



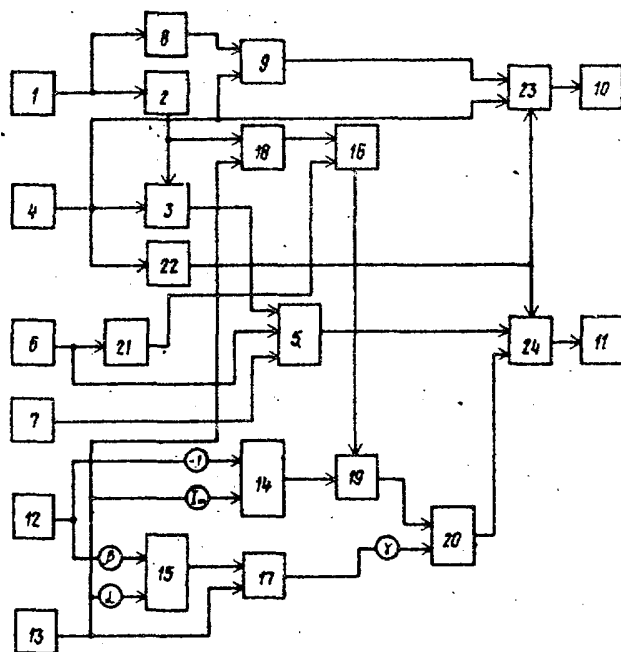
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (61) 758447
- (21) 3720539/24-07
- (22) 03.01.84
- (46) 23.10.88. Бюл. № 39
- (71) Белорусский политехнический институт
- (72) В.Л. Анхимюк, В.И. Панасюк, В.С. Юденков, А.И. Панасюк и Ю.В. Лопатин
- (53) 62-83:621.314.5(088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 758447, кл. Н 02 Р 5/06, 1977.
- (54) ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА С МИНИМИЗАЦИЕЙ ПОТЕРЬ В ДВИГАТЕЛЕ
- (57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для управления электродвигателями

постоянного тока. Целью изобретения является уменьшение потерь энергии в двигателе за счет более точного определения минимума функции качества с учетом накладываемых на фазовые координаты и управление двигателя ограничений. Устройство содержит датчик 12 момента статического сопротивления, выход которого подключен к первым входам сумматоров 14, 15. Вход блока 18 перемножения и вход делителя блока 17 деления соединены с выходом датчика 13 потока. В данном устройстве обеспечивается оптимальное по потерям энергии функционирование электропривода с учетом ограничений, накладываемых на фазовые координаты электропривода. 1 ил.



Изобретение относится к электро-
технике, а именно к электроприводам
постоянного тока, управляемым по це-
пи якоря и возбуждения, и является
усовершенствованием устройства по
авт. св. № 758447.

Цель изобретения - уменьшение по-
терь энергии в двигателе за счет бо-
лее точного определения минимума функ-
ции качества с учетом накладываемых
на фазовые координаты и управление
двигателя ограничений.

На чертеже изображена функциональ-
ная схема электропривода.

Электропривод содержит последова-
тельно соединенные датчик 1 скоро-
сти, функциональный преобразователь
2, блок 3 перемножения, соединенный
своим вторым входом с датчиком 4
тока якоря, трехвходовый блок 5 ин-
тегрирования, подключенный своими вхо-
дами к выходу блока 3 перемножения и
к выходу датчика 6 тока возбуждения
и датчика 7 напряжения на якоре, по-
следовательно соединенные нелинейный
блок 8 и двухвходовый блок 9 интегри-
рования, причем вход нелинейного бло-
ка 8 соединен с датчиком 1 скорости,
а также задатчик 10 интенсивности и
регулятор 11 возбуждения.

Электропривод также содержит дат-
чик 12 момента статического сопротив-
ления и датчик 13 потока возбуждения
двигателя, сумматоры 14-16, блок 17
деления, блоки 18 и 19 перемножения,
второй двухвходовый интегратор 20,
второй функциональный преобразователь
21, триггер 22 и управляемые ключи
23 и 24, при этом выход датчика 12
момента статического сопротивления
подключен к первым входам суммато-
ров 14 и 15, вторые входы которых, а
также вход блока 18 перемножения и
вход делителя блока 17 деления
соединены с выходом датчика 13 потока
возбуждения, второй вход блока 18
перемножения связан с выходом функ-
ционального преобразователя 2, а
выход - с первым входом сумматора 18,
второй вход которого подключен к
выходу функционального преобразовате-
ля 21, соединенного своим входом с
выходом датчика 6 тока возбуждения,
вход делителя блока деления подклю-
чен к выходу сумматора 15, а его вы-
ход подключен к одному из входов двух-
входового интегратора 20, второй
вход которого соединен с выходом сум-

матора 14 через блок 19 перемноже-
ния, второй вход которого связан с
выходом сумматора 16, вход триггера
22 соединен с выходом датчика 4 тока
якоря, а его выход подключен к уп-
равляющим входам управляемых ключей
23 и 24, исполнительные цепи первого
из которых включены между выходами
интегратора 9 и датчика 4 тока якоря
с одной стороны и регулирующим вхо-
дом задатчика 10 интенсивности с
другой, а исполнительные цепи управ-
ляемого ключа 24 включены между вы-
ходами трехвходового интегратора 5
и двухвходового интегратора 20 с од-
ной стороны и регулятором 11 возбуж-
дения с другой.

Электропривод работает следующим
образом.

Как в статическом, так и в динами-
ческом режиме работы электропривода
величина тока якоря электропривода
контролируется триггером 22 Шмидта,
установкой которого является ограни-
чение тока якоря I_m . Если ток якоря
 I_a не достиг граничной величины I_m ,
то триггер Шмидта 12 коммутирует клю-
чи 13 и 14 таким образом, что к задат-
чику 10 интенсивности и регулятору
11 возбуждения подключается аналого-
вая часть системы управления, содер-
жащая нелинейный элемент 8, первый
функциональный преобразователь 2, блок
3 перемножения и интеграторы 5 и 9.
В этом случае управление формируется
согласно уравнению:

$$- I_a R_A + G(\omega) K^2 \Phi^2 + \frac{\Phi}{2} \frac{\partial}{\partial \Phi} (I_a^2 R_B) = 0 \quad (1)$$

$$1 - \frac{M_c}{I_a K \Phi} = \frac{\Delta P_{ст}}{2 I_a^2 R_A},$$

где ω - угловая скорость, с;

I_a - ток в якорной цепи двигате-
ля А;

R_A - внутреннее сопротивление
якорной цепи, Ом;

K - конструктивный коэффициент
двигателя;

Φ - поток возбуждения двигателя,
вБ;

$G(\omega)$ - переменный коэффициент, ха-
рактеризующий зависимость по-
терь в стали двигателя от
скорости;

$$\Delta P_{ст} = G(\omega) \Phi^2 - \text{потери в стали двигателя, Вт;}$$

I_B - поток возбуждения двигателя, А;

R_B - сопротивление обмотки возбуждения, Ом;

$$\Delta P_{\Sigma} = I_A^2 R_A + \Delta P_{ст} + I_B^2 R_B + \Delta P_{мех}(\omega) - \text{полные потери в двигателе, Вт;}$$

$\Delta P_{мех}$ - механические потери, Вт;

M_c - момент статического сопротивления на валу двигателя, Нм.

Выполнение условий (1) обеспечивает достижение минимума функционала качества

$$Q_n = \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{I \Delta P}{I_A \Phi - M_c} d\omega = \int_{\omega_1}^{\omega_2} F(I_A, \Phi, \omega) d\omega \quad (2)$$

при совместном регулировании тока якоря и потока возбуждения двигателя и тем самым обеспечивает минимум потерь энергии, выделяющихся в двигателе за время, накладываемых на фазовые координаты электропривода.

В статическом режиме сигнал с датчика 1 скорости поступает на вход функционального преобразователя 2 и нелинейного блока 8. Сигнал с выхода нелинейного блока 8 суммируется на входе интегратора 9 (коэффициент K_4) с сигналом, пропорциональным току якоря (коэффициент K_5) и поступающим от датчика 4 тока якоря. Выходной сигнал интегратора 9 через ключ 23, управляемый триггером 22 Шмидта, уставкой которого является ограничение по току якоря I_m , поступая на регулирующий вход задатчика 10 интенсивности, управляет изменением скорости привода. Интегратор 9 для предотвращения накопления на его выходе больших сигналов в статическом режиме должен быть снабжен ограничителем выходного сигнала. Блок 3 перемножения осуществляет непрерывное перемножение двух сигналов - поступающего от датчика 4 тока и якоря и поступающего от функционального преобразователя 2. На выходе блока 3 перемножения формируется сигнал, поступающий со знаком плюс и с коэффициентом K_1 на первый вход интегратора 5. На второй его вход со знаком минус и с коэффициентом K_2 поступает с датчика 7 сигнал, пропорциональный напряжению, приложенному

к якорю двигателя, а на третий его вход со знаком минус и с коэффициентом K_3 поступает сигнал, пропорциональный току возбуждения от датчика 6. Сигнал с выхода интегратора 5 поступает на первый вход второго ключа 24, управляемого триггером 22 Шмидта, и далее на вход регулятора 11 возбуждения.

В динамическом режиме пока величина тока якоря не достигнет критического значения I_m электропривод работает по той же схеме, как и в статическом режиме. При соответствующем выборе коэффициентов $K_1 - K_5$ поддерживается минимум энергии потерь в двигателе в соответствии с законом управления (1) до выходе тока якоря на ограничение I_m .

Если ток якоря вышел на ограничение, то триггер 22 Шмидта производит коммутацию ключей 23 и 24 таким образом, что управление электроприводом в динамическом режиме осуществляется по закону:

$$(I_B R_B \frac{\partial I_B}{\partial \Phi} + G(\omega)\Phi)(I_m \Phi - M_c) - \frac{I_m}{2} P_{\Sigma}, \quad (2)$$

где ΔP_{Σ} находит из второго уравнения (1), т.е. начинает работать другая часть схемы управления.

Сигнал с выхода датчика 13 потока возбуждения подается на вторые входы сумматоров 15 и 14 с коэффициентами α и I_m соответственно, а сигнал с выхода датчика 12 статического момента сопротивления на первые входы этих же сумматоров с коэффициентами β и $-I$. Сигнал с выхода сумматора 15 делится на сигнал с выхода датчика 13 потока возбуждения, а сигнал с выхода сумматора 14 умножается на сигнал с выхода сумматора 16. Эти сигналы подаются на входы двухвходового интегратора 20 с соответствующими коэффициентами, на выходе которого формируется желаемое значение тока возбуждения. Для получения сигнала на втором входе блока 19 перемножения, пропорционального значению $(I_B R_B \frac{\partial I_B}{\partial \Phi} + G(\omega)\Phi)$ служат сумматор 15, функциональный преобразователь 21 и блок 18 перемножения. Сигнал с датчика 6 тока возбуждения преобразуется функциональным преобразователем 21 в величину $I_B R_B \frac{\partial I_B}{\partial \Phi}$. На один из

входов блока 18 перемножения подается сигнал, пропорциональный коэффициенту $G(\omega)$, характеризующему потери в стали двигателя, а на второй вход блока 18 перемножения подается сигнал с выхода датчика 13 потока возбуждения, в результате на выходе блока 18 перемножения получаем сигнал $G(\omega)\Phi$, который, складываясь с сигналом с выхода функционального преобразователя 21 с помощью сумматора 16, формирует на выходе последний сигнал, пропорциональный

$(I_B R_B \frac{\partial I_B}{\partial \Phi} + G(\omega)\Phi)$. Процесс разгона двигателя, формируемый по закону (2) с помощью вновь введенных элементов, осуществляется только при выходе тока якоря двигателя на ограничение I_m . При снижении тока якоря ниже I_m управление формируется по другому закону управления (1). Этот момент переключения контролируется триггером 22 Шмидта, выходной сигнал которого переключает ключи 23 и 24 на режим, идентичный описанному статическому режиму.

Таким образом обеспечивается оптимальное по потерям энергии функционирование электропривода с учетом ограничений накладываемых на фазовые координаты электропривода, что способствует еще большему снижению потерь электроэнергии. Применение предлагаемого устройства позволит по сравнению с известным, уменьшить потери электроэнергии в среднем на 10-20%.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Электропривод постоянного тока с минимизацией потерь в двигателе по авт. св. № 758447, отличающийся тем, что, с целью уменьшения потерь энергии в двигателе за счет более точного определения минимума функции качества с учетом накладываемых на фазовые координаты и управление двигателя ограничений, в него введены датчики момента статического сопротивления и потока возбуждения двигателя, три сумматора,

блок деления, второй и третий блоки перемножения, второй двухвходовый интегратор, второй функциональный преобразователь, триггер и два управляемых ключа, при этом выход датчика момента статического сопротивления подключен к первым входам первого и второго сумматоров, вторые входы которых, а также вход второго блока перемножения и вход делителя блока деления соединены с выходом датчика потока возбуждения, второй вход второго блока перемножения связан с выходом первого функционального преобразователя, а выход - с первым входом третьего сумматора, второй вход которого подключен к выходу второго функционального преобразователя, соединенного своим входом с выходом датчика тока возбуждения, вход делителя блока деления подключен к выходу второго сумматора, а его выход подключен к одному из входов второго двухвходового интегратора, второй вход которого соединен с выходом первого сумматора через третий блок перемножения, второй вход которого связан с выходом третьего сумматора, вход триггера соединен с выходом датчика тока якоря, а его выход подключен к управляющим входам управляемых ключей, исполнительные цепи первого из которых включены между выходами первого интегратора и датчика тока якоря с одной стороны и регулирующим входом задатчика интенсивности с другой, а исполнительные цепи второго управляемого ключа включены между выходами трехвходового интегратора и второго двухвходового интегратора с одной стороны и регулятором возбуждения с другой, причем второй функциональный преобразователь реализует зависимость

$$U = I_B R_B \frac{dI_B}{d\Phi}$$

где I_B - ток возбуждения электродвигателя;

R_B - сопротивление обмотки возбуждения;

Φ - поток возбуждения.