

## КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ АКТИВНОЙ МОЩНОСТЬЮ В ЦЕПЯХ С ИЗМЕНЯЕМЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ НАГРУЗКИ

Крупко А.А. - студент, Суворова Н.В. - студент, Коротких В.М. - к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

В технологических процессах связанных с прямым пропусканием электрического тока через нагрузку, в которой происходят физические, физико-химические или иные процессы, сопротивление может расти, находится неизменным или падать. Зачастую все изменения происходят в одном технологическом цикле, следовательно, обеспечение стабильного энергетического воздействия или воздействия по заданному закону является важной задачей.

Идеально для стабилизации мощности применение источника питания с линейно-падающей вольт-амперной характеристикой, у которой величина действующего напряжения холостого хода равнялась величине тока короткого замыкания. На практике создание таких устройств весьма затруднительно из-за нелинейности входящих в него элементов.

Для решения задачи регулирования и стабилизации подводимой мощности к объекту технологического процесса с успехом можно применить аналоговые четырехквadrантные перемножители, аналоговые модуляторы и операционные усилители, так как с их помощью можно с имитировать любую передаточную функцию [1], [2].

Устройство контроля и управления активной мощностью рис. 1 состоит из первичного преобразователя 1, усилителя 2, четырехквadrантного перемножителя 3, фильтра нижних частот на операционном усилителе 4, схемы сравнения 5, устройство управления мощностью 6, источника питания 7.

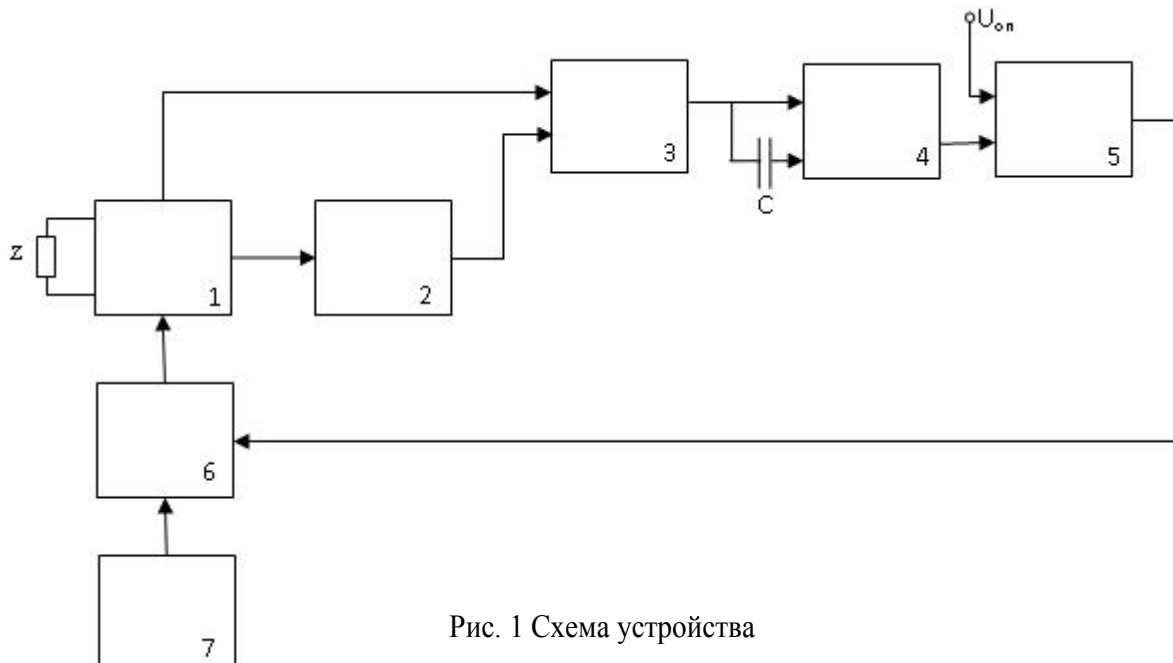


Рис. 1 Схема устройства

Работа предполагаемого устройства основана на измерении меняющейся входе энергетического воздействия активной мощности и сравнении её с заданным значением. Сигналы  $U_x$  и  $U_y$ , пропорциональные соответственно мгновенным значениям напряжения и тока объекта контроля подаются на входы четырехквadrантного перемножителя, реализующего передаточную функцию

$$U = k \cdot U_x \cdot U_y \quad (1)$$

Где  $k$  – коэффициент пропорциональности.

$$U_x = k_{\varphi} \cdot U_m \sin \omega t = U_{xm} \sin \omega t$$

$$U_y = R_{ш} \cdot i \cdot k_v = k_v \cdot R \cdot I_m \sin (\omega t + \varphi) = U_{ym} \sin (\omega t + \varphi)$$

$k_v$  - коэффициент усиления усилителя  $z$

$R_{ш}$  - сопротивление шунта

$k_{\varphi}$  - коэффициент деления входного напряжения

Тогда формулу (1) можно переписать

$$U = U_m \sin \omega t \cdot U_{ym} \sin (\omega t + \varphi) \quad \text{или}$$

$$U = \frac{1}{2} U_{xm} \cdot U_{ym} \cos \varphi + \frac{1}{2} U_{xm} \cdot U_{ym} \cos (2\omega t + \varphi) \quad (2)$$

Первая составляющая представляет постоянную и медленно изменяющуюся величину, пропорциональную активной мощности  $P$ , а вторая - мгновенной величине реактивной мощности, частота которой вдвое больше частоты питающего напряжения. Подав сигнал  $U$  на дифференциальный вход операционного усилителя 4, имеющего коэффициент усиления  $k_v = 2$ ,

$$U_1 = U = \frac{1}{2} U_{xm} \cdot U_{ym} [\cos \varphi + \cos (2\omega t + \varphi)],$$

и через разделительный конденсатор  $C$

$$U_2 = \frac{1}{2} U_{xm} \cdot U_{ym} \cos (2\omega t + \varphi) \quad \text{будем иметь на выходе фильтра нижних частот}$$

$$U_{\text{вых}(p)} = 2(U_1 - U_2) \quad (3)$$

подставив значения  $U_1$  и  $U_2$  уравнение (3) примет вид

$$U_{\text{вых}(p)} = 2 \left[ \frac{1}{2} U_{xm} \cdot U_{ym} \cos \varphi + \frac{1}{2} U_{xm} \cdot U_{ym} \cos (2\omega t + \varphi) - \frac{1}{2} U_{xm} \cdot U_{ym} \cos (2\omega t + \varphi) \right]$$

или

$$U_{\text{вых}(p)} = U_{xm} \cdot U_{ym} \cos \varphi \quad (4)$$

Далее схема сравнения 5 выводит сигнал на устройство, управляемое мощностью, и повышает её подвод к объекту воздействия, если  $U_{\text{вых}(p)}$  уменьшается и наоборот так как  $U_{\text{возд}} = U_{\text{эл}} - U_{\text{вых}(p)}$ . Устройством управления мощностью в данном случае является фазовращающая цепь тиристора или симистора.

Данная система контроля может быть использована в управляемых процессах высокотемпературного синтеза для разгона химических реакций, получения режима теплового взрыва [3].

#### Литература

1. Коротких В.М., Гумиров М.А. Четырехквadrантные перемножители в датчиках преобразования активной мощности в частоту. Датчики электрических и неэлектрических величин, доклады Второй Международной конференции, изд-во АлтГТУ, 1995.
2. Коломбет Е.А. Микропроцессорные средства обработки аналоговых сигналов. М.: Радио и связь, 1991.
3. Коротких В.М., Рябов С. П. Экспериментальное получение функциональной зависимости скорости распространения фронта горения от начальной температуры в технологиях СВ-синтеза//Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: Материалы и технологии. -Новосибирск: Наука, 2001.

## РЕГИСТРАЦИЯ И КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССАХ

Коротких А.В. - соискатель, Крупко А.А. - студент, Суворова Н.В. - студент,  
Коротких В.М. - к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В процессах самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, компактирования и наноструктурирования в плазменных химических реакциях, важно регистрировать динамику быстроизменяющегося электрического сопротивления, так как в ходе мультиэнергетического воздействия его резистивная (активная) и реактивная составляющие изменяются. Эти изменения связаны с фазами и ходом протекания химических реакций, со структурными превращениями, с энергетическим состоянием исследуемой системы и т.д.

Решение задачи можно обеспечить построением вольтамперной характеристики электрической цепи, однако при этом трудно судить о процессах, изменяющихся во времени, а, следовательно, производить сопоставительный анализ. В данном случае для регистрации и контроля электрического сопротивления первичным преобразователем (датчиком) параметрического типа является сам образец исследуемой смеси компонентов конденсированной электропроводной среды. Включение датчика осуществляется в цепь обратной связи операционного усилителя, параметры которой определяются модулем полного электрического сопротивления образца, тогда по коэффициенту пропускания, т.е. по выходному напряжению, можно судить о регистрируемой величине. Принципиальная схема устройства изображена на Рис.1.

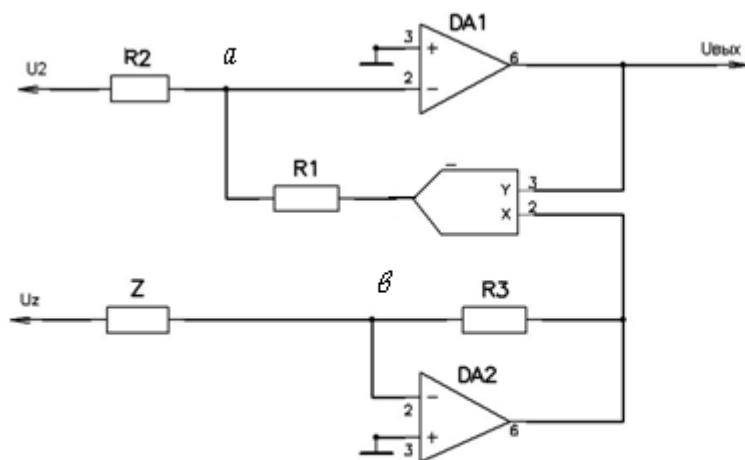


Рис.1 Принципиальная схема устройства контроля электрического сопротивления

Для электрического узла "а"- Рис.1, с учётом  $R_{вх} \approx \infty$  - DA1

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{U_x U_y}{R_1} \quad \text{или} \quad U_y = \frac{U_2 \cdot R_1}{U_x \cdot R_2} \quad (1), \quad \text{где } U_1 = U_x U_y$$

Для электрического узла "в"- Рис.1, с учётом  $R_{вх} \approx \infty$  - DA2 запишем

$$\frac{U_x}{R_3} = \frac{U_2}{Z} \quad \text{или} \quad U_x = \frac{R_3 \cdot U_2}{Z} \quad (2)$$

После подстановки (2) в (1) получаем

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_2 \cdot R_1}{U_2 R_3} \cdot Z \quad \text{или} \quad U_{\text{вых}} = k \cdot Z, \quad \text{где} \quad k = \frac{U_2 \cdot R_1}{U_2 R_3} -$$

коэффициент пропорциональности, в котором  $U_1$  и  $U_2$  напряжения, определяющие диапазон измеряемого полного сопротивления  $Z$ . Далее, выходной сигнал преобразуется в цифровой код стандартной платой сбора данных и вводится через последовательный порт в ЭВМ, работающий в режиме цифрового осциллографа.

Используя на выходе двухуровневого компаратора, работающего совместно с электронным переключателем напряжения позволяет автоматизировать процесс выбора диапазона измерения.

### Литература

1. Коротких В.М., Гумиров М.А. Четырехквadrантные перемножители в датчиках преобразования активной мощности в частоту. Датчики электрических и неэлектрических величин, доклады Второй Международной конференции, изд-во АлтГТУ, 1995.
2. Коротких В.М., Рябов С. П. Экспериментальное получение функциональной зависимости скорости распространения фронта горения от начальной температуры в технологиях СВ-синтеза//Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: Материалы и технологии. -Новосибирск: Наука, 2001.
3. Коломбет Е.А. Микропроцессорные средства обработки аналоговых сигналов. М.: Радио и связь, 1991.