

Ćwiczenie Nr 5a
BADANIE MAKROMODELU SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO
 Autor: S. Osowski

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zbadanie zachowania się makromodelu dynamicznego systemu elektroenergetycznego przy zmianach obciążenia. Badaniu podlega model systemu z pojedynczym generatorem oraz współpraca równoległa dwu generatorów.

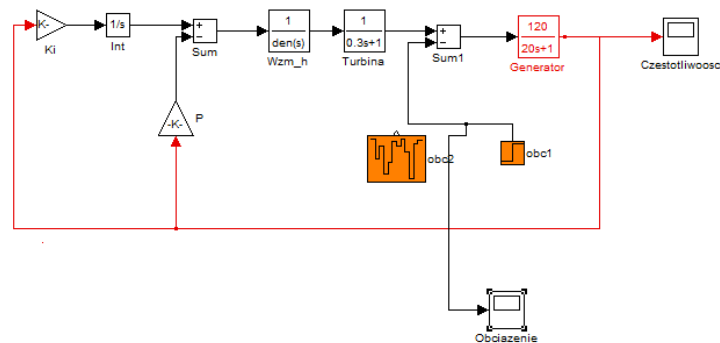
Zmienną wyjściową w obu systemach jest zmiana częstotliwości wywołana obciążeniem i proces jej automatycznego doregulowania poprzez układ regulacji.

2. Dane systemu podlegającego symulacji

2.1. Pojedynczy układ generatora

Badaniu podlega zlinearyzowany makromodel systemu elektroenergetycznego składającego się z generatora, turbiny, wzmacniacza hydraulicznego oraz układu automatycznej regulacji częstotliwości, przedstawiony na wykładzie.

Schemat modelu pojedynczej jednostki generującej pracującej na obciążenie elektryczne przedstawiony jest na rys. 1.



Rysunek 1: Makromodel systemu z jednym generatorem

Parametry modelu dotyczą jednostki 1000MW i są określone w punkcie znamionowym pracy. W badaniach przyjmij liniowe modele wzmacniacza hydraulicznego, turbiny i generatora o postaci:

$$G_h(s) = \frac{K_h}{1 + sT_h}, \quad G_t(s) = \frac{K_t}{1 + sT_t}, \quad G_g(s) = \frac{K_g}{1 + sT_g}, \quad P = \frac{1}{R}$$

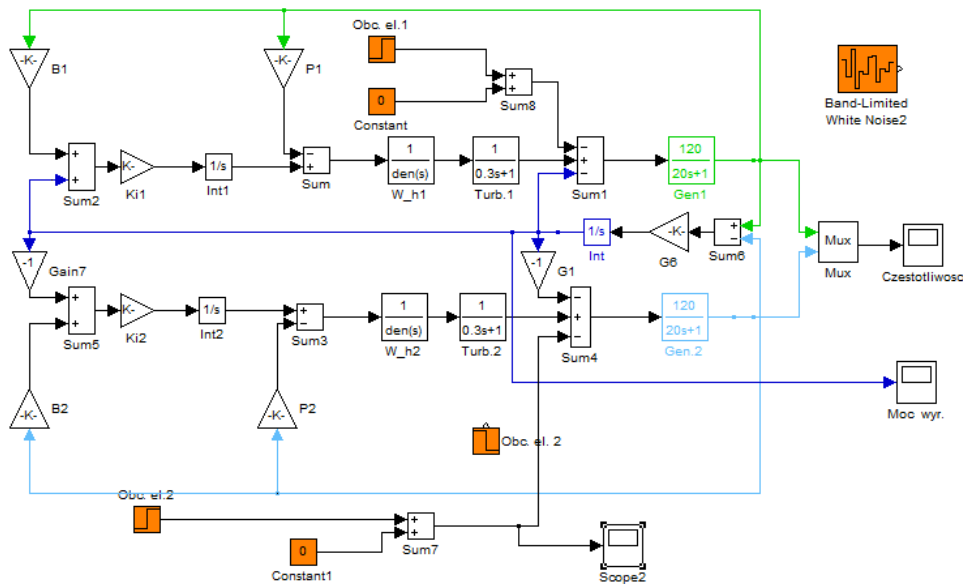
przy znormalizowanych wartościach parametrów równych:

$$K_h = K_t = 1.0, \quad K_g = 120, \quad T_h = 80\text{ms}, \quad T_t = 0.3\text{s}, \quad T_g = 20\text{s}, \quad R = 2.4$$

2.2. Współpraca dwu generatorów

Przy współpracy dwu generatorów i nagłej zmianie obciążenia w jednym systemie, następuje przepływ mocy z jednej jednostki generacyjnej do drugiej Δp_{12} lub Δp_{21} ułatwiający zaadaptowanie się systemu do nowych warunków obciążenia.

Schemat układu modelującego współpracę dwu jednostek o strukturze z rys. 1 przy wykorzystaniu programu Simulink przedstawia rys.2.



Rysunek 2: Makromodel systemu złożonego z dwu jednostek współpracujących ze sobą

Parametry modeli obu jednostek generatora są identyczne jak poprzednio. Dodatkowe parametry B_1 i B_2 przyjęć równe $B_1 = B_2 = 0.425$, natomiast parametr G_6 w torze sprzężenia, uzależniający transformacje różnicy kątowej wałów obu generatorów na moc wyrównawcza systemu przyjęć równy $2\pi 0.0707$.

3. Program badań

Badaniu podlegają układy regulacji częstotliwości pojedynczego układu generatora oraz dwu generatorów pracujących na obciążenia własne, jak to przedstawiono na rys. 1 i 2 (plik power1.mdl oraz power2.mdl w katalogu z : \kma\spd)

1. Dla układu z rys.1 (plik **power1.mdl**) należy zbadać procesy dynamiczne przy skokowej zmianie obciążenia elektrycznego w zakresie od 0 do 1 wartości znamionowych i istnieniu pętli automatycznej regulacji częstotliwości. Przy założeniu ustalonej wartości skoku obciążenia (np. od 0 do 1) zbadać przebieg częstotliwości w systemie przy różnych wartościach stałej K_i członu całkującego, w szczególności przy $K_i = 0$, co odpowiada brakowi sprzężenia. Określić optymalną wartość K_i . Wyniki w postaci czasu ustalenia się odpowiedzi układu T_{ust} oraz wartości maksymalnych zmian częstotliwości $\max(\Delta f)$ zanotować w tabeli 1.

Tabela 1 Zmiany czasu trwania stanu nieustalonego i wahan max częstotliwości w funkcji K_i

K_i	0							-0.8
T_{ust}								
$\max(\Delta f)$								

2. Dla układu z rys. 2 (plik **power2.mdl**) należy zbadać procesy dynamiczne przy skokowej zmianie obciążenia 1 oraz obciążenia 2 (np. 10%, 20%, 30%, 50%) i istnieniu pętli automatycznej regulacji częstotliwości o optymalnej wartości K_i . Najpierw zbadać wpływ zmian obciążenia systemu 1 (bez zmian w obciążeniu 2), następnie systemu 2 (bez zmian w obciążeniu 1), a na końcu obu jednocześnie przy równych i różnych wartościach skoku. Skumulowane zmiany obciążenia w obu systemach przeprowadzić przy założeniu zmian w jednej chwili czasowej oraz zmian przesuniętych w czasie. Wyniki w postaci maksymalnej zmiany częstotliwości $\max(\Delta f)$ oraz czasu trwania stanu nieustalonego w systemie zanotować w tabeli 2, 3, 4.

Tabela 2 Zmiany czasu trwania stanu nieustalonego i wahan max częstotliwości w funkcji zmian obciążenia ΔP_1 przy optymalnej wartości K_i

ΔP_1	0.1	0.2	0.5	0.8	1	1.5	2
T_{ust}							
$\max(\Delta f)$							

Tabela 3 Zmiany czasu trwania stanu nieustalonego i wahań max częstotliwości w funkcji zmian obciążenia ΔP_2 przy optymalnej wartości K_i

ΔP_2	0.1	0.2	0.5	0.8	1	1.5	2
T_{ust}							
$\max(\Delta f)$							

Tabela 4 Zmiany czasu trwania stanu nieustalonego i wahań max częstotliwości w funkcji jednoczesnych zmian obciążenia ΔP_1 i ΔP_2 przy optymalnej wartości K_i

ΔP_1	0.1	0.2	0.5	0.8	1	1.5	1
ΔP_2	0.5	0.2	0.1	0.8	0.8	0.4	2
T_{ust}							
$\max(\Delta f)$							
Przepływ mocy (wpisać 1->2 lub 2->1)							

Zarejestrować dla potrzeb sprawozdania jeden wybrany przypadek z tabeli 4 (zmiany częstotliwości i przepływ mocy).

- Przeprowadzić symulację przebiegów mocy wyrównawczej i zmian częstotliwości przy $K_i = 0$ (brak toru regulacji częstotliwości) i zmianie obciążenia obu systemów jednocześnie.
- Przeprowadzić symulację zmian losowych obciążenia (5 kolejnych zmian) zachodzących w systemie. Wykorzystać blok *Band-Limited White Noise*. Zarejestrować (do sprawozdania) zmianę częstotliwości w obu systemach oraz przepływ mocy wyrównawczej Δp_{12}
- Dokonać dyskusji wyników symulacji i wyjaśnienia przepływu mocy wyrównawczej przy różnych stanach obciążenia obu systemów. Zwrócić uwagę na przebieg mocy wyrównawczej przy $K_i = 0$ (brak toru regulacji częstotliwości).

Wyniki zapisane w tabelach należy zaprezentować w formie wykresów.