



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

Методическое пособие по дисциплине

«Автоматизированный электропривод»

Авторы
Туркин И. А.,
Стусь А. Г.,
Ананьян А. А.

Ростов-на-Дону, 2019

Аннотация

Практикум предназначен для студентов очной формы обучения направлений 27.03.04 Управление в технических системах, 15.04.04 Автоматизация транспортных процессов.

Авторы



Доцент, к.т.н.,
ДГТУ ассистент
Туркин И.А.



Студентка группы МАП11
Стусь А.Г.



Студент группы МАП11
Ананьян А.А.





Оглавление

Управление двигателем.....	4
Управление U/f	5
Векторное управление.....	10
Список литературы	11

УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕМ

Для асинхронных двигателей существует два разных метода управления или регулирования:

- управление с характеристикой U/f (управление U/f);
- ориентированное на работу с массивами управление (векторное управление).

Критерии выбора управления U/f или векторного управления.

Управления U/f полностью достаточно для большинства приложений, в которых необходимо регулировать скорость асинхронных двигателей. Примерами приложений, в которых обычно используется управление U/f , являются:

- насосы;
- вентиляторы;
- компрессоры;
- горизонтальные транспортеры;

Ввод в эксплуатацию векторного управления занимает больше времени, чем таковой управления U/f . Но по сравнению с управлением U/f , векторное управление обеспечивает следующие преимущества:

- более стабильная скорость при изменениях нагрузки двигателя;
- сокращение времени разгона при изменениях заданного значения;
- разгон и торможения возможны с настраиваемым макс. моментом вращения;
- улучшенная защита двигателя и приводимого в действие механизма благодаря настраиваемому ограничению момента вращения;
- в состоянии покоя возможен полный момент вращения;
- регулирование по моменту возможно только с векторным управлением.

Примерами приложений, в которых обычно используется векторное управление, являются:

- подъемники и вертикальные транспортеры;
- намоточные станки;
- экструдеры.

Нельзя использовать векторное управление в следующих случаях:

- если двигатель по сравнению с преобразователем является очень маленьким (ном. мощность двигателя не может быть ниже четверти ном. мощности преобразователя);
- если несколько двигателей работает от одного преобразователя;
- если между преобразователем и двигателем используется силовой контактор, размыкающийся при включенном двигателе;
- если макс. скорость двигателя превышает значения, указанные в таблице 1.

Для выполнения работы будем использовать экспериментальный стенд с преобразователем частоты Sinamics G120C.

Таблица 1 – Значения частоты модуляции преобразователя

Частота модуляции преобразователя	2 кГц			4 кГц и выше		
	2	4	2	2	4	6
Число полюсов двиг.	2	4	2	2	4	6
Макс. Скорость двиг. [1/мин]	9960	4980	9960	14400	7200	4800

Управление U/f

Управление U/f регулирует напряжение на клеммах двигателя в зависимости от заданного значения скорости. Связь между заданным значением скорости и напряжением статора вычисляется на основе характеристик.

Требуемая выходная частота вычисляется из заданного значения скорости и числа пар полюсов двигателя ($f = n * \text{число пар полюсов} / 60$, в частности: $f_{\text{макс}} = P1082 * \text{число пар полюсов} / 60$).

Преобразователь предоставляет обе важнейшие характеристики (линейную и квадратичную). Свободно параметризуемые характеристики также возможны.

Управление U/f не обеспечивает точного регулирования скорости двигателя. Заданное значение скорости и скорость, устанавливаемая на валу двигателя, всегда немного отличаются друг от друга. Отклонение зависит от нагрузки двигателя. Если подключенный двигатель нагружается с ном. моментов, то скорость двигателя ниже заданного значения скорости на ном. скольжение двигателя. Если двигатель приводится в движение нагрузкой, т.е. двигатель работает как генератор, то скорость двигателя превышает заданное значение скорости.

Характеристика выбирается при вводе в эксплуатацию через P1300.

Управление U/f с линейной характеристикой (P1300=0)

Управление U/f с линейной характеристикой используется, прежде всего, в приложениях, в которых момент двигателя должен предоставляться независимо от скорости двигателя. Примерами таких приложений являются горизонтальные транспортеры или компрессоры.

Перед выполнением работы необходимо задать параметры согласно таблице 2.

Таблица 2 – Установка типа управления

Параметр	Описание
P0003=2	Расширенный доступ
P1300=0	Тип управления: Управление U/f с линейной характеристикой

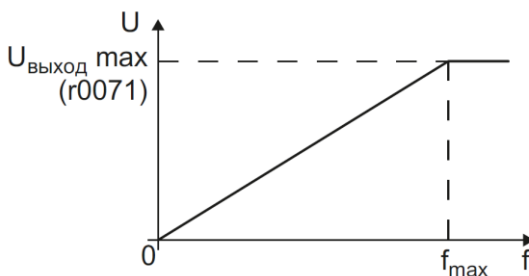


Рисунок 1 – Линейная характеристика U/f

Следующим шагом, в соответствии с рисунком 1, необходимо ввести параметры максимального выходного напряжения (U_{\max}) и максимальной выходной частоты (f_{\max}). Вводимые параметры приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Установка параметров линейной характеристики U/f

Параметр	Описание
R0071	Максимальное выходное напряжение (U_{\max})
P1082	Максимальная выходная частота (f_{\max})

После чего следует произвести запуск.

Линейная характеристика U/f с управлением по потокоцеплению (FCC) ($P1300 = 1$)

Потери напряжения в сопротивлении статора компенсируются автоматически. Это важно в первую очередь для маленьких двигателей, т.к. они имеют относительно высокое сопротивление статора. Условием является достаточно точно спараметрированное в P350 значение сопротивления статора.

Управление U/f с параболической характеристикой ($p1300 = 2$)

Данное управление используется в приложениях, в которых момент двигателя увеличивается вместе со скоростью двигателя. Примерами таких приложений являются насосы или вентиляторы.

Управление U/f с квадратичной характеристикой уменьшает потери в двигателе, т.к. токи являются более низкими по сравнению с линейной характеристикой.

Перед выполнением работы необходимо задать параметры согласно таблице 2.

Таблица 4 – Установка типа управления

Параметр	Описание
$P0003 = 2$	Расширенный доступ
$P1300 = 2$	Тип управления: Управление U/f с параболической характеристикой

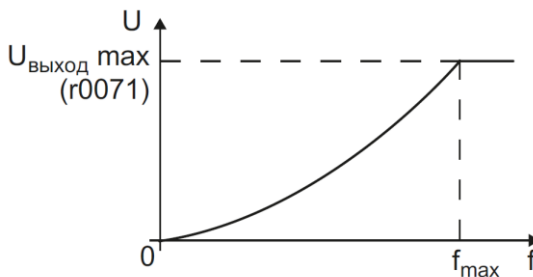


Рисунок 2 – Параболическая характеристика U/f

Следующим шагом, в соответствии с рисунком 2, необходимо ввести параметры максимального выходного напряжения (U_{\max}) и максимальной выходной частоты (f_{\max}). Вводимые параметры приведены в таблице 3.

Управление U/f с параметрируемой характеристикой (p1300 = 3)

Этот тип управления является свободно настраиваемой характеристикой U/f, поддерживающей характеристику момента вращения синхронных двигателей (двигатели SIEMOSYN).

Перед выполнением работы необходимо задать параметры согласно таблице 5.

Таблица 5 – Установка типа управления

Параметр	Описание
P0003 = 2	Расширенный доступ
P1300 = 3	Тип управления: Управление U/f с параболической характеристикой

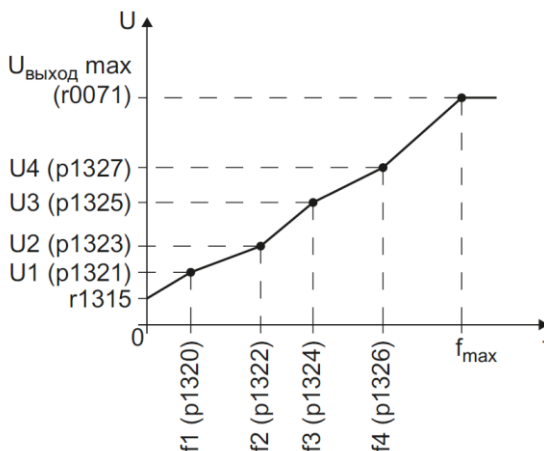


Рисунок 3 – Параметрируемая характеристика U/f

Следующим шагом, в соответствии с рисунком 3, необходимо определиться с числом опорных точек характеристики и их параметрами. Возможный набор вводимых параметров приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Установка параметров параметрируемой характеристики U/f

Параметр	Описание
R1315	Величина начального напряжения (U_{\min})
R0071	Максимальное выходное напряжение (U_{\max})
P1082	Максимальная выходная частота (f_{\max})

Продолжение таблицы 6

P1320 (f1) P1321 (U1)	Параметры первой опорной точки характеристики
P1322 (f2) P1323 (U2)	Параметры второй опорной точки характеристики
P1324 (f3) P1325 (U3)	Параметры третьей опорной точки характеристики
P1326 (f4) P1327 (U4)	Параметры четвертой опорной точки характеристики

Линейная характеристика U/f с ECO (p1300 = 4), квадратичная характеристика U/f с ECO (p1300 = 7)

Режим ECO подходит для приложений с низкой динамикой и постоянным заданным значением скорости и обеспечивает экономию энергии до 40 %.

Если заданное значение достигнуто и осталось в течение 5 сек неизменным, то преобразователь автоматически снижает свое выходное напряжение для оптимизации рабочей точки двигателя. Режим ECO деактивируется при изменениях заданного значения или при слишком высоком/низком напряжении промежуточного контура преобразователя.

В режиме ECO необходимо установить компенсацию скольжения (P1335) на 100 %. При незначительных колебаниях заданного значения, необходимо увеличить допуск задатчика интенсивности через p1148.

Внимание: скачки нагрузки могут привести к опрокидыванию двигателя.

Управление U/f для привода с точной частотой (текстильная промышленность) (p1300 = 5), управление U/f для привода с точной частотой и FCC (p1300 = 6)

Основным для этих характеристик является поддержание постоянной скорости двигателя в любых условиях. Последствиями такой установки являются:

- При достижении макс. границы тока уменьшается только напряжение статора, но не скорость
- Компенсация скольжения заблокирована

Дополнительную информацию по этой функции см. функциональную схему 6300 Справочника по параметрированию.

Векторное управление

Векторное управление на основе модели двигателя рассчитывает нагрузку и скольжение двигателя. На основе расчета преобразователь задает свое выходное напряжение и частоту таким образом, что скорость двигателя отслеживается к заданному значению, независимо от нагрузки двигателя.

Векторное управление не использует прямого измерения скорости двигателя. Такое регулирование обозначается и как векторное управление без датчиков.

При векторном управлении рекомендуется произвести автоматическую оптимизацию регулятора скорости ($p1960 = 1$)

Таблица 7 – Важнейшие параметры векторного управления

Параметр	Описание
P1300=20	Тип управления: Векторное управление без датчика скорости
P0300 ... P0360	Параметры двигателя берутся с шильдика при базовом вводе в эксплуатацию и вычисляются при идентификации данных двигателя
P1452 ... P1496	Параметры регулятора скорости
P1511	Дополнительный момент вращения
P1520	Верхнее ограничение момента вращения
P1521	Нижнее ограничение момента вращения
P1530	Предельное значение для моторной мощности
P1531	Предельное значение для генераторной мощности

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по эксплуатации «Преобразователь частоты SINAMICS G120C», 01/2011. – 311 с.
2. Анучин А.С., Системы управления электроприводов/А.С. Анучин. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. - 373 с.
3. Бекишев, Р.Ф. Электропривод: Учебное пособие для академического бакалавриата / Р.Ф. Бекишев, Ю.Н. Дементьев. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 301 с.
4. Курбанов, С.А. Основы электропривода: Учебное пособие/С.А. Курбанов, Д.С. Магомедова. - СПб.: Лань П, 2016. - 192 с.
5. Яни, А.В. Регулируемый асинхронный электропривод: Учебное пособие / А.В. Яни. - СПб.: Лань, 2016. - 464 с.