

схемы управления — для выработки управляющих сигналов;
регистра команд — для организации режимов работы;
регистра символа — для приема информации и проверки ее на четность;
схемы анализа указателей — для опроса состояния БСМ;
схемы особых ситуаций — для выработки конца работы при нормальном окончании обмена и при сбойных ситуациях, а также сигнала запроса на прерывание, поступающего в ЭВМ;

схемы переходных элементов — для согласования сигналов с блоком связи;
схемы приема-передачи — для передачи информации и управляющих сигналов в линию или приема их из линии;

пульта управления — для включения блока и индикации основных его состояний.
В состав БСЭ входят следующие узлы:
селектор — для дешифрации номера внешнего устройства присвоенного блоку;
схема флагов — для организации режимов работы и переходов при опросе флагов;
регистр символа — для приема и контроля информации и формирования контрольного разряда при передаче из ЭВМ «Электроника-100».

Остальные функциональные узлы БСЭ (схема управления, пульт управления, схема особых ситуаций, схема приема-передачи) выполняют аналогичные функции, что и в БСМ.

Устройство сопряжения выполнено на базе модулей ЭВМ «Электроника-100». Использование данного устройства сопряжения в системе сбора и предварительной обработки информации [3] показало высокую эксплуатационную надежность и обеспечило новый уровень проведения ядерного эксперимента в ЛИЯФ АН СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Бреннер, Ю. В. Ступин. Децентрализованные и централизованные системы обработки в научных исследованиях США. — «Препринт Физ. ин-та им. П. Н. Лебедева АН СССР. М., 1973.
2. В. В. Пржиалковский, Г. Д. Смирнов, В. Я. Пыхтин. Электронная вычислительная машина «Минск-32». М., «Статистика», 1972.
3. Г. Ш. Весна, Т. Н. Иватина, С. Н. Николаев, Ю. Ф. Рябов, Л. П. Солдатов. Система сбора и предварительной обработки экспериментальной информации на базе ЭВМ «Минск-32». Л., Изд. ЛИЯФ им. Б. П. Константинова АН СССР, 1973.

Поступило в редакцию 2 декабря 1974 г.

УДК 621.317.7

Е. Д. КОНСОН
(Ленинград)

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ КОММУТАЦИИ В МНОГОКАНАЛЬНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Рассматривается задача формирования программы работы для коммутирующего устройства в многоканальной системе сбора информации. Предполагается, что регистрация данных производится на одном записывающем устройстве, к которому датчики периодически подключаются через коммутатор в тактовые моменты времени. Преимущество такого способа регистрации подробно анализировались в работах [1, 2].

В работе [1] предлагался алгоритм определения частот опросов датчиков (допустимых частот), при которых в принципе могут быть исключены пропуски и наложения в работе регистрирующего устройства, т. е. исключаются ситуации, когда в некоторые тактовые моменты требуется записать показания нескольких датчиков, а в другие не поступает никаких данных для записи. Вопрос о построении программы коммутатора, реализующей опрос с найденными частотами, в [1] не рассматривался.

Цель настоящего сообщения — изложение способа формирования по найденным частотам программы работы для коммутирующего устройства.

Введем ряд обозначений. Пусть n — число датчиков, а s — число групп, образованных из n исходных датчиков с помощью алгоритма последовательного разделения на группы [1], обозначим число датчиков в группе через j_k , $k=1, 2, \dots, s$. В соответ-

ствии с работой [1] датчики, принадлежащие одной группе, опрашиваются с одинаковой частотой

$$f_k = f_0 / (j_k 2^{r_k}),$$

где f_0 — частота работы регистрирующего устройства (тактовая частота), r_k — некоторое целое положительное число, причем

$$\sum_{k=1}^s \frac{1}{j_k 2^{r_k}} = 1.$$

Отметим, что предлагаемые в [2] наборы допустимых частот опросов получаются как частный случай рассматриваемых здесь при $j_1 = j_2 = \dots = j_s = 1$.

Выражение для f_k можно трактовать следующим образом. Начиная с некоторого тактового момента, через каждые 2^{r_k} тактов к регистрирующему устройству подключается k -я группа (групповая коммутация) и при каждом подключении записываются показания очередного датчика из этой группы (циклическая коммутация внутри группы).

Циклический опрос программно организуется достаточно просто, и на этом вопросе останавливаться не будем. Обратимся к задаче групповой коммутации.

Для построения программы подключения групп рассмотрим приведенную на рисунке схему, состоящую из переключателей, каждый из которых имеет два положения. В исходном состоянии все переключатели находятся в левом положении. Пусть в каждый тактовый момент меняют положение только те переключатели, через которые вершина подключалась к точке нижнего уровня (вначале такой, очевидно, будет точка 0). Анализируя работу схемы в указанных условиях, нетрудно установить следующее.

Во-первых, за 2^M тактов вершина будет подключена по одному разу ко всем точкам нижнего уровня. Во-вторых, номер N подключаемой к вершине в момент t ($t=0, 1, 2, \dots, 2^M-1$) точки M -го уровня определяется так:

$$N = \sum_{p=1}^M i_p 2^{M-p}, \quad (1)$$

где $i_M i_{M-1} \dots i_2 i_1$ — запись числа t в двоичной системе. Другими словами, для определения N необходимо, используя M разрядов, записать в двоичной системе t , «зеркально отразить» полученное число и результат перевести в десятичную систему. Подобное перемешивание чисел натурального ряда, в данном случае нумерующих тактовые моменты, встречается также в алгоритмах БПФ [3]. В-третьих, часть данной схемы может осуществлять групповую коммутацию. Действительно, присоединим первую группу к крайней левой точке уровня r_1 и удалим из схемы все точки уровней ниже r_1 , которые могут подключаться к данной. В полученной схеме вторую группу присоединим к левой точке уровня r_2 и т. д. Нетрудно убедиться, что в результате групповая коммутация будет осуществляться с заданными частотами.

При использовании в качестве коммутатора ЭВМ (например, $M=6000$) в непосредственной реализации схемы группового подключения нет необходимости. Ее работа может быть программно имитирована следующим образом.

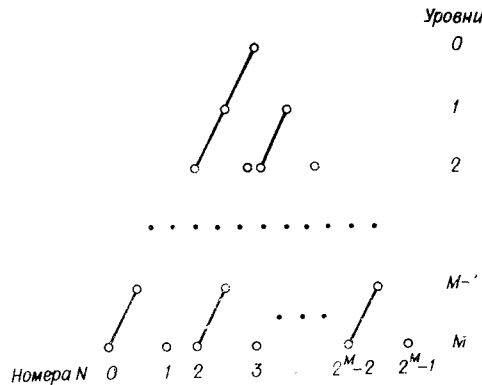
Каждые 2^M тактов, где $M = \max_k \{r_k\}$, вырабатывается последовательность двоичных M -разрядных номеров моментов t и на их основании в соответствии с (1) последовательность десятичных чисел N . Номер k подключаемой в тактовый момент группы выбирается так, чтобы выполнялись неравенства

$$\Gamma_{k-1} < N \leq \Gamma_k, \quad (2)$$

где Γ_{k-1} и Γ_k — элементы последовательности, построенной с помощью соотношений

$$\begin{aligned} \Gamma_0 &= -1, \\ \Gamma_i &= \Gamma_{i-1} + 2^{M-r_i}, \quad i = 1, 2, \dots, s. \end{aligned} \quad (3)$$

Очевидно, что числа $\Gamma_{k-1}+1, \Gamma_{k-1}+2, \dots, \Gamma_k$ можно рассматривать как номера точек уровня M , подключающихся к вершине схемы обязательно через точку, к кото-



Уровни

0

1

2

M-1

M

Номера N

0

1

2

3

...

2^{M-2}

2^{M-1}

рой была присоединена k -я группа в процессе формирования схемы группового коммутатора. Следовательно, подключение к вершине группы номер k происходит при подключении к вершине любой из данных точек нижнего уровня. Последнее и устанавливается при проверке условий (2).

Таким образом, изложенный способ позволяет сформировать программу опроса датчиков с частотами, определяемыми с помощью алгоритма последовательного разделения групп. В дополнение к построениям работы [1] отметим, что вместо используемого в ней функционала J , при минимизации которого определяются допустимые частоты, может быть использован функционал, характеризующий невязку между допустимыми частотами и необходимыми частотами f_i^* , $i=1, 2, \dots, n$. Такой функционал рассматривался в [2]. В этом случае потребуется лишь пронумеровать датчики так, чтобы выполнялись соотношения $f_1^* \leq f_2^* \leq \dots \leq f_n^*$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. С. Каташков, Е. Д. Консон, Ю. Л. Розов. Алгоритм определения частоты опросов в многоканальной измерительной системе.— «Автометрия», 1972, № 4, с. 12—17.
2. Г. Н. Хуснутдинов, М. Б. Цодиков. Программная коммутация в многоканальных измерительных системах.— «Автоматика и вычислительная техника», 1972, № 4, с. 59—65.
3. Кокрен, Кули, Фейвин, Хелмс, Кенел, Ланг, Малинг, Рейдер, Уэлч. Что такое «быстрое преобразование Фурье»?— «ТИИЭР», 1967, № 10, с. 7—17.

Поступило в редакцию 2 сентября 1974 г.

УДК 519.24.389.0

А. В. АНДРИЯНОВ, В. В. КРЫЛОВ

(Горький)

ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ АППАРАТНЫХ ФУНКЦИЙ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ АНАЛОГОВЫМИ МЕТОДАМИ

В настоящем сообщении рассмотрены возможности построения оптимальных по минимуму среднеквадратической ошибки корректоров на основе аналоговой вычислительной машины (АВМ), входящей в состав измерительного комплекса. Применение «медленных» АВМ в аппаратуре исследования быстропротекающих переходных процессов становится возможным при использовании индикаторных устройств со стробоскопическими преобразователями [1], с помощью которых спектр наблюдаемого сигнала трансформируется в низкочастотную область. В этом случае процессу измерения случайного сигнала $z(t)$, поступающего на вход измерителя с результирующей аппаратной функцией $h(t)$ и аддитивным шумом на выходе $n(t)$, может быть поставлена в соответствие следующая математическая модель:

$$y(t) = \int_{-\infty}^t h(\tau) z(t-\tau) d\tau + n(t),$$

где $y(t)$ — доступный наблюдению сигнал на выходе измерителя. Определение сигнала $z(t)$ в реальном времени сводится к фильтрации сигнала $y(t)$ линейным фильтром с весовой функцией $k(t)$, удовлетворяющей минимуму функционала [2,3]

$$M[k] = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\int_0^t k(t-\tau) [y(\tau) + n(\tau)] d\tau - z(t) \right]^2 dt. \quad (1)$$

Обычно такая задача сводится к интегральному уравнению Винера — Хопфа с последующим применением методов факторизации в частотной области. Однако если преобразование Фурье корреляционных функций ансамблей сигналов и шума $R_z(t)$, $R_n(t)$