

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



СЗУЧ.3а

С-36

29/xii-75

13 - 9199

Е.А.Силаев

4989/2-75

ЭЛЕКТРОНИКА УСИЛЕНИЯ
И ДИСКРИМИНАЦИИ СИГНАЛОВ
С МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕР

1975

13 - 9199

Е.А.Силаев

ЭЛЕКТРОНИКА УСИЛЕНИЯ
И ДИСКРИМИНАЦИИ СИГНАЛОВ
С МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕР

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Задача съёма сигналов с магнитострикционной искровой камеры заключается в преобразовании ультразвукового импульса в магнито-стрикционном камерном звукопроводе в электрический импульс, последующем его усилении и дискриминации с целью извлечения информации о пространственной координате искры в камере. Информация заключена в задержке импульса искры относительно реперного импульса, вырабатываемого в момент срабатывания камеры.

В приёмной катушке наводится ЭДС, имеющая форму равновесного импульса с двукратным пересечением нуля (см.рис.1). Амплитуда импульса может меняться в несколько десятков раз в зависимости от среднего числа искр в камере, напряжения высоковольтного питания, размера камеры, материала магнитострикционного звукопровода и т.д. Минимальная амплитуда импульса, которая должна быть зарегистрирована, чтобы камера имела эффективность не ниже 95%, при фоновой нагрузке по 10^6 I/с составляет 40-50 мкВ (для приёмной катушки в 50 витков) /I/.

Частотный спектр сигнала с магнитострикционных камер неширок. Так, для звукопровода из ленты сечением 0,5 x 0,05 мм из материала "Вакофлекс" или близкого к нему по свойствам импульс ЭДС имеет ширину центрального пика ~ 600 нс /5/. Расчет, выполненный по методике /2/ при аппроксимации импульса второй производной функции Гаусса, показывает, что 90% энергии такого сигнала заключено в интервале частот $0,4 \pm 1,4$ МГц.

Ещё одна особенность, которую надо учитывать при съёме сигнала - большие амплитудные перегрузки чувствительного усилительного тракта при срабатывании искровой камеры.

Задача дискриминатора при магнитострикционном выводе информации состоит в фиксации момента времени, соответствующего "центру тяжести" импульса искры, независимо от числа электродных проволок,

охваченных разрядом, и величины разрядного тока. Существует много способов решения этой задачи, заключающихся в привязке момента срабатывания дискриминатора к середине ^{/3/} или вершине импульса ^{/4/}. Эти способы обеспечивают примерно одинаковую точность регистрации и отличаются временем разрешения пары импульсов, степенью сложности и областью применения.

В основе работы описываемой аппаратуры лежит способ съёма сигналов с помощью критически демпфированной приёмной катушки с последующей режекцией боковых пиков импульса и дифференцированием ^{/4/}. Этот способ в сочетании с дискриминацией пересечения нуля обеспечивает высокие пространственную точность и разрешение пары импульсов при сравнительной простоте тракта обработки сигналов. Он отличается также своей универсальностью, т.к. может применяться в системах с последовательным, параллельным и комбинированным способом обработки информации ^{/6/}.

На рис. I приведена функциональная схема и временные диаграммы работы тракта усиления и дискриминации сигналов с магнитоотрицательной камеры.

Импульс с приёмной катушки ПК, установленной на магнитоотрицательной линии МСЛ, поступает на вход камерного предусилителя ПУ, где осуществляется усиление (ЛУ) и режекция (УОС) боковых пиков сигнала.

Сигнал с предусилителя передается по коаксиальному кабелю на соответствующий канал усилителя-дискриминатора УД. Последний может быть отнесен от камер на расстояние до нескольких сотен метров.

На входе усилителя-дискриминатора проводится дифференцирование сигнала (ДЦ₁), необходимое для формирования биполярного импульса с пересечением нуля в точке, соответствующей вершине центрального пика импульса в приёмной катушке.

Дифференцирование на входе усилителя-дискриминатора с временной константой в несколько десятков наносекунд значительно уменьшает его время восстановления при действии мощной импульсной помехи, связанной с искровым разрядом в камерах.

После дифференцирования сигнал усиливается и ограничивается (УО) и поступает на дискриминатор пересечения нуля Д. Дискриминатор выполнен по схеме с гистерезисом, при этом временную информацию будет нести срез импульса на его выходе.

Последующие цепи (ДЦ₂, ВФ) формируют выходной логический импульс, фронт которого привязан к срезу импульса дискриминатора нуля.

С выхода усилителя-дискриминатора импульсы поступают в блок динамической памяти для организации временной последовательности сигналов с камер (для последовательной системы вывода информации) или непосредственно в преобразователь "время-код" (для параллельной системы).

Предусилитель

Принципиальная схема предусилителя приведена на рис. 2. Она выполнена на базе интегрального операционного усилителя IUT401A. Приёмная катушка подключается через входной трансформатор, служащий прежде всего для согласования маловитковой приёмной катушки с входным сопротивлением усилителя.

Выходной каскад на транзисторе Т осуществляет подавление боковых пиков магнитоотрицательного импульса и обеспечивает работу на согласованную коаксиальную линию.

Применение токового импульса позволяет осуществить подачу питания по сигнальному кабелю без применения разделительной емкости. Это улучшает перегрузочные свойства предусилителя.

Основные параметры предусилителя

1. Коэффициент усиления (при $U_{\text{вых}} = 1$ В; на нагрузке 50 Ом) - не менее 1000
2. Собственное время нарастания - 150 нс
3. Полярность выходного сигнала - положительная
4. Максимальный выходной ток (на нагрузке 50 Ом) - 50 мА
5. Питание - подается от усилителя-дискриминатора по сигнальному кабелю;
Потребляемый ток - 5 мА.
Внешний вид предусилителя показан на рис.3.

Усилитель-дискриминатор

Принципиальная схема блока представлена на рис.4.

Входной сигнал через регулятор чувствительности R_2 поступает на дифференцирующую цепь $C_1 R_5$ и оттуда на усилитель-ограничитель на транзисторах T_1, T_2, T_3 . Дискриминатор пересечения нуля выполнен по схеме с гистерезисом на базе транзисторного триггера Шмитта (транзисторы T_4, T_5). Выходной импульс последнего дифференцируется на индуктивности L и поступает на выходной формирователь (транзисторы T_6, T_7), который формирует стандартный отрицательный импульс, привязанный к срезу выходного импульса триггера Шмитта.

Схема входной цепи усилителя-дискриминатора ($R_1 + R_4, C_2, C_3$) обеспечивает подачу питания на предусилитель через сигнальный кабель.

Основные параметры:

1. Число каналов - 4
2. Полярность входного сигнала - положительная

3. Минимальный порог дискриминации, приведенный к входу (для колоколообразного импульса шириной 600 нс) - не выше 25 мВ
4. Диапазон регулировки чувствительности - не менее 10
5. Входное сопротивление - 50 Ом
6. Максимальное временное "гуляние" выходного импульса (при изменении амплитуды входного сигнала 0,05 + 2,5 В; для $t_R = 600$ нсек) - 20 нс
7. Выходные импульсы:
уровни - TTL
полярность - отрицательная
длительность - 300 нс
8. Параметры цепи питания предусилителя: -
напряжение холостого хода - -24 В.
ток короткого замыкания - 13 мА.
9. Питание - +24 В; 45 мА
+ 6 В; 60 мА
-24 В; 50 мА.

Конструкция усилителя-дискриминатора рассчитана на его монтаж в блоках КАМАК двойной ширины или в блоках "Вишня" с размерами передней панели 40 x 240 мм².

Внешний вид усилителя-дискриминатора показан на рис.5.

Описанная аппаратура была испытана в работе совместно с магнито-стрикционными камерами размером 1 x 1 м² и 2 x 1 м². Результаты, полученные при испытании камер с этой электроникой, опубликованы в работах /7,8/.

В ЦЭМ ОИЯИ изготовлен комплект этой аппаратуры общим объемом в 96 каналов, который послужил основой для создания системы съема

информации с 32 магнитоотрижционных камер экспериментальной установки "Фотон" /9/. Результаты испытаний системы камер с описанной электроникой съема на синхронизаторе ДВЭ ОИЯИ приведены в работе в работе /10/.

Автор выражает благодарность Ю.В.Заневскому за помощь в работе, А.Б.Иванову и В.Д.Пешехонову - за помощь в проверке аппаратуры с камерами, Р.М.Базловой, М.Н.Михайловой, А.Е.Московскому - за монтаж образцов и оформление технической документации, Б.М.Старченко - за налаживание комплекта аппаратуры для установки "Фотон".

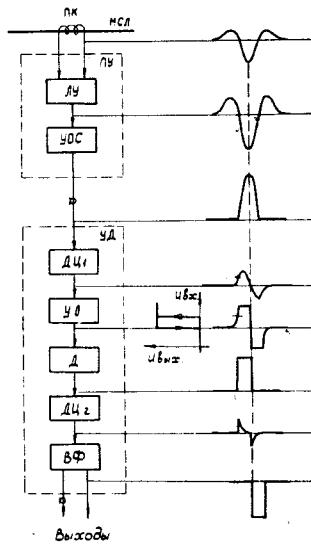


Рис.1. Функциональная схема и временные диаграммы работы тракта усиления и дискриминации сигналов с магнитоотрижционной камеры.

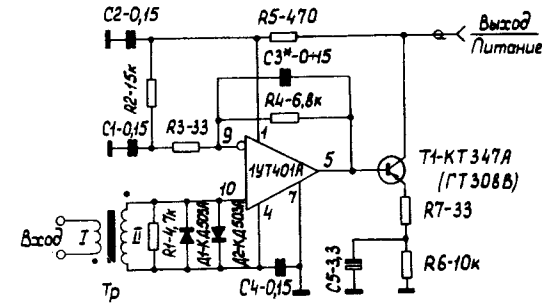


Рис.2. Принципиальная схема предусилителя сигналов магнитоотрижционной камеры.

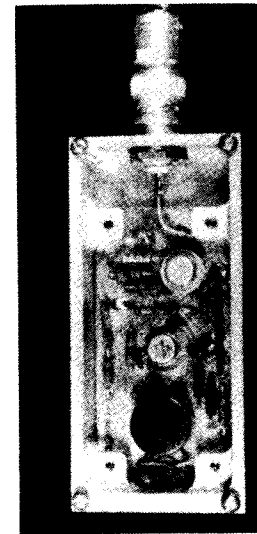


Рис.3. Внешний вид предусилителя.

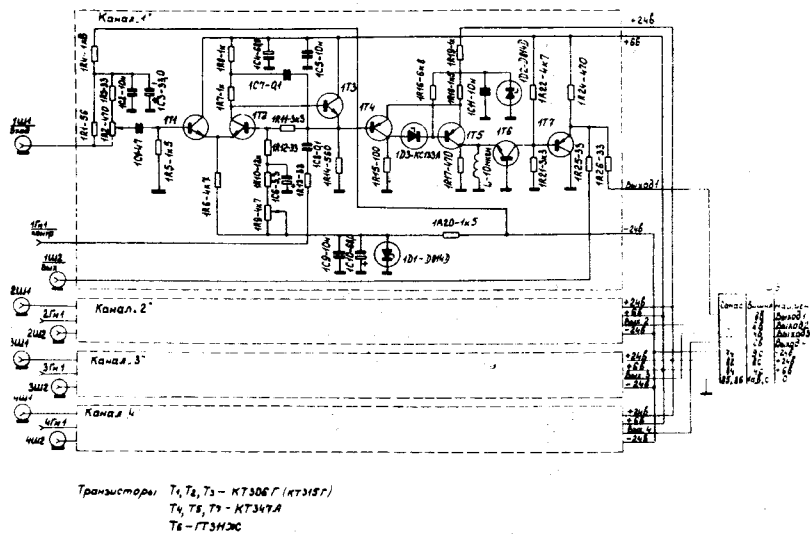


Рис.4. Принципиальная схема усилителя-дискриминатора сигналов магнитострикционной камеры.

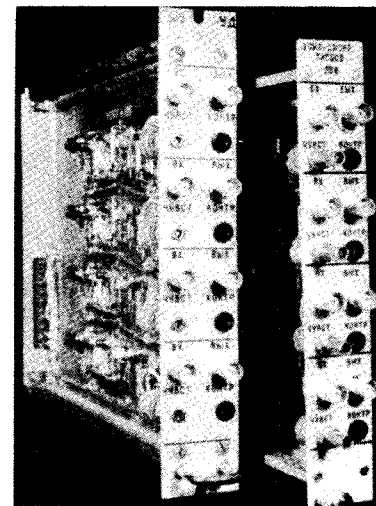


Рис.5. Внешний вид усилителя-дискриминатора.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Т.С.Григалашвили, Ю.В.Заневский, В.Д.Пешехонов, Е.А.Силаев, ПТЭ, №2, 75, 1971.
2. А.А.Харкевич
Спектры и анализ, Гостехиздат, М., 1957.
3. G.Goggi, C.M.Ornati. Nucl.Instr.Meth. v.98, 367 (1972).
4. F.A.Kirsten, K.L.Lee, J.Conragan
Preprint SLAC, VCRL-16539 (1966).
5. Т.В.Беспалова, И.А.Голутвин, Ю.В.Заневский
ОИЯИ, I3-3656, Дубна, 1968.
6. Т.В.Беспалова, Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов и др.
ОИЯИ, P13-6304, Дубна, 1972.
7. Ю.В.Заневский, В.Д.Пешехонов, В.П.Пугачевич, Б.С.Широков
ОИЯИ, I3-7265, Дубна, 1973.
8. А.Двуразны, Ю.В.Заневский, И.Кнапик и др.
ОИЯИ, I3-7266, Дубна, 1973.
9. Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов, М.Н.Михайлова и др.
ОИЯИ, I3-8691, Дубна, 1975.
10. Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов, И.М.Иванченко и др.
ОИЯИ, P13-8668, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 сентября 1975 г.