**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

**по курсу «Электрический привод»**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ АД С КЗР**

Вариант № 4

Автор работы: Кирбаба Д.Д.

Группа: R3438

Преподаватель: Маматов А.Г.

Санкт-Петербург

2024

СОДЕРЖАНИЕ

[1. Цель работы 3](#_Toc156940486)

[2. Данные для расчета 3](#_Toc156940487)

[3. Ход работы 3](#_Toc156940488)

[1. Исследование статических характеристик электропривода с АД КЗР 3](#_Toc156940489)

[Расчет недостающих значений для определения параметров схемы замещения 3](#_Toc156940490)

[Семейство механических характеристик при изменении напряжения питания 5](#_Toc156940491)

[Семейство механических характеристик при изменении частоты питания 6](#_Toc156940492)

[Семейство механических характеристик при скалярном частотном регулировании по закону для частот питания 7](#_Toc156940493)

[Семейство механических характеристик при скалярном частотном регулировании по закону с IR-компенсацией для частот питания 8](#_Toc156940494)

[Семейство механических характеристик при скалярном частотном регулировании по закону с IZ-компенсацией для частот питания 9](#_Toc156940495)

[2. Построение динамической модели АД с КЗР 10](#_Toc156940496)

[Динамическая модель Simulink 10](#_Toc156940497)

[Моделирование Simulink 14](#_Toc156940498)

[Динамическая модель Simscape 16](#_Toc156940499)

[4. Построение скалярного частотного управления АД с КЗР по закону 18](#_Toc156940500)

[5. Выводы 21](#_Toc156940501)

# Цель работы

Исследование статических характеристик АД с КЗР, построение динамической модели АД с КЗР и синтез скалярного частотного управления.

# Данные для расчета

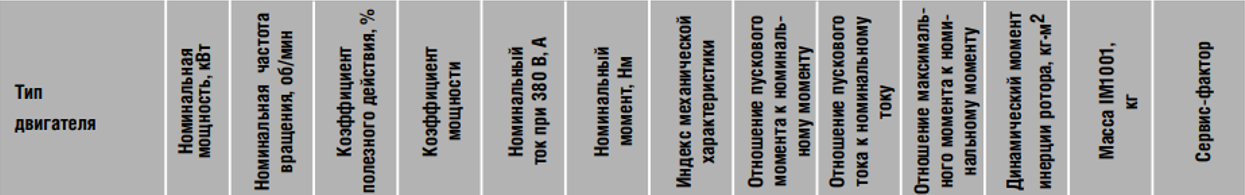


Таблица – Паспортные данные АД с КЗР

# Ход работы

## Исследование статических характеристик электропривода с АД КЗР

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Рисунок - Схема замещения двигателя

### Расчет недостающих значений для определения параметров схемы замещения

В

А

рад/с

Активное сопротивление статора

Активное сопротивление ротора

Критическое скольжение

Индуктивное сопротивление ветви короткого замыкания

Ом

Ом

Индуктивное сопротивление ветви намагничивания

Ом

А

Относительное значение опрокидывающего момента

Коэффициенты вытеснения

Пусковой момент

### Семейство механических характеристик при изменении напряжения питания

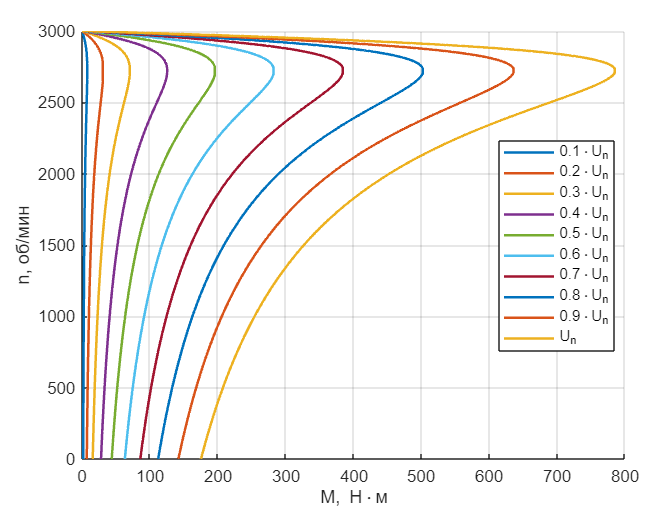
**

Рисунок – Семейство механических характеристик при изменении напряжения питания

### Семейство механических характеристик при изменении частоты питания

A graph of different colored lines

Description automatically generated

Рисунок - Семейтсво механических характеристик при изменении частоты питания

### Семейство механических характеристик при скалярном частотном регулировании по закону для частот питания

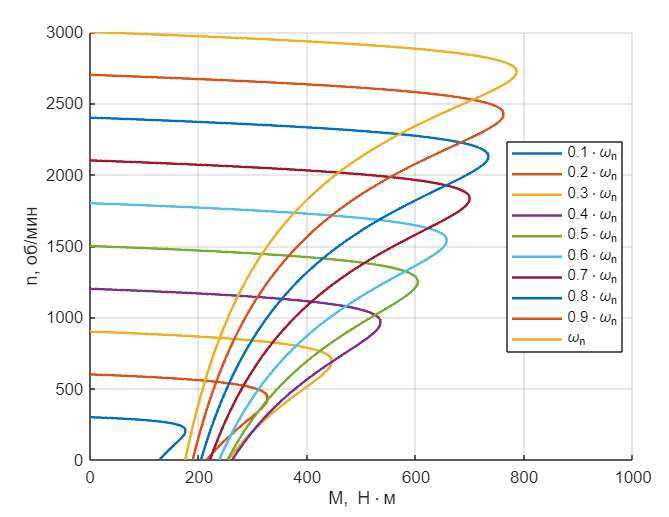


Рисунок - Семейство механических характеристик при скалярном частотном регулировании по закону для частот питания

### Семейство механических характеристик при скалярном частотном регулировании по закону с IR-компенсацией для частот питания

IR-компенсация:



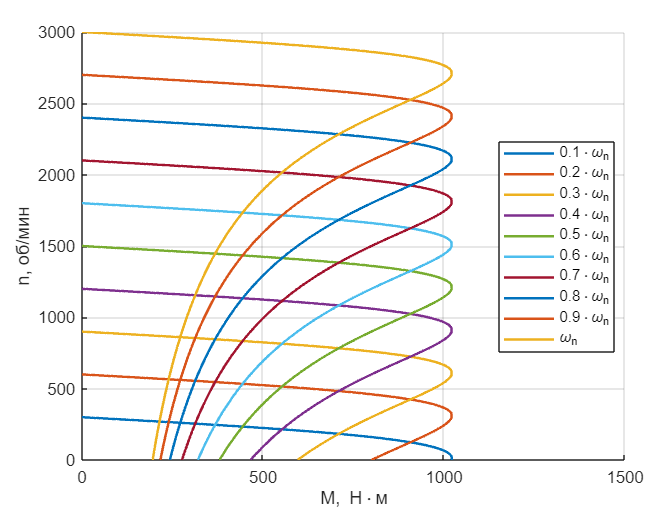


Рисунок - Семейство механических характеристик при скалярном частотном регулировании по закону с IR-компенсацией для частот питания

### Семейство механических характеристик при скалярном частотном регулировании по закону с IZ-компенсацией для частот питания

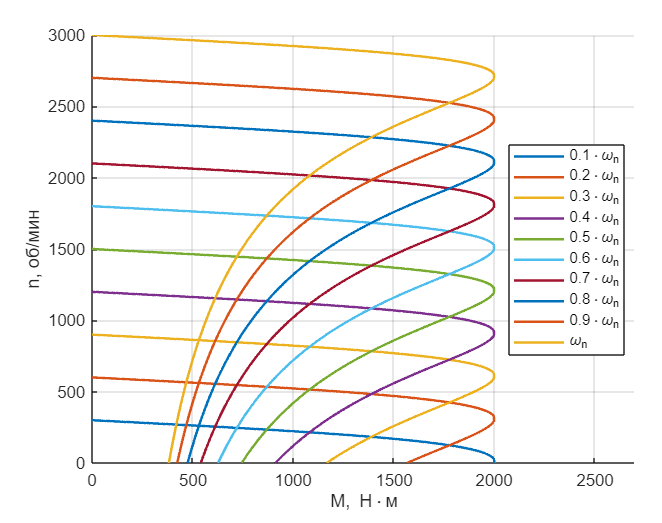


Рисунок - Семейство механических характеристик при скалярном частотном регулировании по закону с IZ-компенсацией для частот питания

## Построение динамической модели АД с КЗР

### Динамическая модель Simulink

Трехфазное управляющее напряжение:

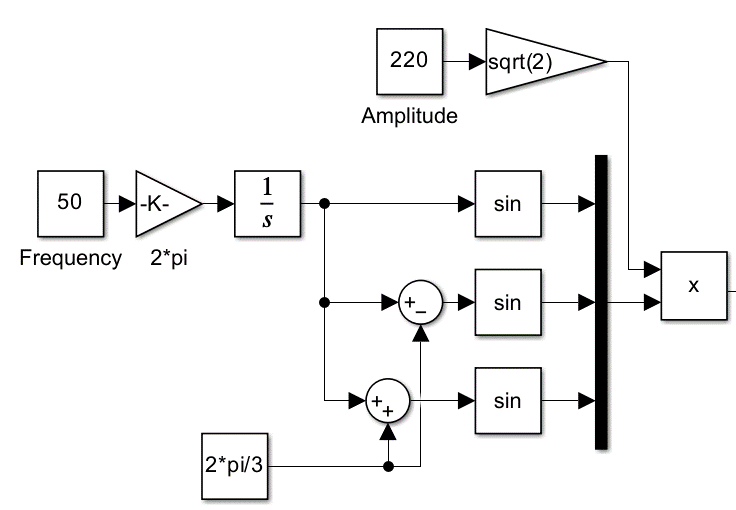
****

Рисунок – Генератор трехфазного управляющего напряжения

Преобразование в неподвижную двухфазную ортогональную систему координат:

A diagram of a machine

Description automatically generated

Рисунок - Генератор напряжения с преобразователем

Расчет тока статора:

A diagram of a block diagram

Description automatically generated

Рисунок - Схема для расчета тока статора

A close up of a math equation

Description automatically generated with medium confidence

A diagram of a block diagram

Description automatically generated

Рисунок - Схема для расчета тока статора в двухфазной неподвижной системе координат

A diagram of a block diagram

Description automatically generated

Рисунок - Схема для расчета потокосцепления в двухфазной неподвижной системе координат

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Рисунок – Схема для расчета электрического момента

A diagram of a block diagram

Description automatically generated

Рисунок - Схема для расчета скорости вращения ротора

### Моделирование Simulink

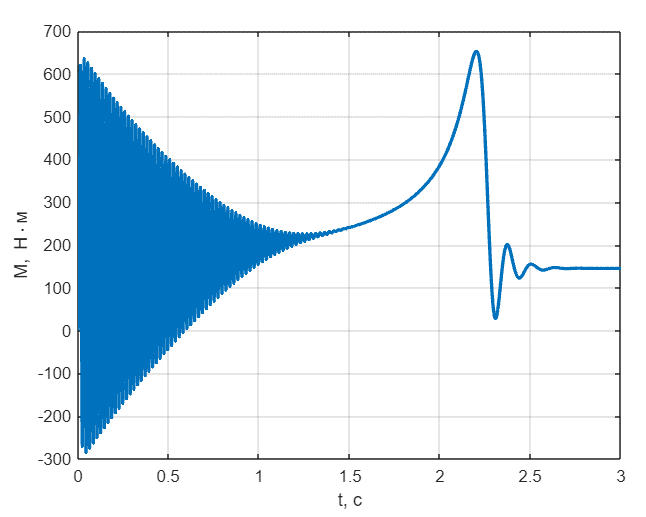


Рисунок – График момента при прямом пуске АД с номинальной нагрузкой

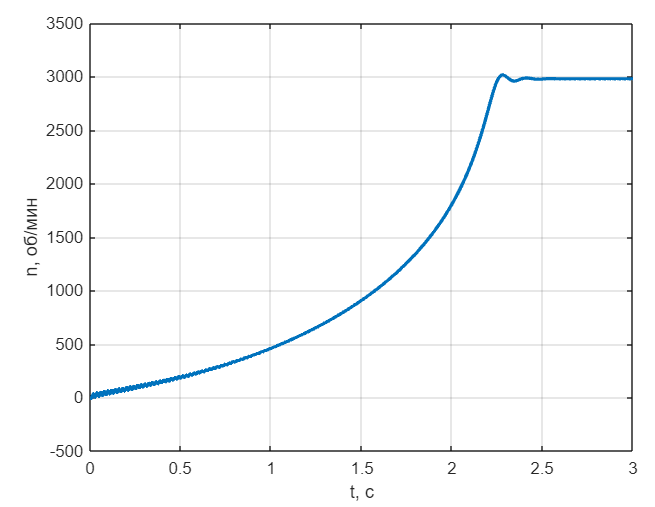


Рисунок - график скорости вращения ротора при прямом пуске АД с номинальной нагрузкой

A graph with a blue line

Description automatically generated

Рисунок - Механическая характеристика при прямом пуске АД с номинальной нагрузкой

A graph of a graph

Description automatically generated

Рисунок - График тока при прямом пуске АД с номинальной нагрузкой

### Динамическая модель Simscape

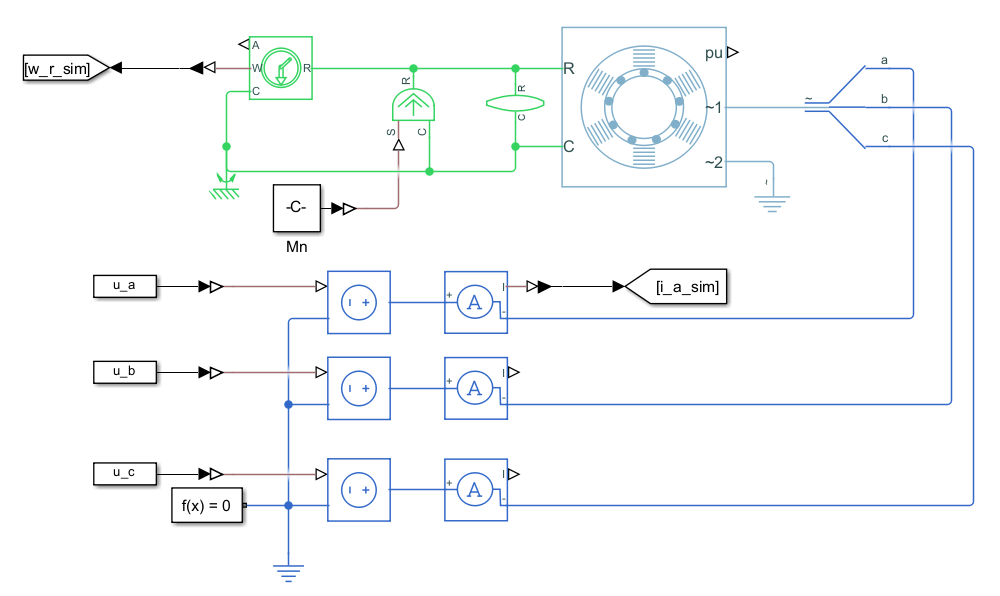


Рисунок - Схема Simscape

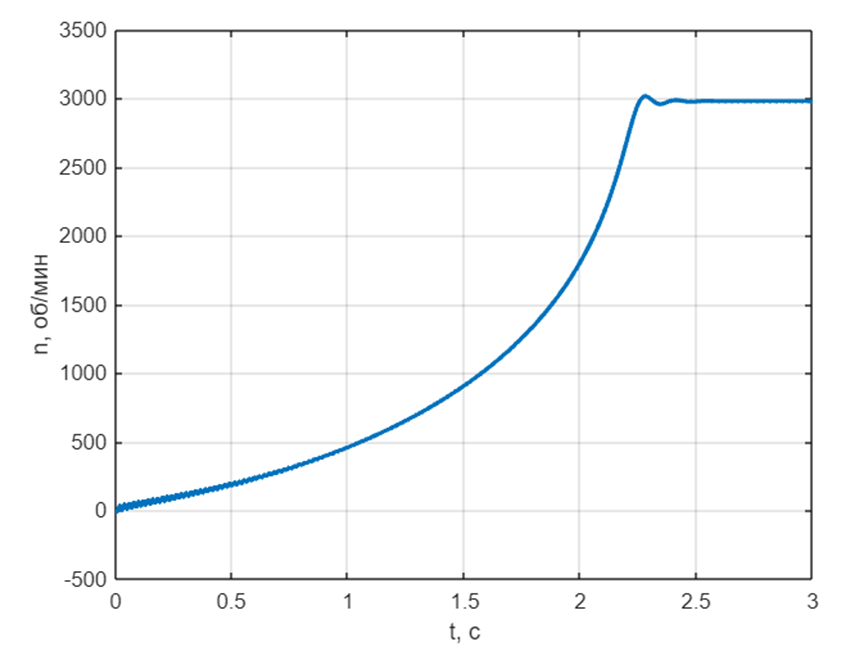


Рисунок - График скорости при прямом пуске АД с номинальной нагрузкой при моделировании в Simscape

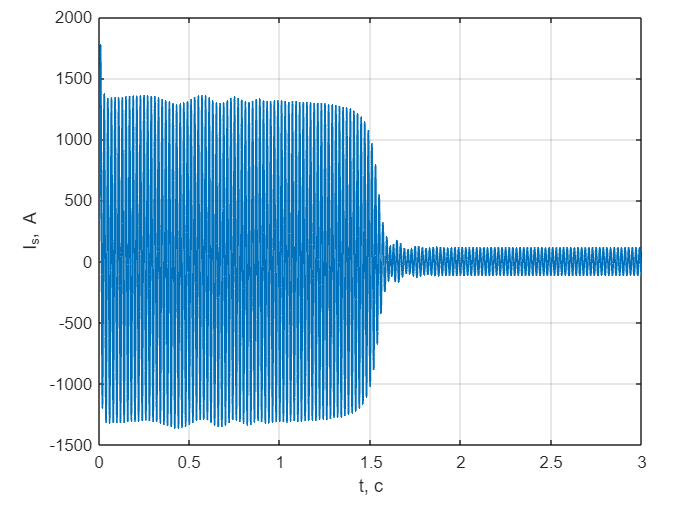


Рисунок - График тока при прямом пуске АД с номинальной нагрузкой при моделировании в Simscape

# Построение скалярного частотного управления АД с КЗР по закону

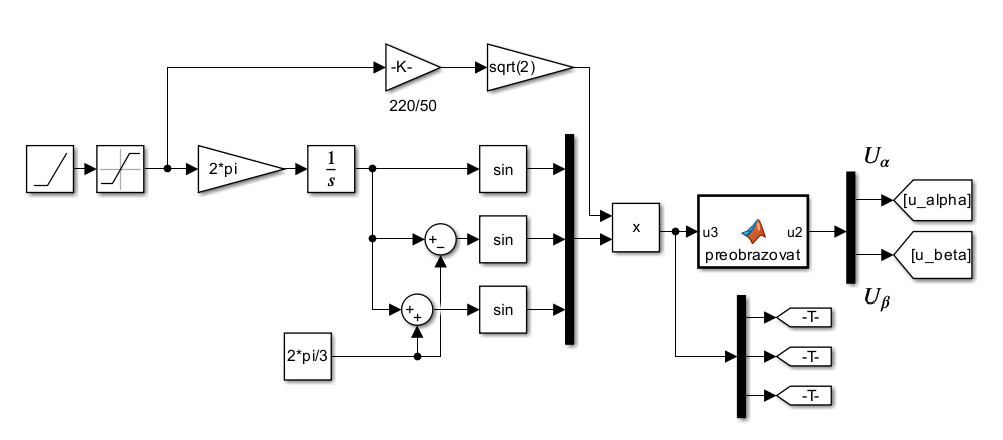


Рисунок - Измененный генератор напряжения для частотного управления

Будем проводить частотное управления АД с КЗР с номинальной нагрузкой с разными временами нарастания частоты:

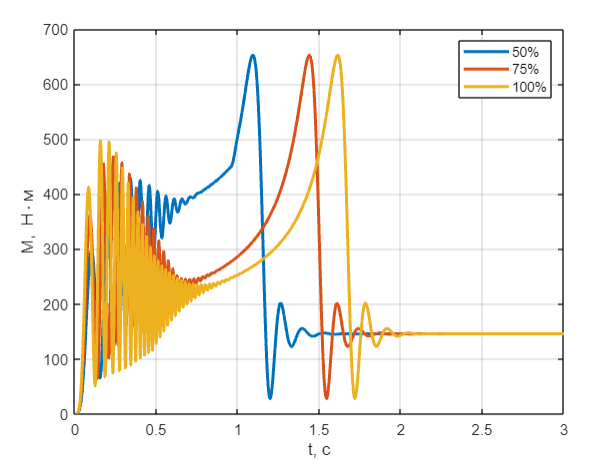


Рисунок - Графики момента при частотном управлении АД с КЗР с номинальной нагрузкой при различном времени нарастания частоты

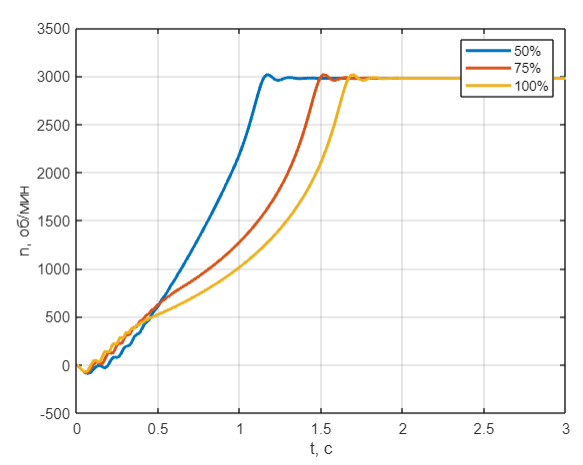


Рисунок - Графики скорости вращения ротора при частотном управлении АД с КЗР с номинальной нагрузкой при различном времени нарастания частоты

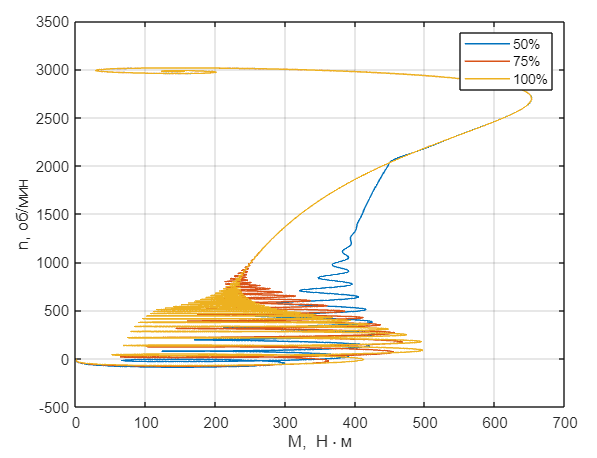


Рисунок – Механические характеристики при частотном управлении АД с КЗР с номинальной нагрузкой при различном времени нарастания частоты

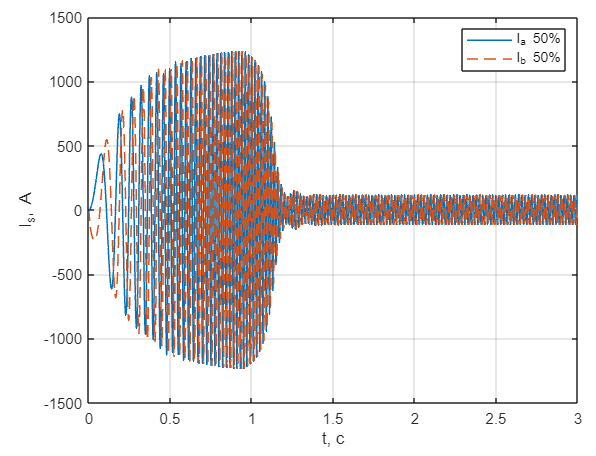


Рисунок – Графики тока при частотном управлении АД с КЗР с номинальной нагрузкой при времени нарастания частоты 50%

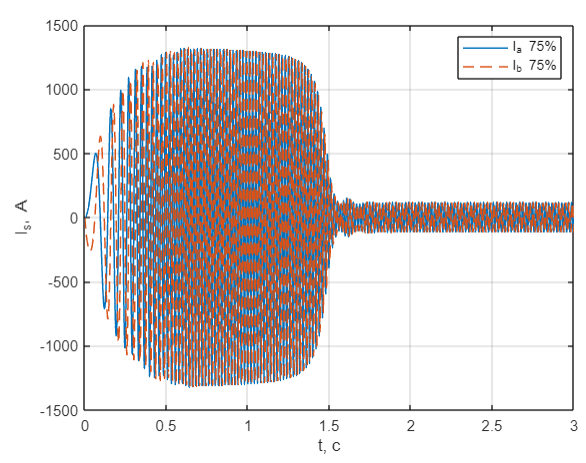


Рисунок – Графики тока при частотном управлении АД с КЗР с номинальной нагрузкой при времени нарастания частоты 75%

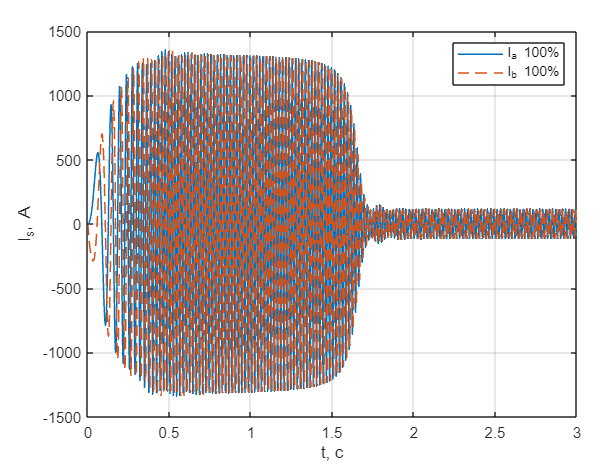


Рисунок – Графики тока при частотном управлении АД с КЗР с номинальной нагрузкой при времени нарастания частоты 100%

# Выводы

В данной работе были успешно исследованы статические и динамические характеристики электропривода с АД с КЗР. Были построены семейства механических характеристик при разных регулированиях. А также модели в Simulink и Simscape, с помощью которых проведено моделирование прямого пуска АД и пуска с линейным увеличением частоты питания. Построены графики тока статора, момента и скорости.