

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



9345

ЭКЗ ЧИТ ЗАЛА

13 - 9345

С.Г.Басиладзе

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ПЕРЕДАЧИ
СТАНДАРТНЫХ СИГНАЛОВ
ЕСЛ -ИНТЕГРАЛЬНЫМИ СХЕМАМИ
ПО ДЛИННЫМ КАБЕЛЯМ СВЯЗИ

1975

13 - 9345

С.Г.Басиладзе

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ПЕРЕДАЧИ
СТАНДАРТНЫХ СИГНАЛОВ
ЕСЛ -ИНТЕГРАЛЬНЫМИ СХЕМАМИ
ПО ДЛИННЫМ КАБЕЛЯМ СВЯЗИ

Направлено в ПТЭ

Одной из типичных задач в электронике физического эксперимента является передача наносекундных импульсов на расстояние в десятки метров - от экспериментальной установки до регистрирующей аппаратуры. Во многих случаях эти импульсы имеют стандартные параметры. Например, при работе с пропорциональными камерами сигналы усиливаются и формируются по амплитуде и длительности непосредственно на камерах^{/1/}. Из-за большого числа каналов аппаратуры обычно применяют кабели малого диаметра, поэтому на большом расстоянии становится заметным затухание импульсов в линии связи. Если для передачи и приема используются интегральные схемы, т.е. имеются заданная логическими уровнями амплитуда сигнала на входе линии и определенный порог переключения приемника на ее выходе, то по мере увеличения длины линии уменьшается помехоустойчивость^{/2/}, а, начиная с некоторой длины, передача вообще становится невозможной, т.к. выходной импульс затухает настолько, что становится меньше, чем порог срабатывания входной интегральной схемы.

Как известно^{/3-5/}, обычным способом преодоления указанных затруднений является использование чувствительных приемников с дифференциальным входом и специализированных драйверов с токовым парафазным выходом. Подобное решение приводит, однако, к усложнению аппаратуры.

Существует более простой выход из положения, если линия связи подключена к интегральным схемам с эмиттерными связями /рис. 1/. В этом случае входом приемника является база транзистора, имеющего порог пере-

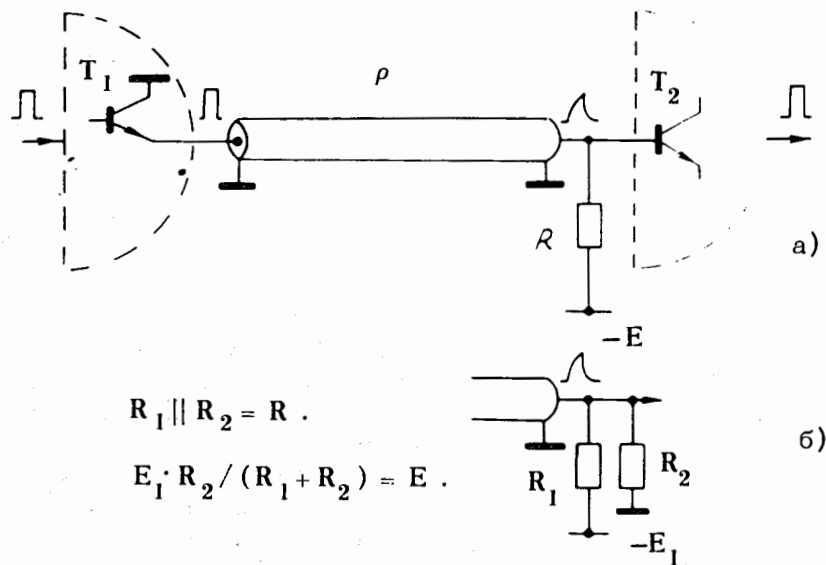


Рис. 1. Принципиальная схема устройства для передачи импульсов ECL-интегральными схемами по коаксиальному кабелю с большим затуханием.

ключения $0,4 \div 0,5$ В, а в линию сигналы передаются с помощью эмиттерного повторителя выходной интегральной схемы, обеспечивающего перепады между уровнями $-1,7$ В и $-0,7$ В.

Обычно для "согласовки" кабеля сопротивление R , задающее режимный ток повторителя, выбирают равным его волновому сопротивлению $\rho = 50$ Ом, тогда величина напряжения источника смещения $E = -2$ В^[6].

Простым способом увеличения амплитуды импульса на выходе кабеля /в пределах - вдвое/ является увеличение сопротивления свыше 50 Ом. Это, в принципе позволяет увеличить максимально возможную длину линии связи, если бы только удалось каким-либо образом погасить импульсы отражений, неизбежно возникающие в таком случае на приемном конце линии.

В том, что такая возможность существует, можно убедиться путем следующих рассуждений. Предположим,

что режимный ток эмиттерного повторителя T_1 выходной интегральной схемы близок к нулю. Тогда отраженный импульс в момент достижения передающего конца линии закрывает повторитель, кабель окажется разомкнутым и импульс испытает вторичное отражение в той же фазе. Если же режимный ток выходного эмиттерного повторителя взят достаточно большим, то амплитуды отраженного импульса тока не хватит для закрывания повторителя, т.е. кабель останется "короткозамкнутым" выходным сопротивлением повторителя, и вторичное отражение импульса произойдет уже в обратной фазе. Существует, следовательно, величина режимного тока повторителя, соответствующая "нулевой" фазе вторичного отражения, т.е. гашению импульса, отраженного от несогласованного приемного конца линии.

Достаточно просто понять механизм такого гашения. Если в момент достижения импульсом конца разомкнутой линии связи включить на этом конце генератор тока, по величине и полярности равный току сигнала, то энергия импульса поглотится генератором. В нашем случае имеется генератор постоянного тока /режимный ток T_1 / и управляемый ключ, роль которого играет эмиттерный повторитель. "Переключение ключа" производится самим импульсом и поэтому строго совпадает с ним по времени. Как видим, подобное согласование является "точечным", т.е. возможно лишь для одной определенной амплитуды сигнала.

При использовании такого способа согласования в линиях с большим затуханием должна быть постоянной и длительность импульсов, т.к. величина затухания зависит от нее в достаточно сильной степени.

Импульс, испытавший затухание, имеет сильно затянутые фронты и согласование, строго говоря, происходит лишь вблизи его вершины. На фронтах же в области малых величин тока сигнала, ввиду отсутствия равенства его режимному току нелинейного элемента, имеются небольшие отражения. Практически они не играют заметной роли, поскольку длительность их невелика и эти отражения почти полностью затухают при достижении приемного конца линии.

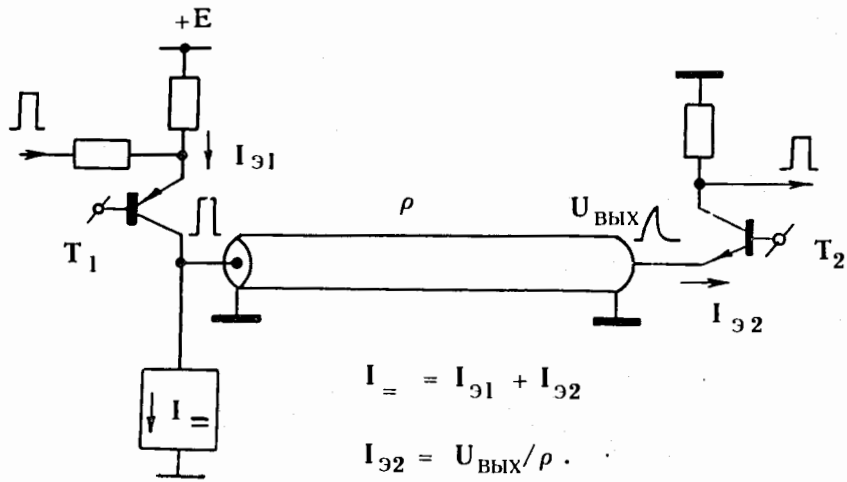


Рис. 2. Схема для передачи импульсов с нелинейным согласованием на приемном конце линии.

Согласующий нелинейный элемент может быть включен и на входе линии, так, например, как это показано на рис. 2. Такое включение выгодней для подавления "несогласовки" на фронтах, поскольку, во-первых, импульс, который необходимо согласовать, прошел линию связи только в одном направлении и имеет лучшие фронты, а во-вторых, отражения от фронтов проходят линию связи двукратно и поэтому затухают сильнее. Недостатком его является несколько большая требуемая величина режимного тока нелинейного элемента. Роль нелинейного согласующего элемента может выполнять не только эмиттерно-базовый переход транзистора, но и диод, переход исток-затвор полевого транзистора и т.п.

Проводилось экспериментальное определение требуемых величин нагрузочного сопротивления R и напряжения смещения E /рис. 1а/ в зависимости от длины 3-миллиметрового коаксиального 50-омного кабеля связи, при передаче ECL-интегральными схемами сигналов различной длительности. Результаты измерений приведены на рис. 3.

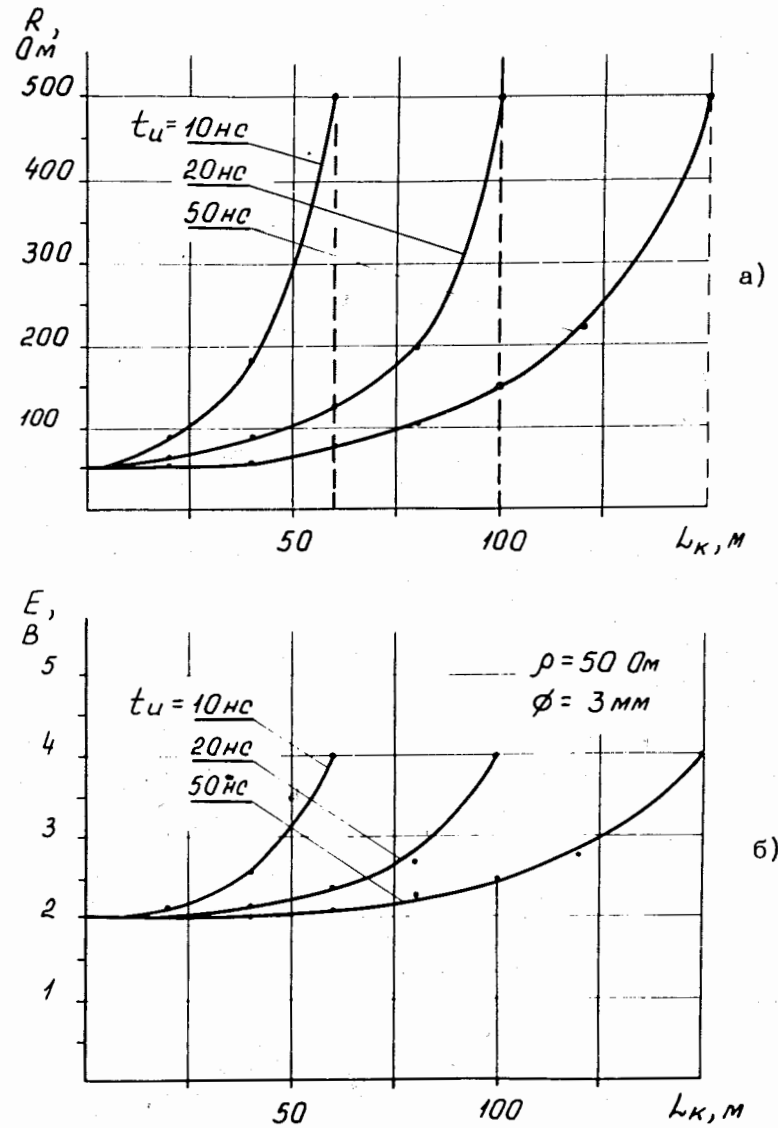


Рис. 3. Зависимость величины сопротивления R /а/ и напряжения источника смещения E /б/ от длины коаксиальной линии связи при передаче импульсов различной длительности ECL-интегральными схемами.

Для практики более удобно использовать для смещения напряжение питания интегральных схем $E_1 = -5 \text{ В}$, а требуемые режимный ток и сопротивление задавать с помощью делителя ($R_1 \div R_2$) /рис. 16/. Величины резисторов находятся из формул:

$$R_1 = R \cdot E_1 / E, \quad /1а/$$

$$R_2 = R \cdot E_1 / (E_1 - E), \quad /1б/$$

вытекающих из очевидных соотношений, приведенных на рис. 16.

Как видно из данных измерений, с помощью предлагаемого способа можно передавать импульсы без потери в амплитуде, при длительности их 10; 20; 50 нс, соответственно на расстояния до 60; 100; 150 м. В то же время при обычном согласовании ($R = \rho$) эти расстояния не превышают 10; 20; 60 м, причем амплитуда импульсов уменьшается на $\approx 20\%$. Следовательно, описываемым способом обеспечивается трех-шестикратный выигрыш в максимально возможной длине линии связи.

Вблизи предельных длин линии связи, когда $R \gg \rho$, с достаточной для практики точностью /амплитуды импульсов и сигналы рассогласовки не выходят за пределы 100 мВ/ можно задаваться некой усредненной величиной E . Так, например, для передачи сигналов длительностью 50 нс с 400-канальной системы пропорциональных камер /7/ на расстояние от 50 до 100 м использовалась комбинация $R = 620 \text{ Ом}$, $E = -5 \text{ В}$ /питание интегральных схем/ при передаче сигналов через 2-миллиметровые 50-омные коаксиальные кабели.

В заключение автор считает своим долгом выразить благодарность В.И.Какуриной за техническую помощь.

Литература

1. С.Г.Басиладзе, В.Я.Гвоздев, З.Гузик, И.Ф.Колпаков. Сообщение ОИЯИ, 13-7613, Дубна, 1973.
2. Ю.Е.Наумов, Н.А.Аваев, М.А.Бедрековский. Помехоустойчивость устройств на интегральных логических схемах. Сов. Радио, М., 1975.
3. Line Drivers and Receivers. Texas Instruments Application Report, 1972.
4. L.Aldman. Electronics, No. 12, 1973.
5. R.J.Widlar, I.I.Rubinec. Electronic Engineering, May, 1969, 58.
6. MECL Integrated Circuit Data Book, Third edition, Motorola Inc., USA, 1973.
7. В.Г.Аблеев и др. Препринт ОИЯИ, 13-8967, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 ноября 1975 года.