

СХЕМА синхронизации многомодульного линейного детектора

Д.М. Чумаков, С.А. Щетинкин, М.Б. Лебедев, С.В. Козлов, А.В. Сысоев

В статье рассмотрен один из возможных вариантов системы синхронизации многомодульного линейного детектора в составе транспортной рентгеновской установки. Показаны особенности построения схемы синхронизации в наиболее сложных условиях. Предложен метод реализации интерфейса синхронизации системы.

При использовании многомодульных линейных детекторов (рис. 1) в составе различных рентгеновских систем необходимо обеспечить надежную синхронизацию каждого модуля от общего источника синхроимпульсов.

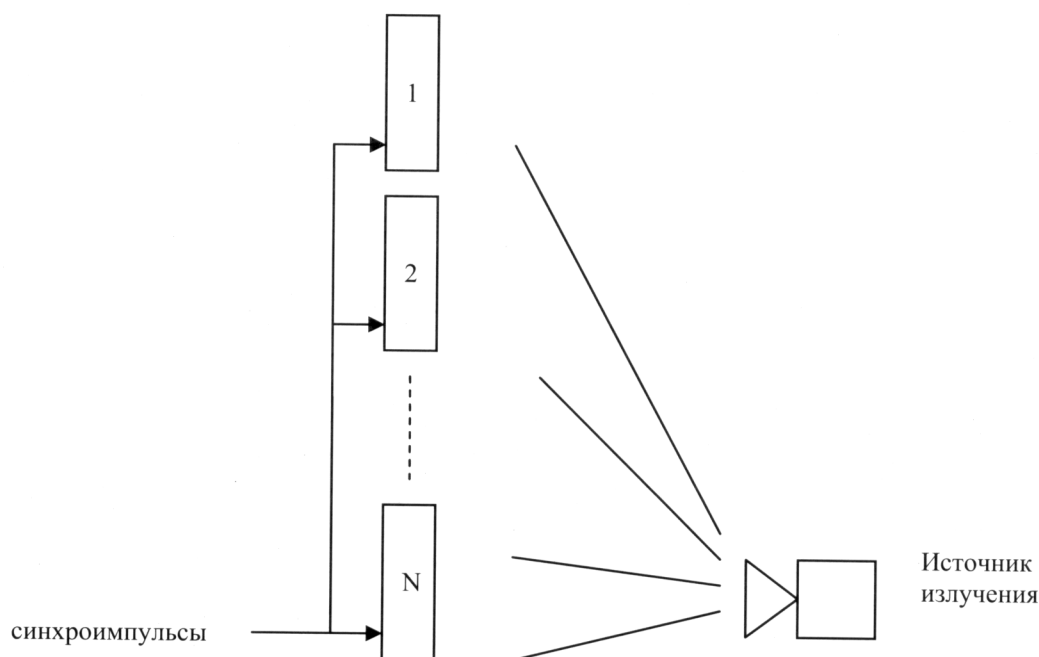


Рис. 2. Схема рентгеновской установки на основе многомодульного линейного детектора

Для получения синхроимпульсов возможно использование нескольких источников:

- Импульсный рентгеновский излучатель. Частота следования импульсов обычно не меньше 200 Гц и не превышает 1,5 КГц при длительности около 100 мкс. Обычно в каждом импульсном аппарате предусмотрен специальный выходной сигнал, синхронный с излучением. Временная привязка к каждому импульсу необходима для оптимального сбора информации о поглощенной детекторами дозе.
- Импульсы от системы движения. Данный вид синхронизации позволяет получить привязку к линейному перемещению исследуемого объекта, что особенно актуально для транспортных систем с неравномерной скоростью перемещения. Максимальная скорость движения объекта в большинстве случаев не превышает 25 см/сек. Например, если мы хотим получить пиксели квадратной формы для детектора с апертурой 0,8 мм при заданной максимальной скорости, частота захвата данных будет составлять:

$$F = V / A = 250 / 0,8 = 312,5 \text{ (Гц)},$$

где V – скорость перемещения объекта;
 A – линейный размер детектора.

- Внутренний генератор синхроимпульсов. Вспомогательное устройство, позволяющее самостоятельно вырабатывать импульсы синхронизации при отсутствии рассмотренных выше привязок.
- Информация об энергии рентгеновских импульсов. Данный вид привязки стал актуальным благодаря появлению импульсных аппаратов с изменяемой от импульса к импульсу энергией. Кроме того, количество импульсов с разной энергией может быть не одинаково (например в пропорции 1:3). Применение подобной технологии упрощает задачу разделения веществ по плотности, что позволяет в определенных пределах осуществлять их идентификацию.

Рассмотренные источники синхроимпульсов могут встречаться в произвольных комбинациях, что делает необходимым обеспечение надежности общей синхронизации, особенно для систем, содержащих линейный детектор, составленный из нескольких независимых модулей. Ниже в таблице представлены возможные комбинации устройств.

Таблица 1

№	Тип рентгеновского источника	Источник синхронизации	Информация о перемещении	Дуальные энергии
1	Импульсный	аппарат	Сист. движения / внутр. герератор	+/-
2	Постоянного тока	Сист. движения / внутр. герератор	--//--	+/-

Основным критерием выбора источника синхронизации является тип рентгеновского аппарата. В случае с импульсным аппаратом, существует необходимость в привязке момента считывания данных к каждому импульсу. При этом, не желательно использовать импульсы от аппарата в качестве информации о перемещении, т. к. частота следования может меняться в зависимости от режима его работы.

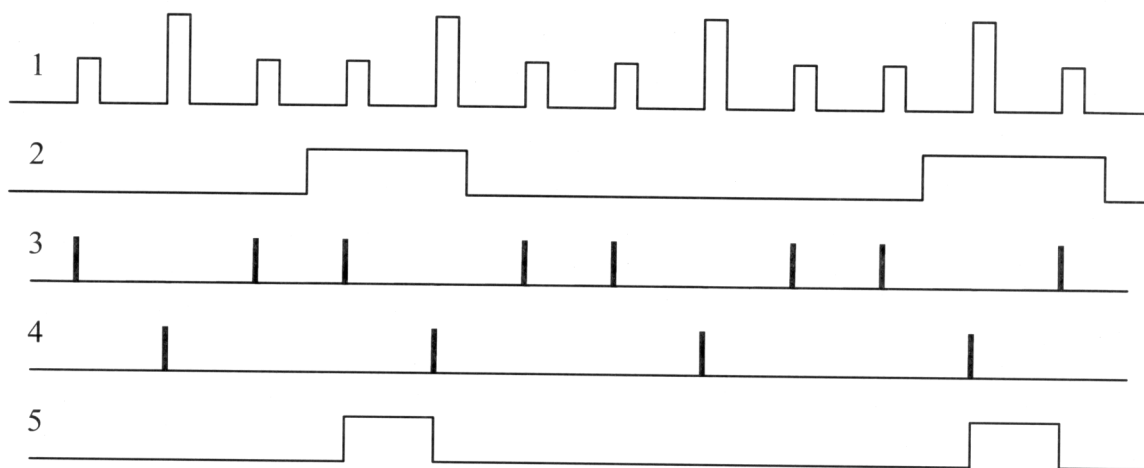
Для привязки процесса считывания к движению применяются датчики линейного перемещения. Их применение позволяет получать изображения с одинаковыми геометрическими свойствами при любой скорости движения объекта.

В ряде случаев возможно использование внутреннего генератора импульсов. Неудобство заключается в необходимости повторной калибровка геометрии, при каждом изменении скорости перемещения.

При использовании рентгеновского аппарата постоянного тока, схема синхронизации существенно упрощается, т. к. остается только один источник синхроимпульсов – система движения объекта. Как и в предыдущем случае, при соблюдении условия постоянства скорости, возможно использование внутреннего генератора импульсов.

Рассмотрим самый сложный случай (№ 1). В данной комбинации используется импульсный источник рентгеновского излучения с регулируемой от импульса к импульсу энергией и система движения с непостоянной (в общем случае) скоростью. Примерный вид возможной последовательности синхроимпульсов приведен ниже.

Основная задача схемы синхронизации заключается в доставке информации о моменте считывания изображения до всех модулей входящих в состав системы одновременно. Кроме того, необходимо передать сведения об энергии текущего импульса и геометрической привязке. Схема синхронизации должна иметь возможность работать от импульсов с различной полярностью и неопределенной длительностью.



Где:

1. Импульсы рентгеновского излучения.
2. Импульсы от системы движения.
3. Синхросигнал для низкой энергии.
4. Синхросигнал для высокой энергии.
5. Импульсы от системы движения, приведенные к периоду опроса линейки.

Рис. 3. Примерный вид временных диаграмм импульсов синхронизации

Для корректной работы системы синхронизации необходимо определить следующие ограничения:

- частота следования импульсов системы движения всегда ниже частоты синхроимпульсов, т. е. в одном периоде импульса системы движения должно быть не менее одного импульса от каждой энергии;
- процедуры считывания информации с детекторов, цифровое накопление и запись данных во внутреннюю память линейки необходимо привязывать к синхроимпульсам от рентгеновского источника (для импульсного аппарата);
- чтение данных из внутренней памяти линейки желательно привязывать к импульсам системы движения;

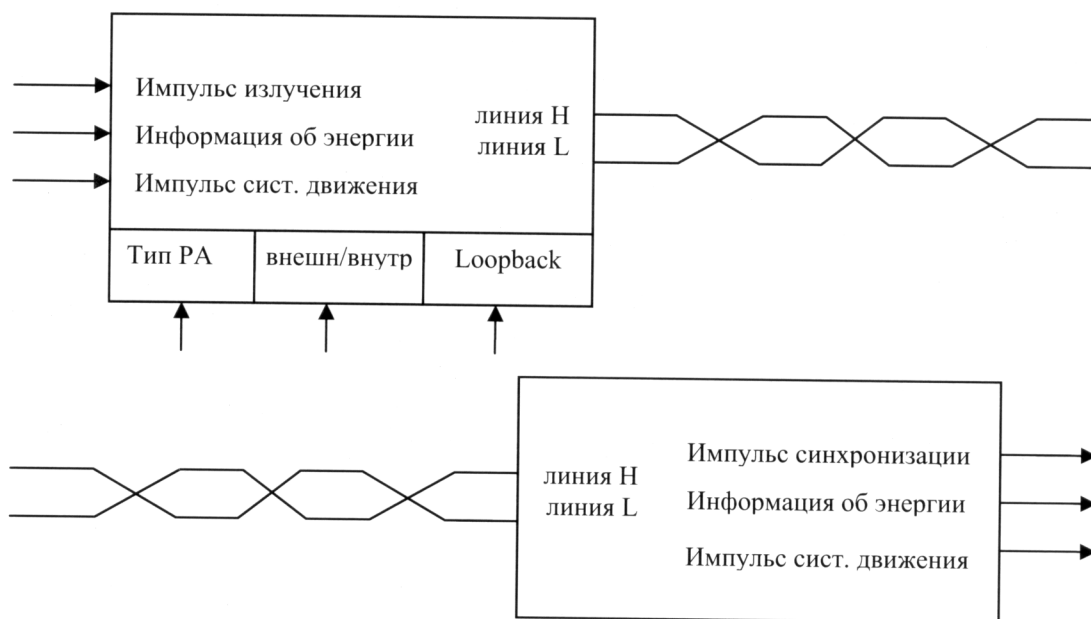


Рис. 4. Структурная схема системы синхронизации

- должен быть только один передающий модуль в системе. Все остальные модули – приемные.

Схема синхронизации состоит из 2-х независимых узлов: передающего и приемного (рис. 3). Рассмотрим отдельно каждую подсистему.

Передающий узел осуществляет формирование синхропосылки, исходя из текущего режима работы и типа используемого источника излучения (табл. 2). Один из возможных форматов кодирования синхропосылки приведен на рис. 4. В качестве интерфейса для передачи данных возможно использование практически любого интерфейса. Но в промышленных условиях с повышенным уровнем индустриальных помех следует отдать предпочтение дифференциальному решению с токовым управлением.

Таблица 2

Режимы работы передающего узла схемы синхронизации

№ режима	Тип РА	Тип синхронизации	Источник синхронизации	Биты 1–3	Бит 4
1	Имп. аппарат	внутренняя	Импульсы излучения	Информация об энергии	Импульс от внутр. генератора
2	Имп. аппарат	внешняя	Импульсы излучения	Информация об энергии	Импульс системы движения
3	Аппарат пост. тока	внутренняя	Импульс от внутр. генератора	Не используется	Импульс от внутр. генератора
4	Аппарат пост. тока	внешняя	Импульс от внутр. генератора	Не используется	Импульс системы движения

LSB

MSB

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Старт Бит	Информация об энергии			Импульс системы движения	Black	white	–	–	Стоп бит
	бит0	–	–						

Рис. 5. Формат данных синхропосылки

На приемной стороне производится операция декодирования синхропосылки. В результате выделяются: импульс синхронизации, информация о номере энергии и импульс системы движения (рис. 3).

Для корректной работы схемы считывания необходимы следующие условия:

- импульс синхронизации не должен иметь задержек относительно начала стартового бита синхропосылки;
- информация о номере энергии и импульс системы движения должны сохраняться в течение всего периода до следующего синхроимпульса.