě, přebuzený stroj dodává jalový výkon do sítě. Celkový proud je v obou případech tím větší, čím větší je podbuzení či přebuzení. Pouze je-li cos $\varphi = 1$, je jalová složka proudu nulová a celkový proud je minimální.
   Měříme tři V-křivky tak, že vždy nastavíme konstantní činný výkon stroje, přebudíme generátor (asi na I_b = 6 A) a postupně ho odbuzujeme (asi do I_b = 1 A).

Záhlaví tabulky:

P_n = ... kW U_n = ...V I_n = ... A

P (kW)	**I_b (A)**	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	**I (A)**
0					