

УДК 621.311.1

В.С. Коновал, О.І. Скрипник, Я.Д. Пришляк
 Національний університет "Львівська політехніка",
 кафедра електричних мереж та систем

ПРОБЛЕМА ЗБІЛЬШЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОСИЛЕННЯ КАНАЛУ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ АРЗ СД

© Коновал В.С., Скрипник О.І., Пришляк Я.Д., 2003

Розглянуто спосіб збільшення коефіцієнта посилення каналу відхилення напруги АРЗ СД введенням інерційно-диференційної ланки та досліджено її вплив на статичну стійкість енергосистеми.

The way of increase of factor of amplification on the channel of a deviation of a pressure of automatic excitation controller by introduction of an inertial-differential link is considered and its influence on static stability of power system is investigated.

Постановка проблеми

Як відомо, автоматичне регулювання збудження синхронних машин має важливе значення для забезпечення статичної, динамічної та результуючої стійкостей. Основними регуляторами на сьогодні є регулятори збудження сильної дії (АРЗ СД). У вітчизняних пристроях максимальне значення коефіцієнта посилення каналу відхилення напруги K_{OU} (основного каналу регулювання), зараховане до номінального струму збудження генератора, дорівнює 50 одиниць. У той же час, у закордонних аналогах регуляторів збудження коефіцієнт посилення K_{OU} є значно більший і становить, в тих самих відносних одиницях, 400–600 одиниць. Тобто він більший від вітчизняного у 8–12 разів.

Аналіз останніх досліджень

Останніми роками в Санкт-Петербурзі були запропоновані нові типи автоматичних регуляторів збудження сильної дії (АРЗ СД) [1], в яких коефіцієнт посилення за відхиленням напруги K_{OU} є нелінійним і в усталених режимах становить 200 одиниць, а в перехідних режимах рекомендувалось 20 одиниць. Як це здійснювалось, інформації немає.

Постановка завдання

Метою роботи є спроба збільшити коефіцієнт посилення каналу відхилення напруги типового АРЗ СД до значень 400–600 одиниць, що буде відповідати закордонним аналогам регуляторів збудження.

Виклад основного матеріалу

Одним із способів збільшити значення коефіцієнта посилення каналу відхилення напруги, на наш погляд, є введення в канал відхилення напруги АРЗ СД інерційно-диференційної ланки (рис. 1).

Аналіз статичної стійкості найбільш зручно проводити за ковзанням генератора s та областями D -розбиття – загальними областями стійкості. Такі можливості дає програмно-обчислювальний комплекс ДАКАР [2, 3].

Визначення загальної області стійкості для розрахункових режимів будемо здійснювати для коефіцієнтів стабілізації АРЗ СД K_{Of} та K_{If} , де K_{Of} – коефіцієнт посилення за відхиленням частоти напруги від її усередненого значення; K_{If} – коефіцієнт посилення за похідною частоти напруги. Саме ці коефіцієнти визначають коливну стійкість чи нестійкість ЕЕС.

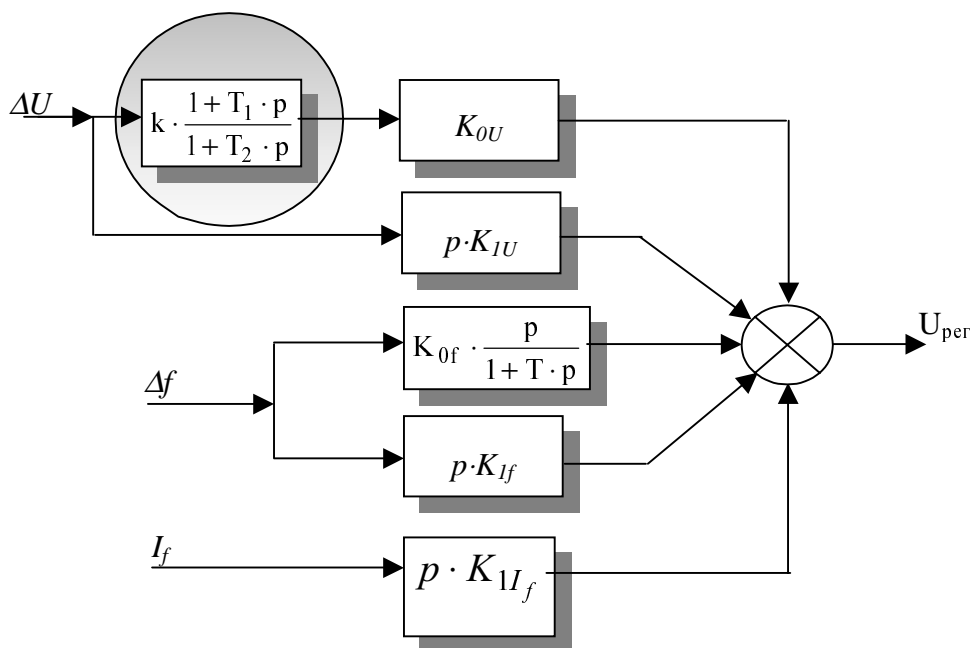


Рис. 1. Блок-схема АРЗ СД з уведеною інерційно-диференційною ланкою

Поступово збільшуємо в АРЗ СД коефіцієнт посилення K_{OU} та спостерігаємо як змінюється ковзання і області D-розбиття від цього (рис. 2 і 3).

Як бачимо стійкість системи від збільшення K_{OU} погіршується: коливний процес має незатухаючий характер – крива 3 (рис. 2), а область стійкості ледь-ледь захоплює область налаштування коефіцієнтів стабілізації АРЗ СД – крива 3 (рис. 3).

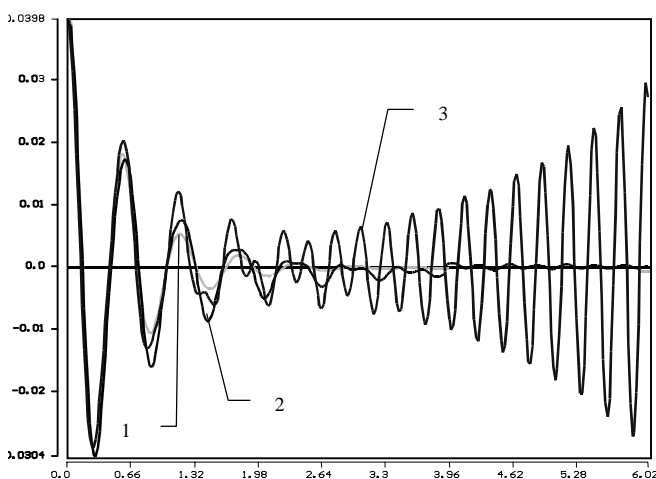


Рис. 2. Зміна ковзання s в часі:
1 – $K_{OU} = 50$; 2 – $K_{OU} = 100$; 3 – $K_{OU} = 150$

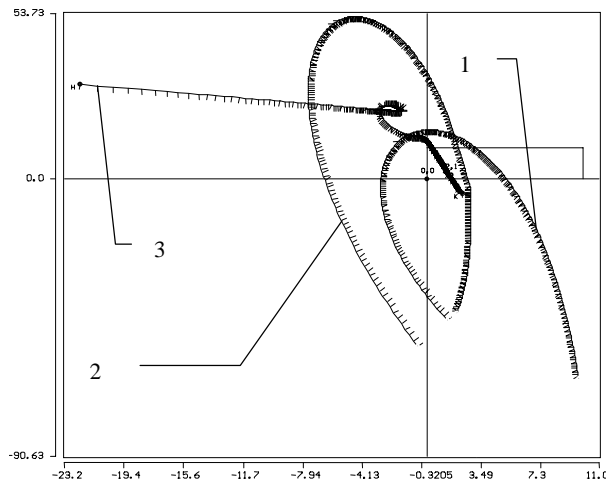


Рис. 3. Области D-розбиття:
1 – $K_{OU} = 50$; 2 – $K_{OU} = 100$; 3 – $K_{OU} = 150$

Введемо інерційно-диференційну ланку в АРЗ СД та дослідимо її вплив на статичну стійкість енергосистеми. Насамперед спробуємо з'ясувати, які значення T_1 і T_2 повинна мати ця ланка. Те, що співвідношення $(T_1/T_2) < 1$ ефективніше, ніж $(T_1/T_2) > 1$ було вже доведено раніше і є відоме.

Змінимо T_1/T_2 від 0.1 до 1 (рис. 4 і 5).

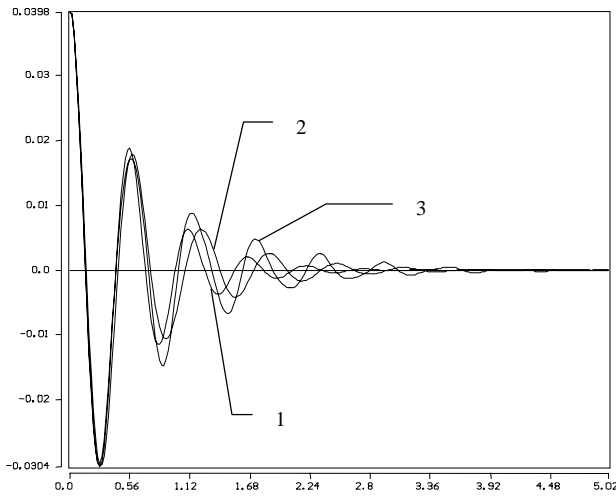


Рис. 4. Зміна ковзання s в часі для $K_{0U}=100$:
1 – $T_1=1$ і $T_2=10$; 2 – $T_1=5$ і $T_2=10$;
3 – $T_1=10$ і $T_2=10$

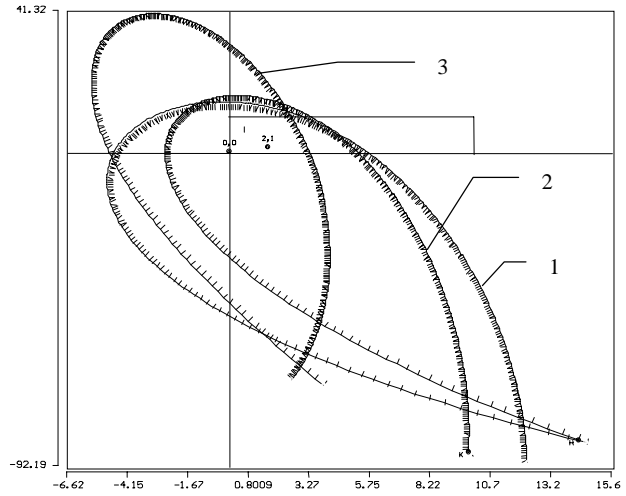


Рис. 5. Области D -розбиття для $K_{0U}=100$:
1 – $T_1=1$ і $T_2=10$; 2 – $T_1=5$ і $T_2=10$;
3 – $T_1=10$ і $T_2=10$

З вищенаведеного видно, що в разі збільшення співвідношення T_1/T_2 навіть в таких малих межах, коливний процес затухає повільніше, а область стійкості, що є обмежена областю D -розбиття, зменшується в напрямку області налаштування коефіцієнтів стабілізації АРЗ СД. Очевидно, що співвідношення T_1/T_2 потрібно зменшувати. Тому розглянемо як змінюється ковзання s в часі та область D -розбиття під час зменшення співвідношення T_1/T_2 (рис. 6 і 7).

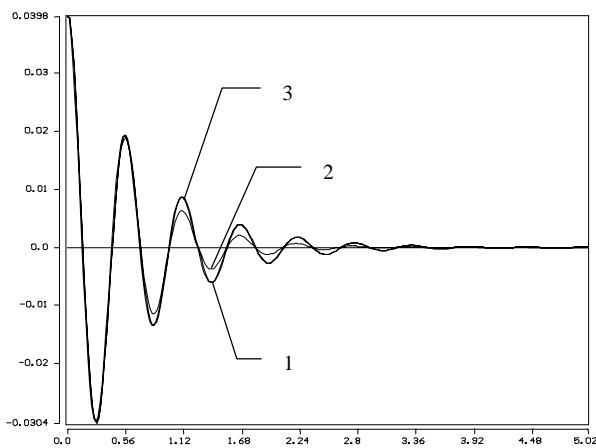


Рис. 6. Зміна ковзання s в часі для $K_{0U}=100$:
1 – $T_1=1$ і $T_2=10$; 2 – $T_1=1$ і $T_2=100$;
3 – $T_1=1$ і $T_2=1000$

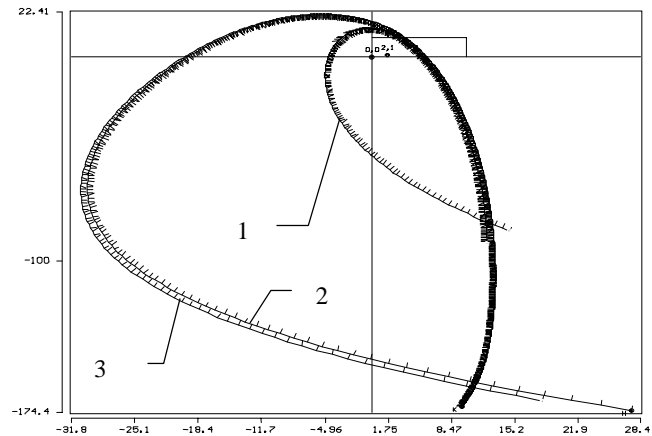


Рис. 7. Области D -розбиття для $K_{0U}=100$:
1 – $T_1=1$ і $T_2=10$; 2 – $T_1=1$ і $T_2=100$;
3 – $T_1=1$ і $T_2=1000$

Як бачимо, найкращим співвідношенням T_1/T_2 є $T_1=1$ і $T_2=100$ – криві 2 (рис. 6 і 7). Тому далі зменшувати співвідношення T_1/T_2 немає сенсу. Це співвідношення T_1/T_2 ($T_1=1$ і $T_2=100$) зберігаємо як базове.

Розглянемо як буде змінюватися ковзання s в часі та області D -розбиття у разі збільшення коефіцієнта посилення K_{0U} і співвідношенні (T_1/T_2): $T_1=1$ і $T_2=100$ (рис. 8, 9).

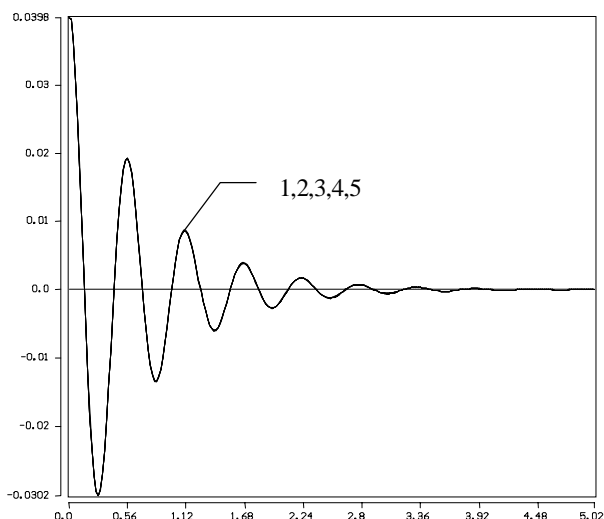


Рис. 8. Зміна ковзання s в часі для $T_1=1$ і $T_2=100$:
1 – $K_{0U}=100$; 2 – $K_{0U}=200$; 3 – $K_{0U}=300$;
4 – $K_{0U}=400$; 5 – $K_{0U}=500$

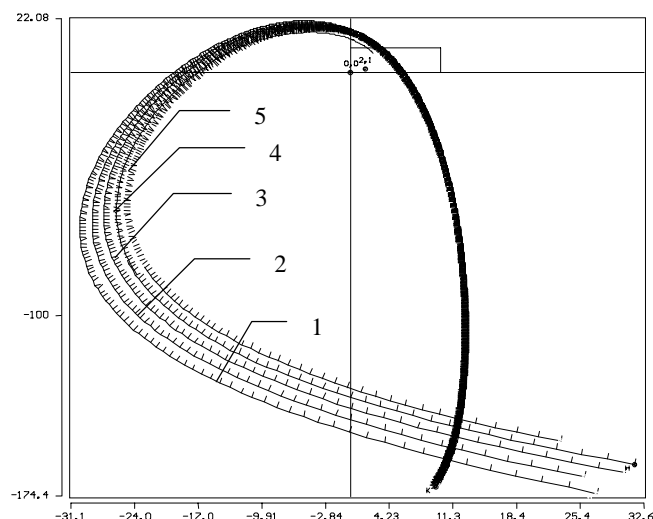


Рис. 9. Области D -розбиття для $T_1=1$ і $T_2=100$:
1 – $K_{0U}=100$; 2 – $K_{0U}=200$; 3 – $K_{0U}=300$;
4 – $K_{0U}=400$; 5 – $K_{0U}=500$

Не важко зауважити, що збільшення коефіцієнта підсилення K_{0U} в таких межах, ніяк не впливає на зміну ковзання s в часі та область D -розбиття, а отже, і на статичну стійкість енергосистеми.

Вплив АРЗ СД на статичну стійкість складної схеми

Спробуємо покращити статичну стійкість режиму роботи генераторів Бурштинської ТЕС схеми «Бурштинського острова» (рис. 10), що виділені на паралельну роботу з енергосистемами Румунії, Угорщини та Словачії. Конфігурація даної мережі характеризується довгими міжсистемними зв'язками.

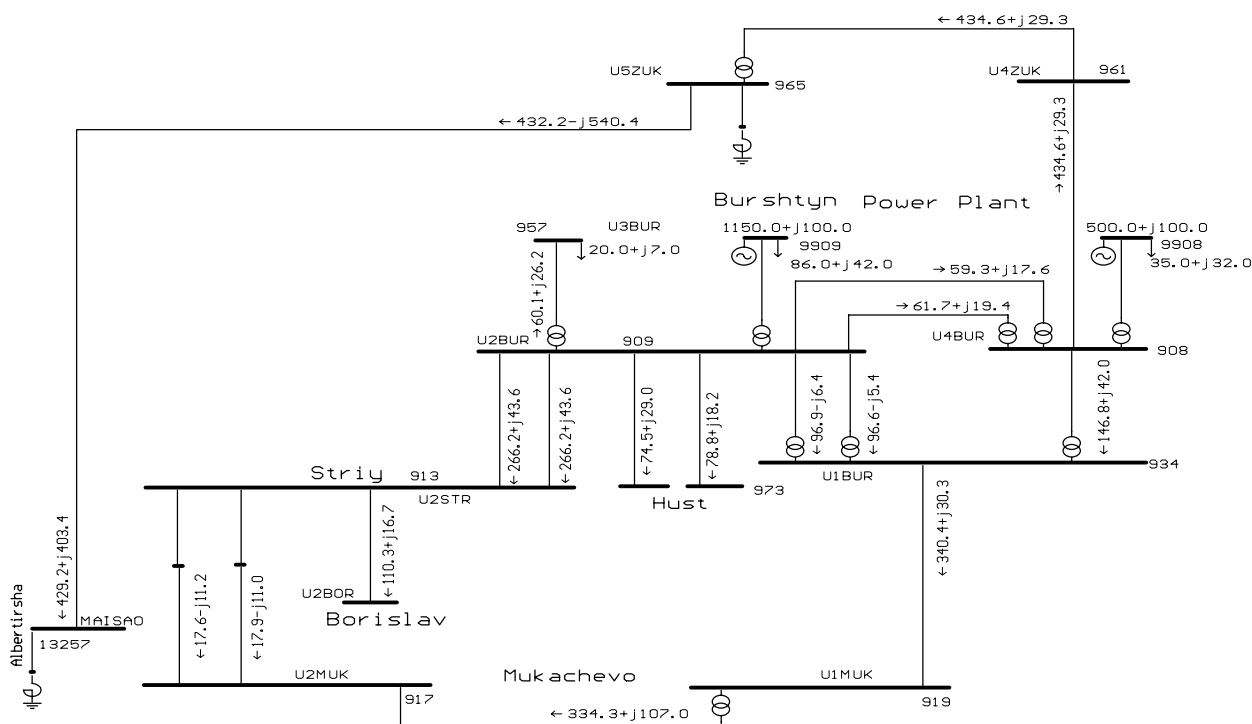


Рис. 10. Перспективна схема «Бурштинського острова»

У розрахунках використані точні моделі східноєвропейських систем та регуляторів збудження, причому вважатимемо, що вони налаштовані оптимально і ми не можемо змінювати на них уставки.

Розглянемо як буде змінюватися ковзання s в часі та області D-розбиття генератора з типовими АРЗ СД (вузол 9908) від збільшення коефіцієнта посилення K_{OU} (рис. 11, 12).

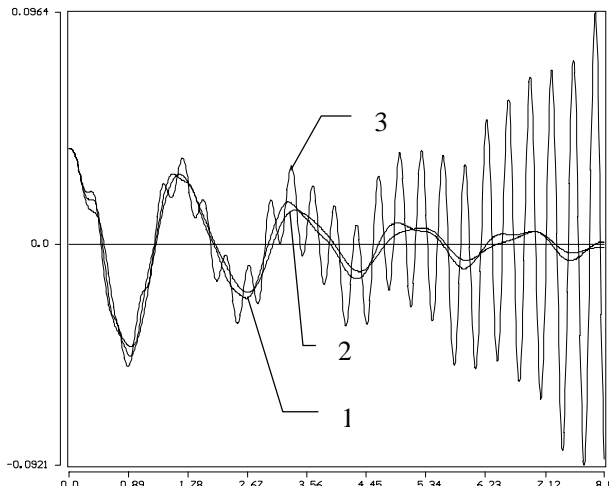


Рис. 11. Зміна ковзання s в часі:
1 – $K_{OU}=50$; 2 – $K_{OU}=100$; 3 – $K_{OU}=150$

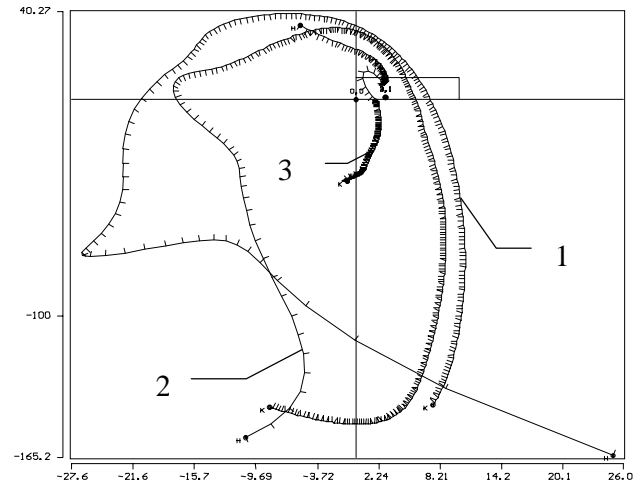


Рис. 12. Области D-розбиття:
1 – $K_{OU}=50$; 2 – $K_{OU}=100$; 3 – $K_{OU}=150$

Як бачимо, навіть в таких малих межах підвищення коефіцієнта посилення K_{OU} , коливний процес зміни ковзання не затухає, а область стійкості, що є обмежена областю D-розбиття, зменшується в напрямку області налаштування коефіцієнтів стабілізації АРЗ СД.

Щоб забезпечити високий коефіцієнт посилення K_{OU} , але при цьому не втратити статичної стійкості, введемо в АРЗ СД інерційно-диференційну ланку з постійними часу $T_1=1$ і $T_2=100$, які були дослідженні на прикладі простої схеми. Поступово збільшуємо коефіцієнт посилення K_{OU} (рис. 13 і 14).

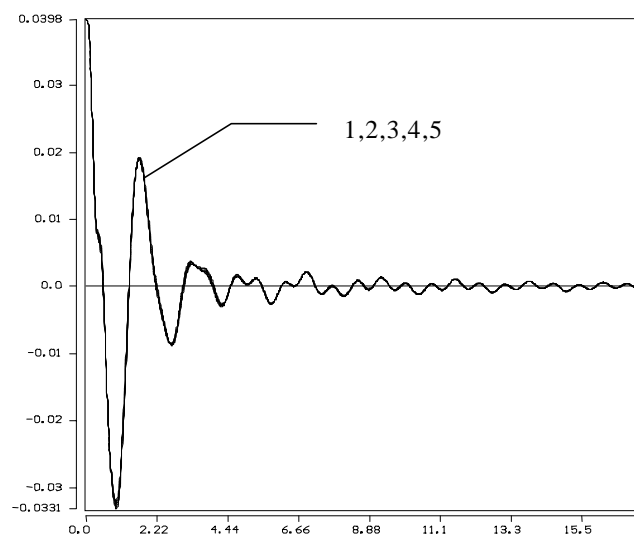


Рис. 13. Зміна ковзання s в часі
для $T_1=1$ і $T_2=100$: 1 – $K_{OU}=100$; 2 – $K_{OU}=200$;
3 – $K_{OU}=300$; 4 – $K_{OU}=400$; 5 – $K_{OU}=500$

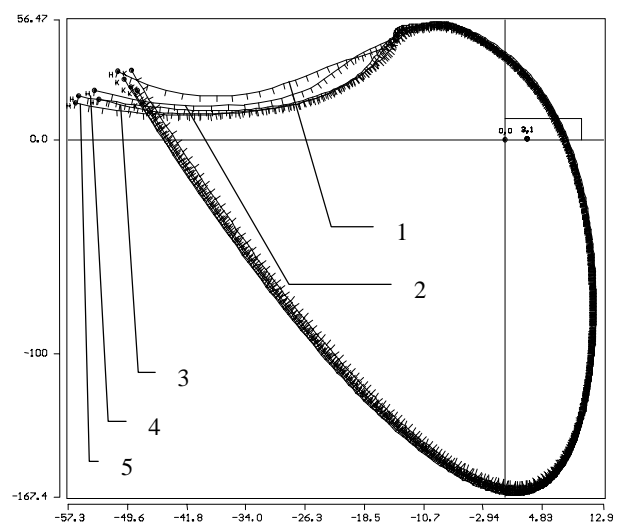


Рис. 14. Области D-розбиття
для $T_1=1$ і $T_2=100$: 1 – $K_{OU}=100$; 2 – $K_{OU}=200$;
3 – $K_{OU}=300$; 4 – $K_{OU}=400$; 5 – $K_{OU}=500$

З вищенаведеного бачимо, що збільшення коефіцієнта посилення K_{OU} навіть до 500 одиниць практично не впливає на зміну ковзання s в часі та області D -розбиття, а, отже, статична стійкість не порушується.

Висновки

1. Як показали дослідження на простій та складній схемах, збільшити коефіцієнт посилення K_{OU} вище 100 одиниць так, щоб не порушувалась статична стійкість, без будь-яких змін в АРЗ СД генератора неможливо. Правильно змодельована проста схема енергосистеми дає змогу переносити результати дослідження на складну схему.

2. Інерційно-диференційна ланка з постійними часу $T_1=1$ і $T_2=100$, ввімкнена послідовно в АРЗ СД, завдяки своїй АЧХ дає змогу отримати високі коефіцієнти посилення за відхиленням напруги, не порушуючи при цьому статичної стійкості режиму роботи електроенергетичної системи. Ми досягли значення коефіцієнта посилення $K_{OU}=500$ одиниць, що за однакових систем відносних одиниць відповідає закордонним аналогам. Можливе подальше збільшення коефіцієнта посилення, але чи потрібна нам така точність підтримання напруги на виводах генератора, якщо вхідні дані вимірюються з похибкою 5%?

1. Юрганов А.А., Кожевников В.А. *Регулирование возбуждения синхронных генераторов*. – СПб., 1996. – 248 с. 2. Баран П.М., Коновал В.С., Скрипник О.І., Скрипник О.О. *Принципи побудови режимного навчально-тренувального комплексу ДАКАР // Вісн. Держ. ун-ту "Львівська політехніка"*. – 1997. – № 301. – С. 61–68. 3. Баран П.М., Дембіцька Я.Д., Скрипник О.І. *Методика вибору параметрів каналів стабілізації автоматичних регуляторів збудження на основі імітаційної динамічної моделі електроенергетичної системи // Технічна електродинаміка*. – 1998. – № 5. – С. 60–64.

УДК 62-83

А.П. Кушнір

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електропривода та автоматизації промислових установок

СПОСІБ КОМПЕНСАЦІЇ НУЛІВ ПЕРЕДАВАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ СПОСТЕРІГАЧІВ ДВОМАСОВИХ ПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМ

© Кушнір А.П., 2003

Розглянуто спосіб компенсації нулів передавальної функції спостерігачів двомасових позиційних систем за допомогою його корекції за декількома координатами. Досліджено динаміку та статику такої системи, а також її чутливість до параметричних збурень.

The method of compensation of transfer function zeros of the observers two mass positional systems with the help of its correction with several coordinates is reviewed. Dynamics and statics of such system and its sensitivity to parametric perturbations are investigated.

Постановка проблеми

Для реалізації різних структур електромеханічних систем автоматичного керування і тим самим отримання необхідних динамічних та статичних властивостей необхідно мати