

*Запропонований спосіб параметричного керування перетворювачами постійної напруги з індуктивним дозуючим елементом. Наведена функціональна схема системи керування з комбінованим параметричним керуванням*

*Ключові слова: параметричне керування, перетворювач, система керування*

*Предложен способ параметрического управления преобразователями постоянного напряжения с индуктивным дозирующим элементом. Приведена функциональная схема системы управления с комбинированным параметрическим управлением*

*Ключевые слова: параметрическое управление, преобразователь*

*A method of parametric control converters dc voltage inductive measuring element. The functional diagram of the control system with combined parametric control*

*Key words: parametric control, converter*

## ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ С ИНДУКТИВНЫМ ДОЗИРУЮЩИМ ЭЛЕМЕНТОМ

**А. В. Аниськов**

Аспирант

Кафедра электроснабжения и ресурсосбережения  
Криворожский технический университет  
ул. Димитрова, 101/84, г. Кривой Рог, Украина, 50086  
Контактный тел.: (056) 401-46-10, 097-286-98-25  
E-mail: aniskov@softproject.com.ua

**А. А. Харитонов**

Старший преподаватель

Кафедра электроснабжения и ресурсосбережения  
Криворожский технический университет  
ул. Светлова, 3/1, г. Кривой Рог, Украина, 50000  
Контактный тел.: 068-852-80-53  
E-mail: Kaf\_EE@rambler.ru

### Введение

Условия применения преобразователей постоянного напряжения в газоразрядных электротехнологических установках имеют ряд важных особенностей. Рассмотрим особенности статического режима или режима, при котором изменение параметров осуществляется медленно (постоянные времена больше межмутационного интервала преобразователя постоянного напряжения). Обозначим этот режим СР:

- Вольтамперная характеристика газоразрядной установки имеет участки отрицательного динамического сопротивления и при работе от источника э.д.с. возможна неустойчивость работы (при одних и тех же напряжениях возможна работа при двух различных токах). Вследствие этого источник питания должен обладать крутопадающей внешней характеристикой (например, характеристикой источника тока).

- Качество выходного тока должно удовлетворять требованиям, предъявляемым потребителем.

- Выходной ток регулируется в широких пределах (в некоторых системах, например, при ионном азоти-

ровании возможна работа в режимах, близких к холостому ходу).

### Постановка проблемы

Для создания искусственных внешних характеристик, например, характеристик источника тока, в ППН используется обратная связь по регулируемому параметру (выходному току). Однако вычисление среднего значения выходного тока требует применения интегрирующего элемента, повышающего порядок САУ и вносящего значительные погрешности при измерениях.

### Способы параметрического управления ППН

На рис.1. приведена обобщенная структурная схема газоразрядной электротехнологической установки с ППН. Система управления газоразрядной установки является системой высшего уровня, которая на основе

программы при учете параметров процесса в технологической установке выбирает оптимальное значение выходного тока ППН, которое задается на локальную систему управления ППН, которая вырабатывает управляющие импульсы на силовые ключи ППН и обеспечивает стабильное значение и управляемость тока нагрузки в СР.

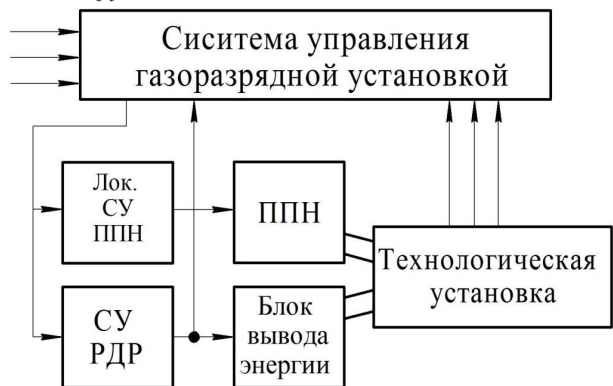


Рис. 1. Обобщенная структурная схема питания газоразрядной электротехнологической установки.

1 способ. Базируется на измерении с помощью таймера временного параметра, характеризующего режим прерывистого тока - интервала проводимости диода, который обозначен  $t_{пр}$ . Тогда, без учета потерь в преобразователе и пульсаций тока нагрузки  $i_n$ :

$$I_n = \frac{t_{пр} \cdot E \cdot \gamma}{2 \cdot L} \quad (1)$$

Таким образом, измерение  $t_{пр}$  позволяет рассчитать ток нагрузки по (1). Выражение (1) справедливо только при больших значениях емкости  $C$ . А при реальных значениях  $C$  зависимость (1) меняется, однако, характер зависимостей, представленный (1), сохраняется и во всех режимах. При постоянстве фильтрующих элементов зависимость  $I_n=f(t_{пр}, E, \gamma)$  однозначна. Зависимость может быть затабулирована в ПЗУ. При этом возникает проблема, связанная с тем, что зависимость  $I_n= f(E, \gamma, t_{пр})$  является функцией трех переменных, и для записи этой аналитически невычисляемой зависимости требуется адресное пространство, равное сумме разрядов величин  $E, \gamma$  и  $t_{пр}$ .

В инвариантных режимах эта зависимость в преобразователе может быть построена для одного значения  $\gamma$ , поскольку зависимость при других значениях могут быть получены изменением масштабных коэффициентов.

Способ 1 может обеспечить достаточную точность измерения тока только в тех случаях, когда интервал  $t_{пр}$  достаточно продолжителен, т.е. точность способа заведомо снижается при увеличении эквивалентного сопротивления нагрузки.

2 способ. Основывается на естественной внешней характеристике вентильного преобразователя. Зависимость  $\frac{U_n}{E} = f(I_n)$  может быть задана аналитически выражением  $\frac{U_n}{E} = \frac{E \cdot \gamma^2}{2 \cdot L \cdot f \cdot I_n}$  для тех режимов, где

это выражение достаточно точно, либо представлено в виде таблицы, занесенной в ПЗУ микропроцессорного контроллера. Соображения однозначности те же, что и при рассмотрении способа 1.

Рассмотрение внешних характеристик показывает, что при увеличении  $I_n$  производная  $dI_n / dU_n$  возрастает.

И поскольку величина  $U_n$  измеряется с некоторым шагом дискретизации  $\Delta U_n$ , то ток будет рассчитан с погрешностью  $\Delta I_n = (dI_n / dU_n) \cdot \Delta U_n$ .

При больших  $I_n$ , точность параметрического управления по способу 2 снижается. При высокоомных эквивалентных сопротивлениях точность способа 2 выше. При этом пульсации напряжения на конденсаторе весьма малы и измерение среднего значения выходного напряжения, требующее применение интегрирующих элементов со всем комплексом недостатков может быть заменено измерением мгновенного выходного напряжения на конденсаторе. Однако наличие пульсаций делает такую замену проблематичной. Несмотря на это, параметрическое управление позволяет обойтись без вычисления среднего: как минимальное, так и максимальное значение напряжений на нагрузке однозначно связано со средним значением тока нагрузки при выполнении сформулированных выше условий однозначности. К этой зависимости также приложимо понятие инвариантности режима.

Таким образом можно затабулировать связь тока нагрузки с минимальным ( $U_{n\min}$ ) либо максимальным ( $U_{n\max}$ ) значением выходного напряжения и осуществить параметрическое управление. Однако в системе возможно наличие субгармонических колебаний на частоте  $f/2$  и одностороннее параметрическое управление (либо по максимальному либо по минимальному выходному напряжению) будет их стимулировать. Поэтому целесообразнее снимать оба указанных значения выходного напряжения ( $U_{n\min}$  в момент отпирания и  $U_{n\max}$  запирания диода), находить их среднее

$$U_{cp} = (U_{n\max} + U_{n\min}) / 2$$

(оно будет ненамного отличаться, от среднего напряжения на нагрузке  $U_n$ ) и табулировать зависимость тока именно от этого значения  $U_{cp}$ .

Выше мы установили, что каждый способ позволяет обеспечить точность параметрического управления лишь на части внешних характеристик, следовательно, целесообразно применять комбинированный способ управления, когда система управления выбирает в каждом режиме тот способ параметрического управления, который обеспечивает большую точность.

Функциональная схема системы управления с комбинированным параметрическим управлением приведена на рис 2. Сигнал с датчика  $t_{пр}$  вместе со значением  $\gamma$  [п-1], заданным в начале текущего такта, служит для выбора способа управления.

При отпирании и закрытии диода с датчика выходного напряжения снимаются значения  $U_n \min$  и  $U_n \max$ . Сигналы  $t_{пр}$  либо  $U_n \min$  и  $U_n \max$  поступают на вычислители, на выходе которых формируется значение тока нагрузки. Полученный ток  $I_n$  сравнивается в регуляторе с управляющим током  $I_u$ , и рассогласование  $\Delta$  воздействует на работу таймера угла  $\gamma$ , управля-

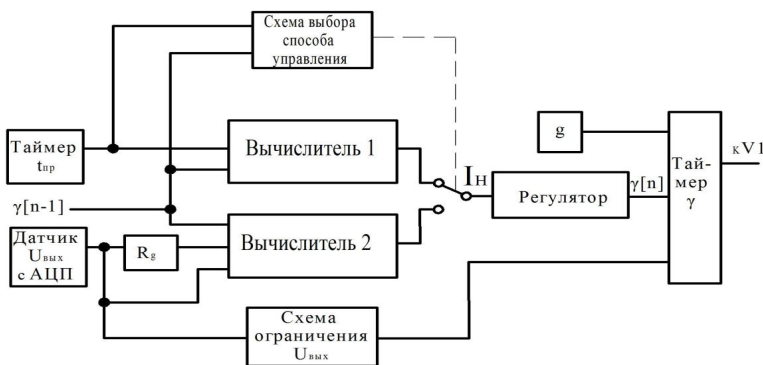


Рис. 2. Функциональная схема системы управления с комбинированным параметрическим управлением.

ющего работой транзисторов силовой части, задавая на него новое значение  $\gamma[n]$ . В функциональной схеме отсутствует связь по питающему напряжению. Этого можно добиться путем нормирования всех входных величин системы по величине  $E$ , Аналоговые величины  $U_{n \min}$  и  $U_{n \max}$  вводятся в систему управления через АЦП, в качестве опорного напряжения которого используется  $E$ . Величина управляющего тока  $I_u$  также нормируется: на схему подается нормированный управляющий сигнал:  $I_u/E$ . Если управляющий сигнал аналоговый, то он также преобразуется АЦП с опорным напряжением  $E$ . При цифровом управ-

ляющем сигнале он делится на  $E$  помощью таблицы деления, зашитой в ПЗУ микроконтроллера. Ограниченность диапазона изменения  $E$  при этом препятствует возникновению больших погрешностей дискретизации при делении. В схеме существует функциональный блок, осуществляющий защиту от режима холостого хода: при превышении напряжением на нагрузке предельного значения на величину  $\Delta U$  формируется управляющий импульс на силовой тиристор с приращением  $\Delta\gamma = -k \cdot \Delta U$ , где  $k$  - размерный коэффициент, выбираемый при анализе САУ. Контур стабилизации тока нагрузки при этом не функционирует.

**Выводы**

Параметрическое управление позволяет осуществить обратную связь по току при отсутствии в схеме датчиков тока и интеграторов. Предложены два способа параметрического управления без использования датчика тока и интегрирующих элементов (по внешним характеристикам и по интервалу проводимости диода).

**Литература**

1. Булатов, О.Г., Царенко А.Л. Тиристорно-конденсаторные преобразователи, М: Энергоатомиздат, 1982г.
2. Ранькис, И.Я. Оптимизация параметров тиристорных систем импульсного регулирования тягового электропривода / И.Я. Ранькис.- Рига.: Зинатке, 1985.-206 с.

*Запропоновано новий підхід до створення безконтактних приводів робочих органів машин різного призначення на основі структурного синтезу. Теоретично обґрунтовується наявність певних структурних та конструктивних елементів у безконтактному приводі*

*Ключові слова: безконтактний привод, робочі органи, структурний синтез*

---

*Предложен новый подход создания бесконтактных приводов рабочих органов машин разного назначения на основе структурного синтеза. Теоретически обосновывается наличие определенных структурных и конструктивных элементов в бесконтактном приводе*

*Ключевые слова: бесконтактный привод, рабочие органы, структурный синтез*

---

*A new approach in creating non-contact drives for working bodies of machines of different function based on structural synthesis was suggested. The existence of certain structural and design elements in non-contact drive is being theoretically explained*

*Key words: non contact drive, working bodies, structural synthesis*

УДК 621.01: 62-882

# СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ БЕЗКОНТАКТНИХ ПРИВОДІВ РОБОЧИХ МАШИН

**В.Е. Брешев**

Кандидат технічних наук, доцент\*  
 кафедра "Обладнання електронної промисловості"  
 Контактный тел. (0642) 41-44-97, 095-13-95-105  
 E-mail: oepvnu@mail.ru

**О.В. Брешев**

Аспірант  
 кафедра «Машинознавство»  
 \*Східноукраїнський національний університет імені  
 Володимира Даля.  
 кв. Молодіжний, 20-А, м. Луганськ, Україна, 91034  
 Контактный тел. (0642) 53-85-65, 095-871-82-56  
 E-mail: abreshev@gmail.com