

6. Ю. А. Тарасов. Методы измерения параметров диэлектрической абсорбции электрических конденсаторов.— Измерительная техника, 1969, № 11.
7. В. В. Меер, Л. В. Былинский. Оценка влияния эффекта диэлектрической абсорбции интегрирующего конденсатора на точность быстрodeйствующего вольт-секундного преобразователя.— Труды Рязанского радиотехнического института, вып. 30. Рязань, 1972.

Поступила в редакцию 3 октября 1972 г.

УДК 621.384.8

Е. С. БРОДСКИЙ, Ю. А. ВОЛКОВ, И. М. ЛУКАШЕНКО

(Москва)

О ЦИФРОВОЙ РЕГИСТРАЦИИ МАСС-СПЕКТРОВ НА МАСС-СПЕКТРОМЕТРЕ С МАГНИТНОЙ РАЗВЕРТКОЙ

Регистрация масс-спектра непосредственно в цифровой форме позволяет автоматизировать с использованием цифровых вычислительных машин и значительно ускорить процесс обработки масс-спектра.

При создании системы цифровой регистрации масс-спектров основным является измерение значений ионных токов, соответствующих различным массовым числам, и соотнесение каждому измеряемому ионному току соответствующего массового числа.

Для масс-спектрометрии органических соединений, по-видимому, наиболее подходит конденсаторная схема запоминания максимального значения импульсного напряжения, пропорционального ионному току [1]. Схема отличается сравнительной простотой, обладает достаточно большим динамическим диапазоном, надежностью в работе с пиками разной формы и необходимой для практических нужд точностью.

Грубое измерение массовых чисел можно проводить на основании измерения тока электромагнита или с помощью датчика Холла, а точное совмещение аналогового сигнала от измерителя магнитного поля с дискретными значениями массовых чисел осуществлять с использованием выходных сигналов масс-спектрометра.

В частности, возможно имитировать последовательность массовых чисел с помощью генератора импульсов, частота следования которых управляется законом развертки магнитного поля и примерно совпадает с частотой следования пиков масс-спектра на каждом этапе развертки. Для точного совмещения генерируемых импульсов с соответствующими пиками масс-спектра по времени генератор импульсов можно синхронизировать импульсами-пиками масс-спектра. Тогда даже при некотором рассогласовании частоты следования пиков масс-спектра и импульсов, моделирующих последовательность массовых чисел, а также в отсутствие части пиков в масс-спектре можно осуществлять надежный отсчет номинального массового числа по числу этих импульсов.

Структурная схема и временные диаграммы системы цифровой регистрации представлены на рис. 1. Последовательность пиков масс-спектра с выхода усилителя постоянного тока (на рисунке не показан) поступает на схему заполнения амплитуды сигнала 1 и цифровой вольтметр 2.

Для синхронизации генератора последовательности массовых чисел 7 пики масс-спектра ограничиваются и формируются в прямоугольные импульсы одинаковой амплитуды. После дифференцирования этих импульсов дифференцирующей ячейкой 5 последовательность импульсов,

соответствующих переднему фронту исходных прямоугольных импульсов, служит для сброса схемы запоминания амплитуды, подготавливая ее к очередному измерению. Кроме того, эти же импульсы используются для синхронизации генератора импульсов последовательности массовых чисел. Импульсы, соответствующие заднему фронту исходного прямоугольного импульса, служат для запуска цифрового вольтметра и цифрпечатающей машины 9.

Принципиальная электрическая схема канала регистрации массовых чисел представлена на рис. 2. Сигнал с выхода усилителя ионных токов масс-спектрометра дифференцируется цепочкой C_1R_1 . Положительный импульс шунтируется диодом D_1 .

Для формирования импульса синхронизации и управления используется стандартный усилитель типа УШ-2 с амплитудным дискриминатором.

При подаче на вход усилителя импульсов с амплитудой от нескольких десятков милливольт до нескольких вольт амплитуда импульса на выходе дискриминатора имеет величину порядка 10 В. Сформированный таким образом сигнал поступает на синхронизацию генератора, имитирующего последовательность массовых чисел спектра. Генератор собран на транзисторах T_3, T_4 и представляет собой мультивибратор с коллекторно-базовыми времязадающими цепями. Резистор R_{10} служит для изменения частоты импульсов мультивибратора.

В исходном состоянии импульсы на выходе мультивибратора отсутствуют, так как транзистор T_3 , выполняющий роль ключа, заперт.

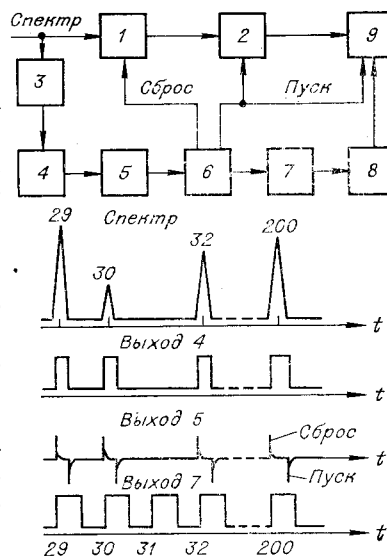


Рис. 1. Блок — схема и временные диаграммы системы цифровой регистрации масс-спектров:

1 — блок запоминания амплитуды пиков; 2 — электронный цифровой вольтметр; 3 — ограничитель; 4 — формирователь прямоугольных импульсов; 5 — дифференцирующая цепь; 6 — селектор; 7 — мультивибратор; 8 — счетчик импульсов; 9 — цифрпечатающая машина или перфоратор; цифры на временных диаграммах указывают номера блоков, вырабатывающих соответствующий сигнал.

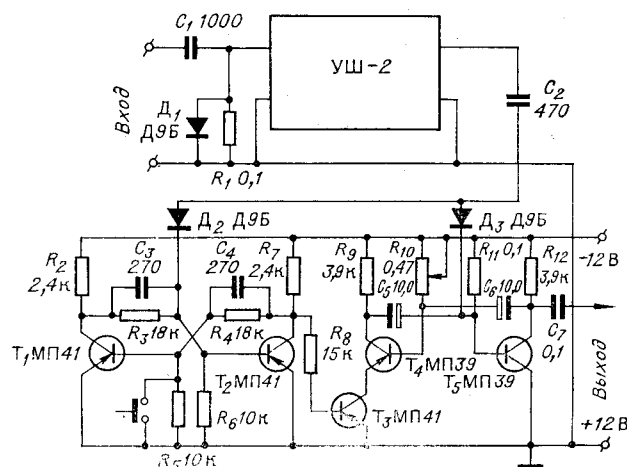


Рис. 2. Принципиальная схема канала регистрации массовых чисел.

Запирающее напряжение подается с коллектора насыщенного в исходном состоянии транзистора T_2 . Триггер на транзисторах T_1, T_2 служит для перевода мультивибратора из ждущего режима в автоколебательный.

Импульсы, генерируемые мультивибратором, поступают на счетчик импульсов 8, показания которого вместе со значением амплитуды соответствующего пика регистрируются цифропечатающей машиной.

Импульс с выхода дискриминатора усилителя УШ-2 используется также в качестве команды на считывание информации с блока запоминания амплитуды ионного тока после того, как произойдет фиксация максимума ионного тока.

Для регистрации пиков двухзарядных ионов, часто встречающихся в масс-спектрах органических соединений, частота мультивибратора, генерирующего последовательность импульсов — массовых чисел, должна быть увеличена вдвое. Для того чтобы пики метастабильных ионов, отличающиеся от отмеченных пиков характерными диффузными очертаниями, не вносили искажений в синхронизацию последовательности импульсов — массовых чисел, ограничитель должен обладать соответствующей частотной характеристикой.

В реальном масс-спектре частота следования массовых чисел при магнитной развертке масс-спектра непостоянна во времени. В принципе, частоту следования импульсов мультивибратора, имитирующего последовательность массовых чисел, можно подстраивать внешним напряжением, например сигналом, пропорциональным разности частот мультивибратора и частоты следования пиков спектра. Однако для упрощения схемы целесообразно применить линейную развертку по массам $M = M_0 + kt$, что соответствует возрастанию напряженности магнитного поля по закону $H = k_1 \sqrt{t}$, который приближенно может моделироваться процессом заряда конденсатора до постоянного напряжения. При этом частота следования пиков в масс-спектре, а следовательно, и частота генератора импульсов последовательности массовых чисел постоянна.

Измененная схема регулятора тока электромагнита масс-спектрометра МХ1303 представлена на рис. 3. Звездочкой отмечены вновь введенные и измененные элементы схемы [2].

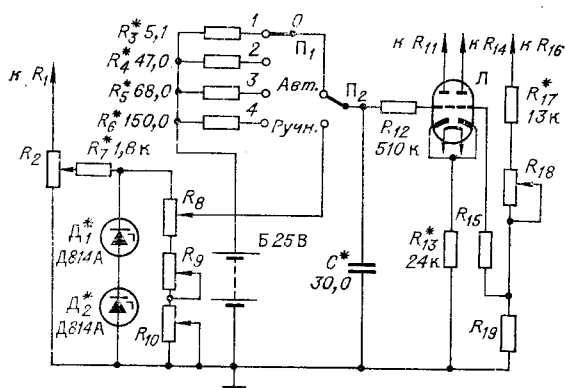


Рис. 3. Измененная схема магнитной развертки масс-спектрометра МХ1303.

Резистор R_{29} служит для установки номинального тока через диоды.

В положении переключателя P_2 «Авт.» напряжение на сетку управляющей лампы L подается с конденсатора C_4 . Конденсатор заряжается по экспоненциальному закону через один из времязадающих резисторов $R_3 - R_6$ от батареи B .

Варьируя параметры экспоненты изменением обратной связи в задающем генераторе и величиной напряжения батареи, можно обеспе-

Когда переключатель P_2 находится в положении «Ручн.», на сетку лампы L подается стабилизированное регулируемое напряжение с потенциометра R_8 . Переменные проволочные резисторы R_9 и R_{23} служат для средней и точной регулировки тока электромагнита. При помощи потенциометра R_8 можно менять ток электромагнита от 20 до 180 мА. Стабильное напряжение снимается с диодов D_1, D_2 и составляет величину порядка 15 В. Рези-

чить равномерную частоту следования массовых чисел в достаточно широком диапазоне. В области 40—400 а. м. е. максимальное отклонение частоты следования массовых чисел от средней на границах интервала составляло $\pm 5\%$, что достаточно для обеспечения надежной синхронизации при следовании синхронизирующих пиков через каждые 30—40 а. м. е.

Рассмотренная схема цифровой регистрации масс-спектров пригодна для использования в масс-спектрометрии органических соединений низкого разрешения (300—500), в масс-спектрах которых пики расположены достаточно часто, чтобы обеспечить надежную синхронизацию генератора последовательности массовых чисел.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Жовинский. Схемы запоминания напряжений и блоки запаздывания. М.—Л., Госэнергоиздат, 1963.
2. Инструкция по монтажу и эксплуатации масс-спектрометра МХ1303.

Поступила в редакцию 19 июля 1971 г.

УДК 681.142.621.001.2

Л. А. ДУБИЦКИЙ, Б. И. ШВЕЦКИЙ, Ю. В. ЮЗЕВИЧ

(Львов)

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ШИРОКИМ ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ

Невысокая точность пленочных резисторов (например, погрешность резисторов типа С2-13 равна 0,2%) и трудности расширения диапазона частот усилителя привели к тому, что в существующих быстродействующих аналого-цифровых преобразователях (АЦП) напряжение — код динамический диапазон ограничивается величиной 40—50 дБ (7—8 двоичных разрядов) при быстродействии 10^5 — $2 \cdot 10^5$ преобразований в секунду [1]. С помощью ручного делителя, переключаемого вручную, этот диапазон может быть перенесен на другие уровни входного сигнала.

В ряде случаев (например, при записи сейсмограмм) преобразованию подвергается сигнал, изменяющийся достаточно быстро и в большом динамическом диапазоне (80 дБ и более). Удовлетворившись определенной точностью преобразования и отсчета (например, 6—7 двоичных разрядов), желательно, вместе с тем, в целях исключения потери информации, чтобы исследуемый участок с данным динамическим диапазоном скользил по сигналу синхронно со скоростью его изменения. Этим достигается также существенное уменьшение времени преобразования.

Для сохранения амплитудно-фазовых соотношений преобразуемого сигнала следует снижать динамическую погрешность преобразования. Эффективным средством решения этой задачи является промежуточное запоминание напряжения на емкости на интервал времени, необходи-