

$n$  - число составляющих компонент преобразователя.

Подставив конкретные данные в затратный функционал, можно получить ориентировочную стоимость разрабатываемого ЦИП.

#### Список использованных источников

1. Вопросы проектирования преобразователей формы информации. Под ред. А.И.Кондалева.-К.: Наукова думка,1977. -242с.
2. Фотоэлектрические преобразователи информации. По ред. А.Н.Преснухина. М.:Машиностроение.1975. - 376с.

## БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ЦИФРОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Капустин А.А., Капустин А.С.

Оценка быстродействия цифровых измерительных преобразователей (ЦИП) является актуальной задачей при проектировании вновь создаваемых образцов преобразователей.

Определение временных характеристик работы ЦИП будет производиться на основе обобщенной структурной схемы преобразования с учетом конкретной элементной базы и с учетом алгоритмов их функционирования.

Основная цель исследования временных характеристик сводится к тому, чтобы оценить быстродействие ЦИП до его разработки с учетом оптимального распределения информационной загрузки между отсчетами (в частности ГО и ТО).

При таком подходе достигается экономия аппаратурных затрат и ускоряются сроки проектирования ЦИП.

Анализ быстродействия ЦИП будем проводить исходя из следующих ограничений: время срабатывания тех или иных функциональных элементов независимо от времени срабатывания предыдущих и последующих по схеме элементов. Для оценки минимального быстродействия используется максимальное время срабатывания элементов, т. е. сумма времен включения и выключения. Необходимо, чтобы отдельные функциональные узлы ЦИП были выполнены на одностипной элементной базе с одинаковым классом точности и быстродействием. Форма выходного кода ЦИП одинакова для всех схем (для простоты оценки примем ее двоичной), а также одинаковы параметры входной аналоговой величины.

Исходя из выше перечисленных ограничений функционал по быстродействию в общем случае определяет время, затраченное на формирование одного отсчета выходного кода ЦИП и имеет вид:

$$F_{\text{ц}} = \sum_{\phi \in \Phi} f_{\phi} A'_{\phi} \cdot t_{\phi}, \quad \Phi \in \{B\},$$

где  $f_\phi$  - частота использования функционального узла за один цикл преобразования,

$A'_\phi$  - число функциональных узлов с наибольшим временем преобразования, участвующих в формировании отсчета,

$t_\phi$  - время задержки эквивалентного элемента с учетом длительности фронтов импульсов.

Из анализа обобщенной функциональной схемы ЦИП следует, что:

1. Процесс формирования ГО происходит параллельно во всех каналах. Тогда при идентичности каналов ГО по быстродействию, достаточно рассмотреть время формирования отсчета только в одном канале ГО.

2. Формирование ГО в нониусной полнофазной системе происходит также параллельно. Отличие состоит только в том, что преобразователь единичного позиционного кода в двоичный позиционный код должен работать в  $2^{q_2}$  раз быстрее чем схема устранения неоднозначности для того, чтобы за один период единичного позиционного кода можно было сформировать  $q_2$  разрядов ГО.

3. Время задержки включения излучателей не учитывается в связи с тем, что излучатели включаются все одновременно перед началом работы ЦПУ и переходные процессы в них не сказываются на формировании отсчетов в процессе работы.

Время формирования в ГО определится как:

$$T_{го} = t_{\phi.п} + t_{му} + t_k + t_{c.з} + t_p,$$

а время формирования в ТО будет равно

$$T_{то} = t_{\phi.п} + t_{му} + t_k + t_{c.з} + 2^{q_2} t_{пр}$$

где  $t_{\phi.п}$  - задержка включения и выключения фотоприемника,

$t_{му}$  - время задержки в масштабирующем усилителе,

$t_k$  - время задержки в компараторе,

$t_{c.з}$  - время задержки в схеме записи в регистр,

$t_p$  - время задержки в регистре,

$t_{c.з}$  - время задержки в схеме устранения неоднозначности,

$t_{пр}$  - время задержки в преобразователе кодов.

Так как ГО и ТО формируются параллельно, то надо учитывать только наибольшее время формирования, при этом надо иметь в виду, что при реализации на одной элементной базе  $t_{c.з} \approx t_{c.з}$ , и тогда

$$T_o = t_{\phi.п} + t_{му} + t_k + t_l + \begin{cases} t_p, & \text{при } t_p > t_{пр} \cdot 2^{q_2} \\ 2^{q_2} t_{пр}, & \text{при } t_p < t_{пр} \cdot 2^{q_2} \end{cases}$$

Используя справочные данные [2] и принимая в качестве эталона время задержки  $t_l$  в одном элементе И-НЕ, составляем усредненные оценки времени переключения функциональных узлов ЦИП по отношению к логическому элементу И-НЕ.

$$t_{\phi.п} \approx t_l; t_{му} \approx 10t_l; t_k \approx 10t_l; t_p \approx 2t_l; t_{пр} \approx 4t_l.$$

На этом основании при  $q_2 = 0$   $2^{q_2} \cdot t_{пр} = 4t_{л} > t_p = 2t_{л}$  и

$$T_o = t_{л} + 10t_{л} + 10t_{л} + t_{л} + 4 \cdot 2^{q_2} \cdot t_{л}.$$

Окончательно функционал по быстродействию запишется в виде:

$$F_f = T_o = t_{л} (22 + 2^{q_2 + 2}).$$

Отсюда частота смены выходного кода определится как:

$$f_k = 1/T_o = [t_{л} (22 + 2^{q_2 + 2})]^{-1}.$$

Частота смены кода при вращении вала определяется в основном частотой сигнала с младшей кодовой дорожки кодирующего элемента, число элементов на которой равно  $2^{q_{\Sigma} - q_2}$ .

Таким образом, частота вращения выходного вала ЦИП определится как:

$$F_f = f_c = [(22 + 2^{q_2 + 2}) \cdot 2^{q_{\Sigma} - q_2} \cdot t_{л}]^{-1}.$$

Описанный функционал позволяет оценить быстродействие разрабатываемого ЦИП.

#### Список использованных источников

1. В.М. Гречишников, А.В. Данилов, А.С. Капустин. Оптоэлектронный цифровой преобразователь угол - код с волоконными световодами. - Теория и проектирование систем автоматического управления и их элементов. Уфа, 1984, с. 83-86.
2. Интегральные микросхемы. Справочник. Под ред. Б.В.Тарабина. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 528с

## НАДЕЖНОСТЬ ЦИФРОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Капустин А.А., Капустин А.С.

Задача анализа надежности является одной из основных задач проектирования цифровых измерительных преобразователей (ЦИП). В связи с этим требуется разработка формальных методов оценки надежности ЦИП на этапе структурного и функционального проектирования.

Основными показателями надежности ЦИП могут быть вероятность безотказной работы  $P(t)$ , среднее время наработки на отказ  $T_o$ , среднее время безотказной работы  $T_c$ , среднее время восстановления  $T_b$ , коэффициент готовности  $K_r$ , который определяется из выражения:

$$K_r = T_o / (T_c + T_b).$$

Последние два показателя надежности свойственны только восстанавливаемым ЦИП. Под отказом ЦИП понимается событие, заключающееся в полной или частичной утере его работоспособности.

Конструктивная надежности ЦИП порождает конструктивный (внезапный) отказ. Отклонение основной метрологической характеристики ЦИП за пределы допустимого значения рассматривается как метрологи-