Уральский Государственный Технический Университет

УПИ

Кафедра электрических машин

**Контрольная работа**

**Расчет электромеханических характеристик частотно-регулируемого асинхронного двигателя**

Выполнил: Студент гр.

Проверил: Старший преподаватель

2005 г.

**Расчет электромеханических характеристик частотно-регулируемого асинхронного двигателя**

Частотное регулирование асинхронного двигателя применяется в тех случаях, когда требуется плавно и в широких пределах регулировать частоту вращения и электромагнитный момент двигателя. При этом, как правило, требуется обеспечить благоприятные условия работы двигателя по магнитному потоку и току, не допуская снижения его перегрузочной способности.

Простейший анализ рабочих режимов асинхронного двигателя при частотном регулировании можно выполнить с помощью его схемы замещения (рис.1).



Рис. 1. Схема замещения асинхронного двигателя.

Существует несколько подходов к формированию третьего условия, вытекающих из стремления обеспечить экономичный режим работы двигателя. Наиболее часто используется одно из следующих условий:

1. 
2. 
3. 
4. 

Эти условия получили название законов управления. Выбор рационального закона управления для конкретного типа электропривода осуществляется на основе анализа электромеханических характеристик двигателя. В табл.1 приведены формулы для расчета тока ротора для каждого из рассматриваемых законов

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Закон | Ток ротора |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Исходные данные для расчета.

Параметры базового двигателя

; ; ; ; 

Отклонения параметров i-варианта от параметров базового приведены в табл. 1.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | +0.1 | +0.05 | 0 | -0.05 | -0.1 |
| -0.15 | 1 | 7 | 13 | 19 | 25 |
| -0.1 | 2 | 8 | 14 | 20 | 26 |
| -0.05 | 3 | 9 | 15 | 21 | 27 |
| +0.05 | 4 | 10 | 16 | 22 | 28 |
| +0.1 | 5 | 11 | 17 | 23 | 29 |
| +0.15 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 |

Параметры конкретного двигателя определяются по соотношениям:





Задание 1. Рассчитать механические характеристики двигателя  для четырех законов управления. Расчеты выполнить для следующих значений частот питающего напряжения , варьируя скольжение  от 0 до 1.0 . Результаты расчетов свести в таблицы.

По результатам расчетов для каждого закона управления построить на отдельном графике семейство механических характеристик  при частотах . Из полученных характеристик для каждой частоты  определить скольжение , соответствующее номинальному моменту 

Закон№1 Согласно данным соотношениям, рабочий процесс двигателя определяются тремя переменными: частотой питающего напряжения ; модулем питающего напряжения  и частотой скольжения ротора . Выбор этих переменных осуществляется исходя из требований получения заданной частоты вращения ротора

Схема замещения позволяет, используя методы теории электрических цепей, рассчитать следующие величины:

Модуль напряжения статора при первом законе управления изменяется пропорционально частоте:



-ток ротора

 (1)

электромагнитного момента

.



Таблица \_1.1\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_1\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_1.5\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 0.15 |
|  | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.35 |
|  | 5.87 | 5.84 | 5.79 | 5.68 | 5.22 | 4.17 |
|  | 0.54 | 0.67 | 0.88 | 1.27 | 2.15 | 2.75 |

Таблица \_1.2\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_1\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_1.0\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.9 |
|  | 5.81 | 5.77 | 5.68 | 5.47 | 4.69 | 3.32 |
|  | 0.8 | 0.99 | 1.27 | 1.77 | 2.61 | 2.62 |

Таблица \_1.3\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_1\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.5\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.05 |
|  | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.45 |
|  | 5.6 | 5.47 | 5.22 | 4.69 | 3.32 | 1.94 |
|  | 1.49 | 1.77 | 2.16 | 2.61 | 2.62 | 1.79 |

Таблица \_1.4\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_1\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.2\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.2 | 0.16 | 0.12 | 0.08 | 0.04 | 0.02 |
|  | 0 | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.18 |
|  | 4.69 | 4.29 | 3.71 | 2.84 | 1.59 | 0.83 |
|  | 2.61 | 2.73 | 2.72 | 2.39 | 1.5 | 0.82 |

Таблица \_1.5\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_1\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.1\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.1 | 0.08 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.01 |
|  | 0 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.09 |
|  | 3.31 | 2.83 | 2.26 | 1.59 | 0.75 | 0.42 |
|  | 2.6 | 2.38 | 2.02 | 1.5 | 0.66 | 0.41 |



Рис1.1

Закон №2

-полное потокосцепление обмотки статора

; (2)





Таблица \_1.6\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_2\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_1.5\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 0.15 |
|  | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.35 |
|  | 5.92 | 5.91 | 5.88 | 5.79 | 5.38 | 4.33 |
|  | 0.55 | 0.69 | 0.91 | 1.32 | 2.29 | 2.97 |

Таблица \_1.7\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_2\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_1.0\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.9 |
|  | 5.89 | 5.86 | 5.79 | 5.61 | 4.86 | 3.43 |
|  | 0.82 | 1.03 | 1.33 | 1.86 | 2.8 | 2.79 |

Таблица \_1.8\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_2\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.5\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.05 |
|  | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.45 |
|  | 5.72 | 5.61 | 5.38 | 4.86 | 3.43 | 1.98 |
|  | 1.55 | 1.86 | 2.29 | 2.8 | 2.79 | 1.86 |

Таблица \_1.9\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_2\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.2\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.2 | 0.16 | 0.12 | 0.08 | 0.04 | 0.02 |
|  | 0 | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.18 |
|  | 3.43 | 4.46 | 3.85 | 2.93 | 1.62 | 0.83 |
|  | 2.79 | 2.95 | 2.93 | 2.54 | 1.55 | 0.82 |

Таблица \_1.10\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_2\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.1\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.1 | 0.08 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.01 |
|  | 0 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.09 |
|  | 3.43 | 2.93 | 2.33 | 1.62 | 0.83 | 0.42 |
|  | 2.79 | 2.54 | 2.15 | 1.55 | 0.82 | 0.41 |

Wr=f(Me)



Рис1.2

Закон №3

- потокосцепление взаимоиндукции

; (3)



-ток ротора



Таблица \_1.11\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_3\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_1.5\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 0.15 |
|  | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.35 |
|  | 10.4 | 10.35 | 10.19 | 9.76 | 8.11 | 5.42 |
|  | 1.71 | 2.12 | 2.74 | 3.77 | 5.20 | 4.65 |

Таблица \_1.12\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_3\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_1.0\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.9 |
|  | 10.26 | 10.1 | 9.76 | 8.96 | 6.59 | 3.91 |
|  | 2.5 | 3.03 | 3.77 | 4.76 | 5.15 | 3.63 |

Таблица \_1.13\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_3\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.5\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.05 |
|  | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.45 |
|  | 9.45 | 8.96 | 8.11 | 6.59 | 3.91 | 2.06 |
|  | 4.24 | 4.76 | 5.20 | 5.15 | 3.63 | 2.02 |

Таблица \_1.14\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_3\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.2\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.2 | 0.16 | 0.12 | 0.08 | 0.04 | 0.02 |
|  | 0 | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.18 |
|  | 6.59 | 5.68 | 4.56 | 3.21 | 1.66 | 0.84 |
|  | 5.15 | 4.79 | 4.12 | 3.06 | 1.64 | 0.84 |

Таблица \_1.15\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_3\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.1\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.1 | 0.08 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.01 |
|  | 0 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.09 |
|  | 2.06 | 3.21 | 2.45 | 1.66 | 0.84 | 0.42 |
|  | 2.02 | 3.06 | 2.38 | 1.64 | 0.84 | 0.42 |

Wr=f(Me)



Рис1.3

Закон №4

-полное потокосцепление обмотки ротора

; (4)



-ток ротора



Таблица \_1.16\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_4\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_1.5\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 0.15 |
|  | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.35 |
|  | 63.24 | 50.52 | 37.89 | 25.26 | 12.63 | 6.32 |
|  | 63.24 | 50.52 | 37.89 | 25.26 | 12.63 | 6.32 |

Таблица \_1.17\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_4\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_1.0\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.9 |
|  | 42.11 | 33.68 | 25.26 | 16.84 | 8.42 | 4.2 |
|  | 42.11 | 33.68 | 25.26 | 16.84 | 8.42 | 2.38 |

Таблица \_1.18\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_4\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.5\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.05 |
|  | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.45 |
|  | 21.05 | 16.84 | 12.63 | 8.42 | 4,2. | 2.11 |
|  | 21.04 | 16.84 | 12.63 | 8.42 | 4,2 | 2.11 |

Таблица \_1.19\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_4\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.2\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.2 | 0.16 | 0.12 | 0.08 | 0.04 | 0.02 |
|  | 0 | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.18 |
|  | 8.42 | 6.74 | 5.05 | 3.37 | 1.68 | 0.84 |
|  | 8.42 | 6.74 | 5.05 | 3.37 | 1.68 | 0.84 |

Таблица \_1.20\_\_

Закон управления \_\_\_\_\_\_4\_\_\_\_\_\_. Частота  \_\_\_\_0.1\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.1 | 0.08 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.01 |
|  | 0 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.09 |
|  | 4.2 | 3.37 | 2.52 | 1.68 | 0.84 | 0.42 |
|  | 4.2 | 3.37 | 2.52 | 1.68 | 0.84 | 0.42 |



Рис 1-4

Находим 

wr=w1-w2 w2=w1-wr w2=sн·w1 

Закон №1

При w1=1.5; wr=1.48о.е w2=0.02 sн= 0.013

w1=1.0; wr=0.98о.е w2=0.02 sн=0.02

w1=0.5; wr=0.48о.е w2=0.02 sн=0.04

w1=0.2; wr=0.18о.е w2=0.02 sн=0.1

w1=0.1; wr=0.08о.е w2=0.02 sн=0.2

Закон №2

При w1=1.5; wr=1.48о.е w2=0.02 sн= 0.013

w1=1.0; wr=0.98о.е w2=0.02 sн=0.02

w1=0.5; wr=0.48о.е w2=0.02 sн=0.04

w1=0.2; wr=0.18о.е w2=0.02 sн=0.1

w1=0.1; wr=0.08о.е w2=0.02 sн=0.2

Закон №3

При w1=1.5; wr=1.48о.е w2=0.02 sн= 0.013

w1=1.0; wr=0.98о.е w2=0.02 sн=0.02

w1=0.5; wr=0.48о.е w2=0.02 sн=0.04

w1=0.2; wr=0.18о.е w2=0.02 sн=0.1

w1=0.1; wr=0.08о.е w2=0.02 sн=0.2

Закон №4

При w1=1.5; wr=1.48о.е w2=0.02 sн= 0.013

 w1=1.0; wr=0.98о.е w2=0.02 sн=0.02

 w1=0.5; wr=0.48о.е w2=0.02 sн=0.04

 w1=0.2; wr=0.18о.е w2=0.02 sн=0.1

 w1=0.1; wr=0.08о.е w2=0.02 sн=0.2

**Задание 2**

Рассчитать электромеханические характеристики двигателя  при номинальном скольжении  для четырех законов управления. Результаты расчетов свести в таблицы

 напряжения статора при первом законе управления



при 2,3,4 законах напряжениеU1 рассчитывается по формуле:



- ток статора

; (5)

-полное потокосцепление обмотки статора

; (2)

-полное потокосцепление обмотки ротора

; (4)

- потокосцепление взаимоиндукции

; (3)

Закон №1

Таблица \_2.1\_\_

Закон управления \_\_\_\_1\_\_\_\_.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.013 | 0.02 | 0.04 | 0.1 | 0.2 |
|  | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
|  | 0.825 | 0.821 | 0.801 | 0.773 | 0.721 |
|  | 1.5 | 1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.99 | 0.985 | 0.975 | 0.97 | 0.864 |
|  | 0.983 | 0.978 | 0.963 | 0.921 | 0.858 |
|  | 0.98 | 0.975 | 0.96 | 0.918 | 0.856 |
|  | 0.236 | 0.234 | 0.233 | 0.221 | 0.206 |

Законы №2,3,4 Таблица \_2.2\_\_

Закон управления \_\_\_\_2\_\_\_\_.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.013 | 0.02 | 0.04 | 0.1 | 0.2 |
|  | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
|  | 0.834 | 0.834 | 0.834 | 0.834 | 0.834 |
|  | 1.516 | 1.016 | 0.516 | 0.216 | 0.116 |
|  | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
|  | 0.993 | 0.993 | 0.993 | 0.993 | 0.993 |
|  | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
|  | 0.238 | 0.238 | 0.238 | 0.238 | 0.238 |

Таблица \_2.3\_\_

Закон управления \_\_\_\_3\_\_\_\_.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.013 | 0.02 | 0.04 | 0.1 | 0.2 |
|  | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
|  | 0.834 | 0.834 | 0.834 | 0.834 | 0.834 |
|  | 1.516 | 1.016 | 0.516 | 0.216 | 0.116 |
|  | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
|  | 0.993 | 0.993 | 0.993 | 0.993 | 0.993 |
|  | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
|  | 0.238 | 0.238 | 0.238 | 0.238 | 0.238 |

Таблица \_2.4\_\_

Закон управления \_\_\_\_4\_\_\_\_.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.1 |
|  | 0.013 | 0.02 | 0.04 | 0.1 | 0.2 |
|  | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
|  | 0.834 | 0.834 | 0.834 | 0.834 | 0.834 |
|  | 1.516 | 1.016 | 0.516 | 0.216 | 0.116 |
|  | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
|  | 0.993 | 0.993 | 0.993 | 0.993 | 0.993 |
|  | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
|  | 0.238 | 0.238 | 0.238 | 0.238 | 0.238 |

По результатам расчетов на отдельном графике для четырех законов управления строим электромеханические характеристики ; ; ; ;  и выполнить их анализ.



Рис2-1



Рис2-2



Рис 2-3



Рис 2-4