



Коммутация аудиоаппаратуры

- Причины появления и устранение паразитных земляных контуров
- Симметричная и несимметричная коммутация
- Корректное использование контактов разъемов и корректная коммутация
- Заземление на шасси через экран кабеля
- Переключатель разъединения заземления
(Ground lift)



Вступление

. Всем известна постоянная и извечная проблема - подключить аудиоаппаратуру таким образом, чтобы избежать появления различных странных шумов, фона переменного тока, помех, свиста т.д. — невзирая на очень высокие финансовые расходы, физические и психологические усилия. Совершенствование технологии неизбежно вызывает постоянное усовершенствование электронной техники и ее коммутацию. В этой статье рассмотрены практические рекомендации Общества Инженеров-акустиков по коммутации профессиональной аудиотехники.

В данном документе содержатся предложения по изменению внешних соединений, выполнить которые могут только специалисты. По правилам техники безопасности необходимо, чтобы все заводские способы или средства заземления оставались без изменений, обеспечивая безопасность в эксплуатации. В противном случае никакой ответственности за случайные или возможные повреждения фирма-изготовитель не несет.

Паразитные земляные контуры

Почти во всех случаях основной причиной появления шума являются паразитные земляные контуры, неправильное заземление или его отсутствие. Чтобы устранить фоновый шум важно уяснить причину его по-

явления. Каждый компонент аудио аппаратуры имеет свое собственное заземление. Такое заземление обычно называют *сигнальной землей*. При коммутации нескольких аппаратов с помощью соединительных кабелей их сигнальные земли связываются через проводимость кабеля. Земляные петли появляются тогда, когда земли аппаратов соединены между собой также и другими путями: через заземляющий провод кабеля питания, контактом между металлическими шасси аппаратов в рэке и т.д. В этом случае появляется цепь, по которой ток может циркулировать по замкнутой «петле» от земли одного устройства к другому и обратно. Таким образом, причиной появления фона является прохождение тока по замкнутой цепи, соединяющей сигнальные земли аппаратов. На самом деле, даже при отсутствии земляной петли, через любой соединительный кабель всегда циркулирует незначительный шумовой ток (т.е. полностью устранить прохождение таких токов по кабелю невозможно).

Потенциал или напряжение, вызывающее шумовые токи, образуется между независимыми заземлениями двух или более приборов в системе. Сопротивление этой цепи низкое, поэтому (благодаря господину Ому, без которого у нас и не было бы этих проблем), даже при низком напряжении сила тока высока. Чтобы измерить сопротивление стального шасси или направляющих рэка потребуется омметр с очень высокой разре-

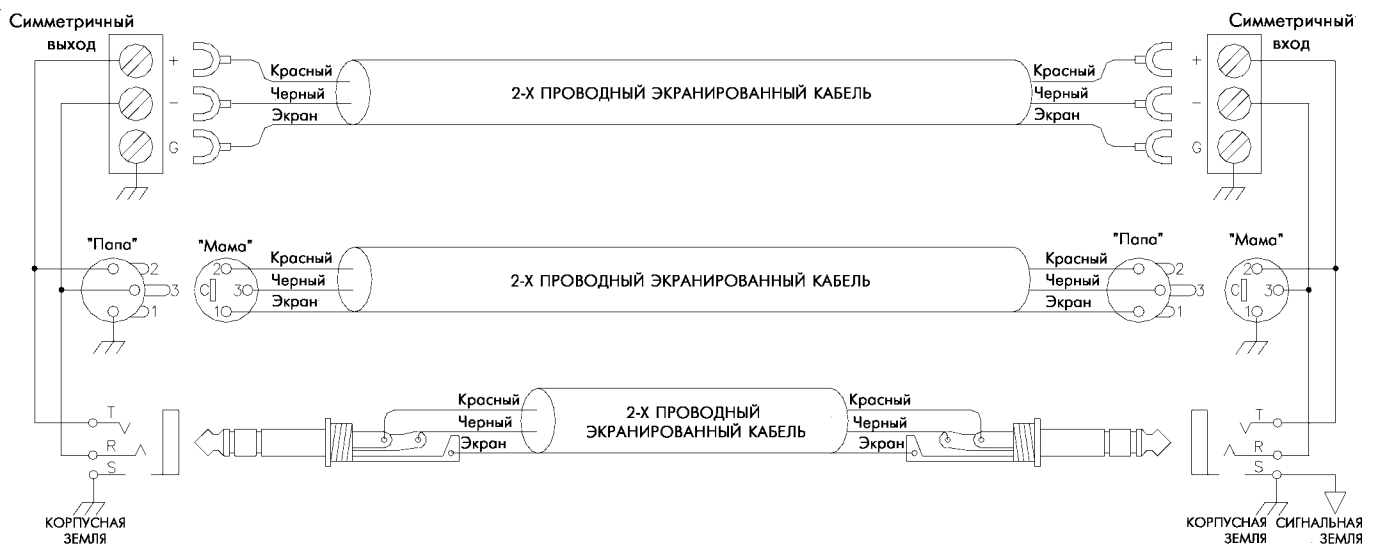


Рис.1а Правильный способ коммутации



шающей способностью. Имеются в виду тысячные доли ома.

Земляные петли не представляю никакой опасности, если в Вашей аппаратуре используются точно рассчитанные и хорошо сбалансированные симметричные коммутационные соединения. Симметричная схема соединений была специально разработана с целью устранения воздействия шумовых токов, т.к. полностью избежать их появления невозможно. К сожалению, многие производители аудиооборудования с симметричными входами/выходами неправильно проектируют систему заземления внутренних элементов, таким образом создавая оборудование, подверженное воздействию проходящих через соединительные кабели фоновых токов. Это одна из причин, по которой иногда симметричный тип коммутации имеет плохую репутацию.

С другой стороны, симметричный тип коммутации вызывает отрицательные отношения у тех, кто рассчитывает добиться более высокого качества путем интегрирования несимметричной аппаратуры с симметричной аппаратурой более высокого класса. Но симметричная схема коммутации *не совместима* с несимметричной.

Несмотря на малые физические размеры и короткие кабели несимметричных систем (домашняя аудио аппаратура), они также содержат земляные петли с блуждающими шумовыми токами. Но в несимметричных системах эти токи не настолько мощны, чтобы вызвать искажение аудиосигнала и появление шума. Совершенно другое дело, когда между собой коммутируется симметричная и асимметричная аппаратура, т.к. схемы симметричной и несимметричной коммутации *действительно не совместимы*. Ниже приводится несколько рекомендуемых к использованию коммутационных схем.

Абсолютно правильный способ коммутации

Применяйте симметричные соединительные кабели, соединив экран на обоих концах кабеля с металлическим шасси (непосредственно на входе в прибор). В симметричном соединительном кабеле должно быть три изолирован

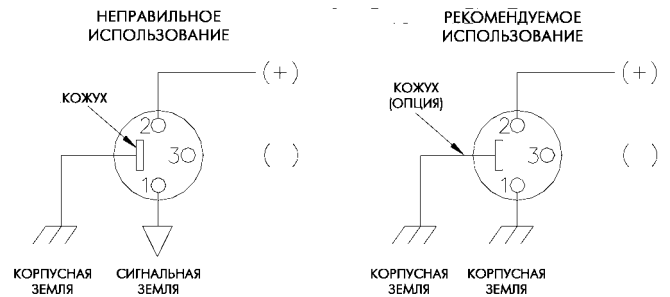


Рис. 1b Рекомендуемый способ

ных проводника - два провода для передачи сигнала (+ и -), а третий – экран. (См. Рис. 1а). Экран необходим для защиты чувствительных к помехам аудио линий. Только применение симметричных соединительных кабелей может гарантировать (именно гарантировать) отсутствие фона переменного тока. Кабель обязательно должен быть двухжильный и со свитыми жилами (витая пара). Кроме этого соединение экрана на обоих концах кабеля с шасси гарантирует наилучшую защиту от внешних радиопомех (RFI) и других шумов (неоновых реклам, светотехнических диммеров...).

Все сводится к применению симметричных линий, только симметричных линий и ничего кроме симметричных линий. Именно для этого они и были разработаны. Кроме этого, необходимо соединить экран на одном и втором концах кабеля с шасси непосредственно на входе в шасси (более подробно о «на обоих концах» чуть позже).

Так как в стандартных XLR кабелях экраны на обоих концах кабеля припаиваются к штырьку 1 разъема, 1-й штырь должен быть соединен с шасси (т.н. корпусной землей) а не с сигнальной землей, как это обычно принято.

Наиболее кардинальное отличие от обычной практики коммутации профессиональной аудио аппаратуры заключается в том, что сигнальная земля не должна использоваться. Данный принцип не нуждается в какой-либо аргументации. Это, попросту, единственный верный способ, которому необходимо следовать. Возникает вопрос, почему же тогда коммутация аудиотехники не выполняется именно таким образом? Вообще-то кое-кто так и поступал, а с



1993 года этой практики стали придерживаться многие. Так почему же так не поступают и все остальные? Ответ прост - жизнь сложна, некоторым тяжело измениться и в пользовании всегда будет какое-то количество техники выпущенной до того, как на практике стали применять именно такой тип коммутации.

Вторая причина - несимметричная аппаратура: она везде, дешевая и легко доступна. Соединители RCA и «jack» применяются в бытовой технике, устройствах обработки сигналов, полупрофессиональных цифровых и аналоговых магнитофонах, компьютерных платах, микшерных пультах и т.д.

Следующие разделы содержат рекомендации по коммутации несимметричной аппаратуры. «Слепое» подключение несимметричной аппаратуры к симметричной дает образец шума и нестабильной работы, и требует применения чрезвычайных мер по исправлению ситуации.

Еще один способ корректной коммутации

Наиболее быстрый, простой и надежный метод соединения симметричной и несимметричной аппаратуры – трансформаторная развязка всех несимметричных соединений (см. рис. 2)

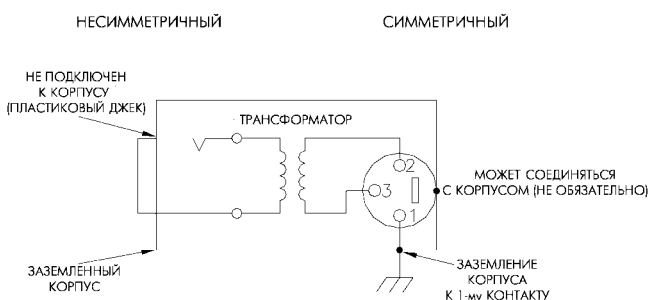


Рис. 2. Трансформаторная развязка.

Для этой цели многие фирмы, выпускают различные наборы. По вопросу применения этих наборов Вам необходимо обратиться к вашему дилеру.

Основная цель такого рода адаптеров - возможность использования стандартных кабелей. При применении трансформаторной развязки нет необходимости в моди-

фикации соединительных кабелей. Фактически можно состыковать две любые единицы аудиотехники без риска нежелательных помех и шумов.

Второй способ получения необходимой изоляции - применение т.н. *Direct box*. Исходно его название объясняется его назначением - преобразовать низкоуровневый высокоомный выходной сигнал электрогитары в высокоуровневый низкоомный сигнал, который можно подключать напрямую (*direct*) к пульту. Сейчас так называется любой блок преобразования несимметричных линий в симметричные.

Последний корректный способ коммутации

Если у Вас нет трансформаторной развязки, у Вас остается единственный выход - использовать специальные кабели. Основная цель - предотвратить попадание токов из земляных петель в звуковой тракт.

Абсолютно справедливо, что подсоединение обоих концов экрана теоретически является наилучшим способом состыковки аппаратуры - при условии, что правильно выполнено внутреннее заземление стыкуемой аппаратуры. Так как в большей части аппаратуры *неправильно* выполнено внутреннее заземление, соединение обоих концов экрана применяется редко, т.к. при этом обычно получают связь с высоким уровнем шумов.

Обычная практика разрешения такого рода проблем (т.е. устранение фона переменного тока) - отсоединить один конец экрана. С какой стороны отсоединить экран - вопрос личного предпочтения и должен неукоснительно соблюдаться: выберите входной или выходной конец кабеля и отсоедините экран именно на том конце, который Вы выбрали. При отсоединении одного конца экрана исчезает путь прохождения шумовых токов, соответственно, исчезает шум - но только при низких частотах. При отсоединении экрана на одном из концов кабеля возрастает возможность появления высокочастотных (радио) помех, т.к. экран превращается в своего рода антенну. Для устранения возможности появления радиочастотных помех часто вплавляют небольшой керамический дисковый конденсатор



емкостью 0,1 или 0,01 микрофарад между отсоединенным концом экрана и шасси. Так как многие до сих пор пользуются именно такими типами кабелей, это означает, что вышеуказанная защита от радиочастотных помех достаточно эффективна, хотя рост использования цифровой и беспроводной техники увеличивает потенциальную возможность возникновения в будущем проблем с радиочастотными помехами.

Если Вы действительно хотите добиться полного устранения фона переменного тока в конкретном устройстве, Вам понадобятся специальные тестовые кабели (см. рис. 3), т.к. даже при распайке кабелей в точном соответствии со справочной документации, всегда существует вероятность неправильного внутреннего заземления устройства. Данные кабели позволят Вам соединить экран с шасси *в точке входа (в месте подключения разъема кабеля)*, или к штырю 1 или вообще отсоединить экран. Задача усложняется, если в данном устройстве есть много входов и выходов. Если в устройстве используются много кабелей, попробуйте различные варианты коммутации, чтобы выяснить – необходимы ли специальные кабели более чем в одной точке.

На Рис. 4 приводится несколько вариантов возможной распайки кабелей. Найдите подходящий вариант выхода (по вертикали), а затем входа (по горизонтали). На пересечении Вы увидите рекомендуемую схему распайки кабеля.



Рис.3 Тестовые кабели

Ground lift (Разъединитель заземления)

Многие аппараты оснащены переключателем разъединения заземления. Однако в очень редких случаях он помогает в устранении помех по «земляной» шине. На практике присутствие этого переключателя только существенно усложняет возможность «корректного» заземления устройства и, способность противостоять возникновению фона переменного тока. Переключатель разъединения заземления – один из вариантов, который можно попробовать при возникновении каких-либо проблем с заземлением. Тем не менее, абсолютно точно можно утверждать, что корректно заземленная аппаратура и без всяких переключателей разъединения земли *действительно гарантирует* отсутствие фона переменного тока. Все проблемы из-за того, что большая часть аппаратуры заземлена *некорректно* (как внутренне, так и внешне).

Оборудование обычно продается с переключателем, установленным в положение "grounded", т.е. шасси соединено с сигнальной землей. (Это лучшее и самое «безопасное» положение "ground lift") . Если после коммутации Вашей системы наблюдается чрезмерный шум и фон переменного тока, значит где-то в конфигурации заземления есть несовместимость. Кроме применения специальных кабелей можно посоветовать попробовать следующее:

1. Попробуйте различные комбинации "ground lift" на аппаратах, оснащенных ими. Это лучше всего делать при



отключенном питании!

2. Если у Вас полностью симметричная система - проверьте наличие соединений между всеми шасси и защитной землей с целью безопасности и защиты от помех. Если Вы используете одновременно симметричные и несимметричные приборы - воспользуйтесь трансформаторными развязками (если на это есть деньги), если денег нет - попробуйте применить вышеописанные специальные кабели, хотя на это уйдет уйма времени.

3. Симметричные аппараты с внешними источниками питания (включаемыми прямо в розетку или имеющими сетевую кабель) не заземляют шасси через сетевую кабель. Убедитесь в том, что такая аппаратура надежно заземлена, т.е. шасси должно быть соединено с землей. Любое устройство с 3-хконтактной сетевой вилкой, (например - усилитель), может выступать в роли точки заземления на землю. Направляющие река также могут быть использованы для этой цели, но нужно обратить внимание на местоположение винтов и прочность покраски.

Плавающее, псевдо- и квази- симметрирование.

Вы можете столкнуться с так называемым «плавающим асимметричным» выходом, иногда его называют псевдо или квази-симметричный выход. В данной конфигурации земля выходного каскада не подсоединена внутри устройства и «кольцо»(ring) джека соединено с сигнальной землей через резистор с маленьким сопротивлением. Благодаря этому «кольцо» и «штырь» джека «оказываются» с одинаковым импедансом и почти симметричным выходным каскадом, даже если выходная схема несимметрична.

Плавающая несимметрия часто используется для получения как симметричного, так и несимметричного входа, в зависимости от того какой тип стандартного кабеля используется. При наличии фона переменного тока нужен специальный кабель.

соединения, соединяя экраны с шасси в месте входа, или преобразуя несимметричные сигналы в симметричные с помощью трансформаторной развязки), значит не будет и никакой гарантии от появления фона.

Чтобы выйти победителем в борьбе с шумами при коммутации

- Везде, где возможно, пользуйтесь симметричным типом коммутации
- Для изоляции всех несимметричных соединений от симметричных используйте трансформаторную развязку
- При невозможности применения трансформаторной развязки для изоляции несимметричных линий воспользуйтесь специальными кабелями
- Длина любого несимметричного кабеля не должна превышать 3 метров. Кабеля длиной более 3 метров будут усиливать все побочные эффекты паразитных земляных контуров.
- Если все вышеперечисленное не помогает, оцифруйте все и используйте оптические соединения и Вы столкнетесь с новым витком проблем.


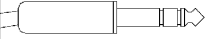
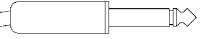

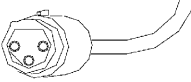
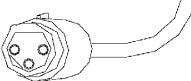
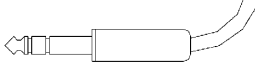
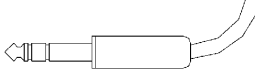
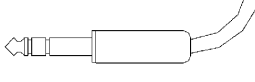
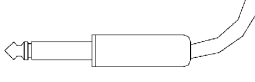
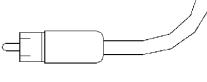
РЕЗЮМЕ

Если Вы не в состоянии выполнить все так как надо (т.е. применять полностью симметричные коммутационные



НА ВХОД

С ВЫХОДА

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗЬЕМЫ	 "ПАПА" СИММЕТРИЧНЫЙ XLR	 1/4" СИММЕТРИЧНЫЙ TRS	 1/4" НЕСИММЕТРИЧНЫЙ TS	 НЕСИММЕТРИЧНЫЙ RCA
 "МАМА" СИММЕТРИЧНЫЙ XLR (НЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ)	1	2	3 _B	4 _B
 "МАМА" СИММЕТРИЧНЫЙ XLR (ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ)	1	2	5	6
 1/4" СИММЕТРИЧНЫЙ TRS (НЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ)	7	8	9 _B	10 _B
 1/4" СИММЕТРИЧНЫЙ TRS (ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ)	7	8	11	12
 1/4" ПЛАВАЮЩИЙ НЕСБАЛАНСИРОВАННЫЙ TRS	21 _A	22 _A	11	12
 1/4" НЕСИММЕТРИЧНЫЙ TS	13	14	15 _A	16 _A
 НЕСИММЕТРИЧНЫЙ RCA	17	18	19 _A	20 _A

ПРИМЕЧАНИЕ:

(А) ЭТА КОНФИГУРАЦИЯ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В СТАНДАРТНЫХ КАБЕЛЯХ "OFF THE SHELF"

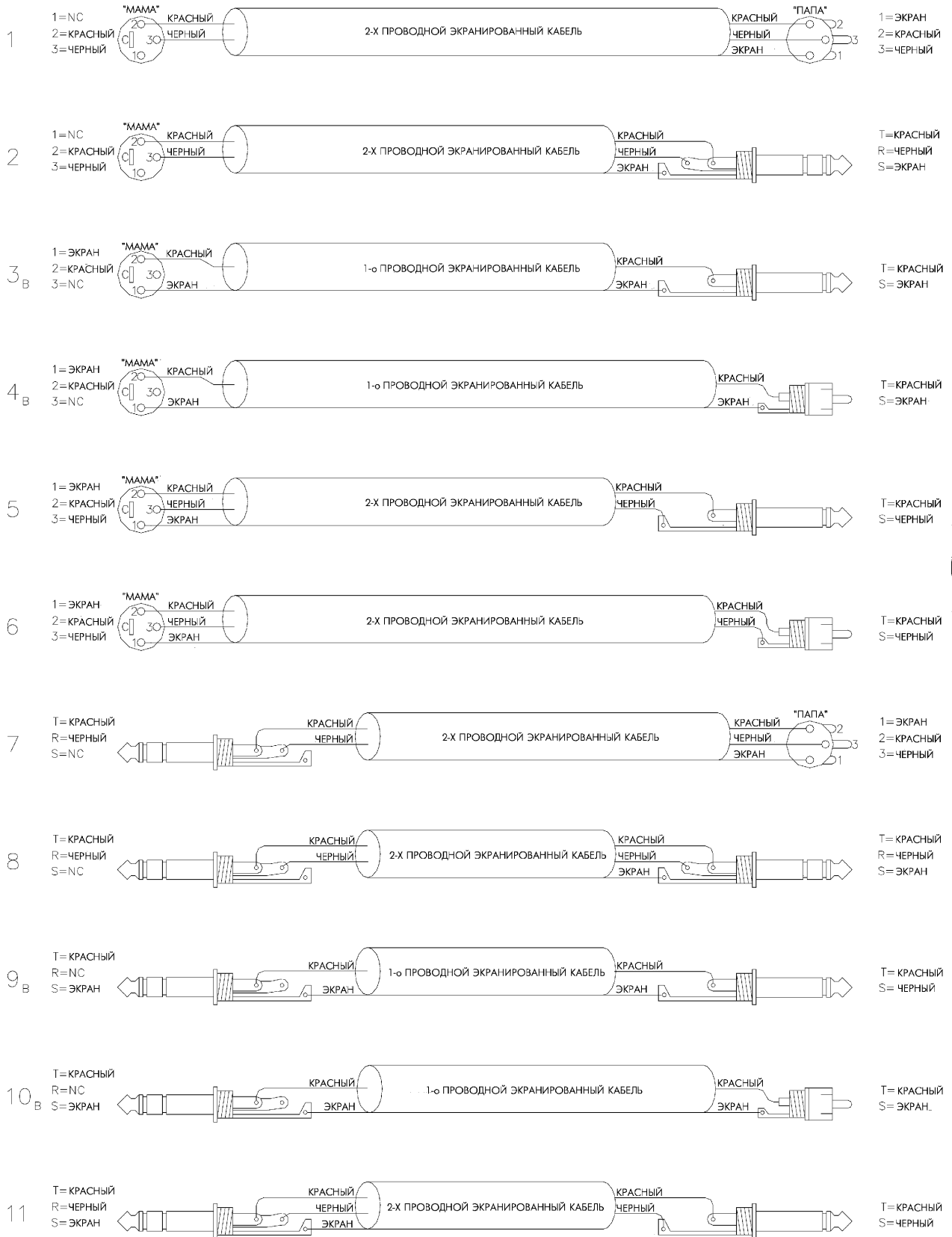
(В) ЭТА КОНФИГУРАЦИЯ ВЫЗЫВАЕТ ПОТЕРЮ СИГНАЛА НА 6дВ. КОМПЕНСИРУЕТСЯ ПОДНЯТИЕМ УРОВНЯ СИГНАЛА НА 6дВ

Рис. 4



С ВЫХОДА

НА ВХОД





С ВЫХОДА

НА ВХОД

