

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **19865**

(13) **С1**

(46) **2016.02.28**

(51) МПК

G 01R 27/02 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ
ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(21) Номер заявки: а 20130442

(22) 2013.04.05

(43) 2014.12.30

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Гомельский государственный
технический университет имени
П.О.Сухого" (ВУ)

(72) Автор: Козусев Юрий Андреевич
(ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Гомельский государственный
технический университет имени П.О.Су-
хого" (ВУ)

(56) ВУ 7122 U, 2011.

RU 2187822 C1, 2002.

SU 1219985 A, 1986.

SU 1504626 A1, 1989.

SU 1691782 A1, 1991.

DE 3713643 A1, 1988.

(57)

1. Способ определения постоянной времени переходного процесса, в котором подают на вход исследуемого объекта сигнал постоянного напряжения и интегрируют сигнал переходного процесса на выходе упомянутого объекта в течение эталонного интервала времени Δt с момента подачи сигнала постоянного напряжения на его вход, причем величину Δt выбирают из условия:

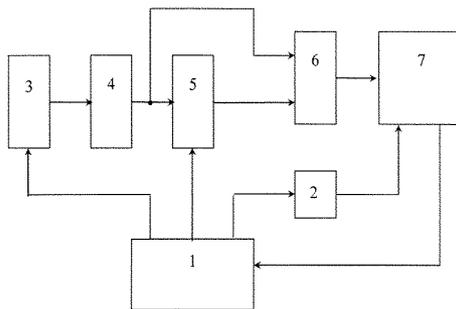
$$\Delta t = T \geq 5\tau,$$

где T - постоянная интегрирования;

τ - постоянная времени переходного процесса,

суммируют интегрированный сигнал с сигналом переходного процесса и через Δt измеряют напряжение полученного суммарного сигнала, пропорциональное искомой величине τ .

2. Устройство для определения постоянной времени переходного процесса способом по п. 1, содержащее микроконтроллер, таймер, управляемый генератор, вход которого соединен с первым выходом микроконтроллера, а выход - со входом исследуемого объекта,



Фиг. 1

ВУ 19865 С1 2016.02.28

интегратор, сумматор и аналого-цифровой преобразователь, выход которого соединен со входом микроконтроллера, причем выход исследуемого объекта соединен с первым входом интегратора и первым входом сумматора, выход интегратора соединен со вторым входом сумматора, выход которого соединен с первым входом аналого-цифрового преобразователя, второй выход микроконтроллера соединен со вторым входом интегратора, а третий выход микроконтроллера через таймер соединен со вторым входом аналого-цифрового преобразователя.

Изобретение относится к измерительной технике, а именно к определению постоянной времени переходных процессов, и может быть использовано при измерении различных физических величин с помощью емкостных или индуктивных датчиков.

Известен способ определения параметров переходного процесса в двухполюснике, в котором подают на вход исследуемого объекта сигнал постоянного напряжения, формируют образцовый интервал времени Δt , через образцовый интервал времени Δt с момента подачи напряжения измеряют первое мгновенное значение сигнала U_1 , через такой же образцовый интервал времени Δt с момента первого измерения измеряют второе мгновенное значение сигнала U_2 , через такой же образцовый интервал времени Δt с момента второго измерения измеряют третье мгновенное значение сигнала U_3 и рассчитывают параметры процесса [1].

В частности, для переходного процесса типа

$$U(t) = Ae^{-Bt} + C$$

вычисляют величину, обратную постоянной времени, показатель экспоненты, по формуле

$$B = -\frac{1}{\Delta t} \ln \left(\frac{U_2 - U_3}{U_1 - U_2} \right).$$

Устройство для определения параметров переходного процесса содержит микроконтроллер, таймер, управляемый генератор, вход которого соединен с первым выходом микроконтроллера, а выход соединен с входом исследуемого объекта, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), выход которого соединен с входом микроконтроллера, первый и второй входы АЦП соединены с выходом исследуемого объекта и вторым выходом микроконтроллера [1].

Недостатками прототипа являются низкая помехозащищенность и сложность получения результата измерения, обусловленная необходимостью дополнительных вычислений, а также низкая точность измерения, особенно при измерении быстропротекающих переходных процессов.

Наиболее близким к заявляемому является способ определения постоянной времени переходного процесса типа

$$U(t) = E(1 - e^{-t/\tau}),$$

в котором измеряют через интервал времени Δt между выборками значений U_1 и U_2 предварительно проинтегрированное входное напряжение, и вычислении искомой величины по формуле [2]

$$\tau = \frac{\Delta t}{\ln \frac{U_1}{U_2}}.$$

Устройство для определения постоянной времени переходного процесса содержит входную цепь, аналого-цифровой преобразователь, микроконтроллер, дисплей и масштабирующий усилитель, вход которого соединен с клеммой входной цепи, а выход - с входом дифференциатора, который подключен к входу аналого-цифрового преобразователя, а

BY 19865 C1 2016.02.28

микроконтроллер соединен с масштабирующим усилителем, аналого-цифровым преобразователем и дисплеем по шине SPI [2].

Недостатками прототипа являются необходимость дополнительных вычислений, низкая помехозащищенность и точность определения постоянной времени переходного процесса вследствие наличия операции дифференцирования.

Задача изобретения - упрощение процесса измерения, повышение помехозащищенности и точности определения постоянной времени переходного процесса.

Задача достигается тем, что в способе определения постоянной времени переходного процесса подают на вход исследуемого объекта сигнал постоянного напряжения и интегрируют сигнал переходного процесса на выходе упомянутого объекта в течение эталонного интервала времени Δt с момента подачи сигнала постоянного напряжения на его вход, причем величину Δt выбирают из условия:

$$\Delta t = T \geq 5\tau,$$

где T - постоянная интегрирования;

τ - постоянная времени переходного процесса,

суммируют интегрированный сигнал с сигналом переходного процесса и через Δt измеряют напряжение полученного суммарного сигнала, пропорциональное искомой величине τ .

Задача достигается тем, что устройство для определения постоянной времени переходного процесса содержит микроконтроллер, таймер, управляемый генератор, вход которого соединен с первым выходом микроконтроллера, а выход - со входом исследуемого объекта, интегратор, сумматор и аналого-цифровой преобразователь, выход которого соединен со входом микроконтроллера, причем выход исследуемого объекта соединен с первым входом интегратора и первым входом сумматора, выход интегратора соединен со вторым входом сумматора, выход которого соединен с первым входом аналого-цифрового преобразователя, второй выход микроконтроллера соединен со вторым входом интегратора, а третий выход микроконтроллера через таймер соединен со вторым входом аналого-цифрового преобразователя.

Реализация предложенного способа позволяет исключить дополнительные вычисления, повысить помехозащищенность за счет операции интегрирования и повысить точность измерения постоянной времени переходного процесса. В соответствии с предложенным способом в заданный момент времени формируется напряжение, пропорциональное постоянной времени переходного процесса.

На фиг. 1 показана структурная схема устройства.

На фиг. 2 приведены временные диаграммы сигналов, поясняющие способ измерения:

1 - исследуемый переходный процесс,

2 - результат суммирования сигнала переходного процесса и интеграла напряжения переходного процесса.

Устройство для определения постоянной времени переходного процесса содержит микроконтроллер 1, таймер 2, управляемый генератор 3, вход которого соединен с первым выходом микроконтроллера 1, а выход - со входом исследуемого объекта 4, интегратор 5, сумматор 6 и аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 7, выход которого соединен с входом микроконтроллера 1.

Выход исследуемого объекта 4 соединен с первым входом интегратора 5 и первым входом сумматора 6, выход интегратора 5 соединен со вторым входом сумматора 6, выход которого соединен с первым входом АЦП 7, второй выход микроконтроллера 1 соединен со вторым входом интегратора 5, третий выход микроконтроллера 1 через таймер 2 соединен со вторым входом АЦП 7.

Чтобы не влиять вносимым входным сопротивлением на исследуемый объект 4, интегратор 5 может содержать на входе повторитель напряжения с большим входным сопротивлением.

Способ определения постоянной времени переходного процесса заключается в следующем. На вход исследуемого объекта 4 по сигналу с микроконтроллера 1 с выхода управляемого генератора 3 подается постоянное напряжение E , одновременно начинается формирование образцового интервала времени Δt с помощью таймера 2.

На выходе объекта 4 формируется напряжение переходного процесса

$$U(t) = E(1 - e^{-t/\tau}), \quad (1)$$

где τ - измеряемый параметр, постоянная времени.

Переходный процесс изображен графиком 1 на фиг. 2.

Результат интегрирования сигнала $U(t)$ инвертирующим интегратором 5 с постоянной интегрирования T имеет вид

$$U_{\text{ИНТ}}(t) = -\frac{E}{T} \int_0^t (1 - e^{-t/\tau}) dt = -\frac{E}{T} [t - \tau(e^{-t/\tau} - 1)]. \quad (2)$$

Результат суммирования сумматором 6 с коэффициентом суммирования n сигнала (1) и интеграла сигнала (2) имеет вид

$$U_{\Sigma}(t) = n[U_{\text{ИНТ}}(t) + U(t)] = nE(1 - e^{-t/\tau}) - n \frac{E}{T} [t - \tau(e^{-t/\tau} - 1)] \quad (3)$$

и представлен графиком 2 на фиг. 2.

В момент времени Δt по сигналу с таймера 2 АЦП 7 измеряет напряжение сумматора 6, которое равно

$$U_{\Sigma}(\Delta t) = nE(1 - e^{-\Delta t/\tau}) - n \frac{E}{T} [\Delta t - \tau(e^{-\Delta t/\tau} - 1)]. \quad (4)$$

Величина образцового интервала времени выбирается из условия

$$\Delta t = T \geq 5\tau_{\text{макс}}, \quad (5)$$

где $\tau_{\text{макс}}$ - предел измерения.

При $\Delta t = 5\tau_{\text{макс}}$ методическая погрешность измерения, экспоненциальная составляющая $e^{-\Delta t/\tau}$, не превышает значения $e^{-5} \approx 0,007$.

При $\Delta t = 10\tau_{\text{макс}}$ методическая погрешность на пределе измерения равна $e^{-10} \approx 5 \cdot 10^{-5}$ и пренебрежимо мала.

При условии (5) экспоненциальной составляющей $e^{-\Delta t/\tau}$ в выражении (4) можно пренебречь:

$$U_{\Sigma}(\Delta t) = nE - n \frac{E}{T} [\Delta t - \tau] = n \frac{E}{T} \tau. \quad (6)$$

Таким образом, путем интегрирования в течение эталонного интервала Δt переходного процесса и суммирования с сигналом предлагаемый способ позволяет сформировать напряжение, пропорциональное измеряемой величине. Измерение этого напряжения можно осуществить любым известным способом.

При контроле быстропротекающих переходных процессов для повышения быстродействия АЦП 7 может содержать аналоговое устройство выборки и хранения. Измеренное значение хранится в памяти АЦП или заносится в микроконтроллер.

После окончания измерения по сигналу АЦП 7 микроконтроллер 1 обнуляет интегратор 5, перезапускает генератор 3, измерение циклически повторяется.

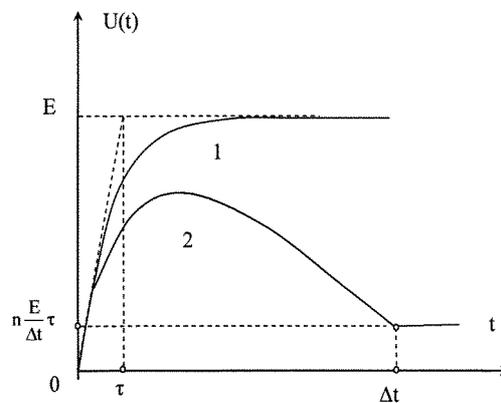
Операция интегрирования повышает помехозащищенность процесса измерения. Способ не требует операции дифференцирования для выделения свободной составляющей, а также не требует дополнительных вычислений. Не требуются операции предварительного измерения и хранения установившегося напряжения переходного процесса.

Крутизна измеряемого напряжения, график 2 на фиг. 2, значительно меньше, чем крутизна переходного процесса на участке $0 < t < \tau$, поэтому точность измерения напряжения (6) и, следовательно, точность измерения постоянной времени значительно выше, чем известными способами.

BY 19865 C1 2016.02.28

Источники информации:

1. RU 2180966 C2, МПК G 01R 27/26; G 01R 27/02, 2002.
2. BY 7122 U, МПК G 01R 23/16, 2011.



Фиг. 2