

ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ МОНИТОРОВ (часть 1)

Владимир Старков

Неисправность строчной развертки, – пожалуй, одна из самых часто встречающихся в практике ремонта мониторов. О том, как правильно найти дефект и, главное, причину, его вызвавшую, пойдет речь в этой статье.

«Пили, пила, пока цела»

Прежде чем приступить к изложению методологии поиска и устранения неисправности в строчной развертке (СР) мониторов, я считаю нелишним напомнить о принципах ее работы и обязательных для ее функционирования элементах.

Развертка, т.е. перемещение электронного луча в электронно-лучевой трубке (ЭЛТ), происходит за счет протекания тока через магнитную отклоняющую систему (ОС). Для равномерного перемещения луча по экрану ток в ОС должен изменяться по линейному закону, а форма тока должна быть близкой к пилообразной. Типовая система СР (см. рис. 1) представляет собой резонансный LC-контур с ударным возбуждением. Индуктивностью в этом контуре является сама строчная отклоняющая катушка (СОК) L_h , а емкость контура на самом деле состоит из двух последовательно включенных в ее цепи конденсаторов. Конденсатор C_s на рис. 1 является одновременно резонансным и корректирующим. С его помощью исправляется S-образная форма тока СОК так, чтобы она была ближе к пилообразной. Этот конденсатор обычно называется «конденсатором S-коррекции». Резонансный конденсатор C_1 всегда имеет намного меньшую величину емкости, чем C_s , и поэтому частоту резонанса, а следовательно, и длительность импульса обратного хода (ИОХ) определяет в основном именно он, а не C_s . Индуктивность L_1 необходима для устранения влияния низкого выходного сопротивления источника питания на резонансные свойства контура L_h , C_1 и формирования S-образного тока СОК. Чаще всего роль L_1 выполняет первичная обмотка строчного трансформатора (FBT). Следует заметить, что при этом образуется еще один колебательный контур – L_1 , C_1 . Поэтому индуктивность L_1 подбирают так, чтобы собственная резонансная частота контура L_1 , C_1 была равна или чуть ниже, чем частота контура L_h , C_h , где C_h – эквивалентная емкость соединенных последовательно C_1 и C_s . Очевидно, что $C_h < C_1$.

Регулятор линейности строк (РЛС) L_2 корректирует несимметричность формы тока СОК. Сердечник дросселя L_2 намагничен, и поэтому импеданс дросселя неодинаков для положительной и отрицательной половин тока СОК.

Роль ключа выполняют транзистор Q_1 и демпфирующий диод D_1 . Демпфирующий диод в данном случае является обязательным элементом, т.к. при его

отсутствии нарушается симметричность ключа для протекающего через него двуполярного тока СОК.

Эпюры напряжений и токов СР приведены на рис. 2. Все описанные элементы L_1 , L_h , C_1 , C_s и L_2 являются минимально необходимыми для функционирования строчной развертки монитора. Поэтому когда возникают трудности в определении неисправности, я иногда упрощаю реальную схему СР монитора до минимального набора элементов, приведенных на рис. 1. Вы тоже можете следовать этому приему, но соблюдая необходимые предосторожности, о которых скажу ниже.

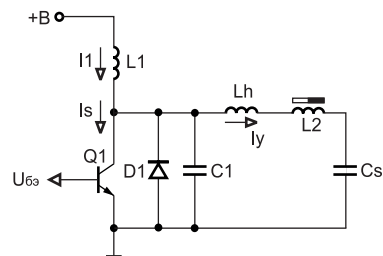


Рис. 1. Упрощенная схема строчной развертки

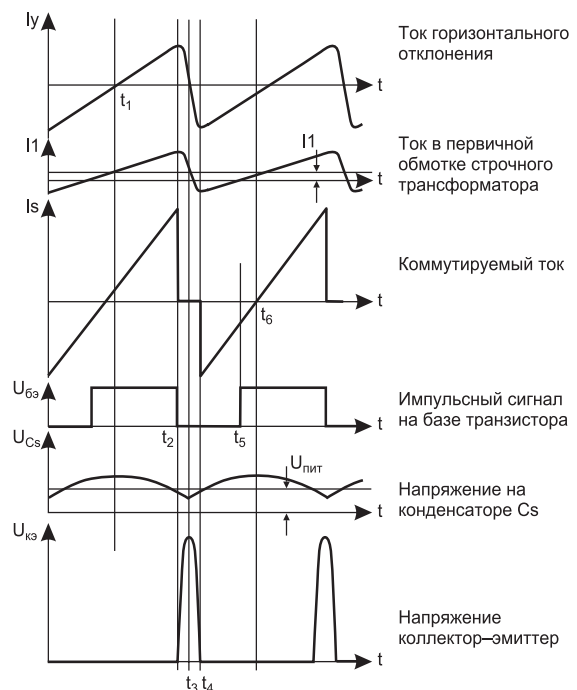


Рис. 2. Эпюры напряжений и токов в цепях строчной развертки

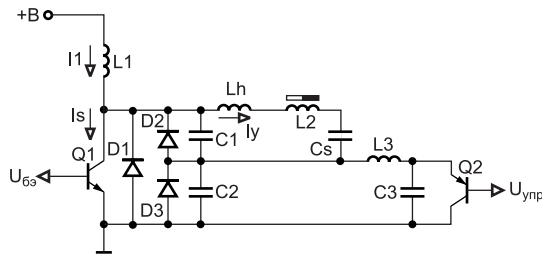


Рис. 3. Типовая схема строчной развертки с диодным модулятором

На рис. 3 приведена типовая схема СР с диодным модулятором. С помощью такой схемы легко реализовать регулировку тока СОР при постоянной величине напряжения питания +В. Принцип действия такой схемы заключается в перераспределении токов верхнего и нижнего плеч диодного модулятора D2, D3. Чем больший ток отводится через дроссель L3, тем больше размер изображения по горизонтали. Если разорвать эту цепь регулировки, например, удалив дроссель L3, то размер будет минимальным. Если замкнуть C3, то размер будет максимальным. Даже таких кратких сведений, на мой взгляд, вполне достаточно, чтобы понять принцип работы диодного модулятора СР и не вдаваться в то, как именно протекают в нем токи.

На этом, пожалуй, описание принципа работы строчной развертки монитора закончу, т.к. для опытных мастеров это уже давно известно и неинтересно, а для начинающих лучше почитать соответствующую литературу по телевидению и телевизорам, ее выпущено уже очень много.

Строчная развертка монитора, совмещенная с анодным преобразователем, является самым энергопотребляющим узлом в мониторе. Потребляет этот узел около 60...70% всей мощности, вырабатываемой блоком питания (БП) монитора. Управляет этой довольно большой мощностью один транзистор – выходной транзистор строчной развертки, именуемый в англоязычной литературе, да и на жаргоне ремонтников, НОТ (Horizontal Output Transistor). Как гласит русская поговорка, «где тонко, там и рвется». В применении к СР монитора это означает, что сгорает обычно самый напряженный элемент, т.е. НОТ. Причин выхода его из строя может быть несколько.

Тепловой пробой происходит от перегрева полупроводникового кристалла транзистора. Его причины:

- недостаточный для работы транзистора в ключевом режиме базовый ток;
- слишком большой базовый или коллекторный ток транзистора;
- неправильно подобранный для работы с ЭЛТ данного размера тип транзистора;
- дефекты элементов строчной развертки, нарушающие ее резонансные свойства;
- неисправности в цепи фазовой автоподстройки частоты СР, приводящие к включению строчного транзистора при ненулевом токе СОР;

- неисправный или неправильно рассчитанный трансформатор раскочки НОТ;

- плохой контакт НОТ с радиатором или недостаточная площадь радиатора;

- использование монитора вблизи нагревательных приборов или нарушение естественной конвекции воздуха внутри монитора путем перекрытия вентиляционных отверстий на его корпусе.

Косвенным признаком теплового пробоя НОТ может служить остаточное сопротивление его переходов, составляющее десятки и сотни Ом.

Пробой «по напряжению» происходит от превышения максимально допустимого для данного транзистора напряжения $U_{кб}$ и $U_{кз}$. Обычно амплитуда этого напряжения составляет не менее 1500 В. Причины пробоя «по напряжению»:

- нарушение резонансных свойств СР, вызванное неисправностью ее элементов или посторонним вмешательством с целью увеличения размера раскра по горизонтали. Последнее обычно происходит со старыми мониторами VGA, у которых нет регулятора размера по горизонтали;

- плохой контакт («холодная пайка») элементов СР. Напомню, что искрение в цепи протекания тока может привести к генерации экстравысоких напряжений в точке плохого контакта;

- превышение напряжения питания строчной развертки для данной рабочей частоты;

- неисправность в цепи отрицательной обратной связи (ООС) регулятора напряжения питания строчной развертки.

Косвенным признаком этого пробоя служит близкое к нулю сопротивление коллектор–эмиттер транзистора. Правда, если быть точным, то этот признак не может быть достоверным для утверждения, что «транзистор сгорел от перенапряжения». При чрезмерном нагреве кристалла полупроводникового транзистора у него снижается максимально допустимое обратное напряжение $U_{кб}$, что может привести к его пробоя при совершенно штатных напряжениях. Поэтому судить по остаточным сопротивлениям переходов транзистора об истинной причине его неисправности можно лишь с некоторой долей вероятности.

При замене строчного транзистора я всегда контролирую форму импульса обратного хода (ИОХ), осциллограмма которого является, пожалуй, самой информативной среди других. Вторым по значимости контролируемым параметром является температура самого транзистора в установившемся режиме работы, т.е. через 15...20 минут после включения.

На рис. 4 приведены осциллограммы импульсов обратного хода и управляющего напряжения.

Форма ИОХ на рис. 4а характерна для исправной строчной развертки. Точка t_1 соответствует началу открывания строчного транзистора и нулевому значению тока в строчных отклоняющих катушках. Напряжение на частке $t_1...t_2$ осциллограммы формируется транзистором, находящимся в режиме насыщения. «Загиб» на участке $t_2...t_3$ (область А) обусловлен конечным временем рассасывания неосновных носителей в базе и зависит от тока базы в режиме насыщения, а также времени выключения самого транзи-

стора, именуемого в его описании как Fall Time. Для современных транзисторов, применяемых в раз-
вертках мониторов, типовое значение Fall Time со-
ставляет 0,15...0,2 мкс. Участок осциллограммы $t_2...t_3$
образует нарастающий фронт ИОХ. Иногда на этом
участке ИОХ можно наблюдать зубец (область Б), ко-
торый бывает на уровне величины напряжения пита-
ния СР. Он не свидетельствует о неисправности и вы-
зван чаще всего сравнительно небольшим быстро-
действием диодов модулятора и/или демпфирующего
диода. Вершина ИОХ обычно бывает колоколообраз-
ной формы, и ее искажение в виде ступеньки или про-
вала может свидетельствовать о наличии какой-либо
еще неисправности, чаще всего FBT. Участок $t_3...t_4$ —
это спад ИОХ. Какие-либо искривления на нем ниже
величины напряжения питания СР чаще всего вы-
званы не дефектом, а работой цепей центровки рас-
тра по горизонтали. Как можно заметить, участок ос-
циллограммы $t_3...t_4$ заканчивается отрицательным
выбросом (область В), который обусловлен работой
демпфирующего диода. Напряжение на участке $t_4...t_5$
асимптотически стремится к нулю, а далее к величине
напряжения насыщения НОТ.

На рисунке 4б собраны всевозможные искажения
вида ИОХ, вероятность одновременного появления
которых, конечно же, очень мала.

Линейно нарастающий участок (область Г) на вре-
менном интервале $t_1...t_2$ свидетельствует о выходе
НОТ из режима насыщения (транзистор очень силь-
но греется). Вероятные причины этого:

- недостаточный коэффициент усиления транзи-
стора h_{fe} , что свидетельствует о неправильно выбран-
ной замене или чаще о том, что транзистор не соот-
ветствует заявленным производителем характери-
сткам. Возможно, что это просто перемаркированная
подделка, «перетер», которую сделали где-нибудь в
Подмосковье или в ближнем зарубежье;
- неисправность в цепи питания каскада раскач-
ки НОТ. Она может быть вызвана высыханием элект-
ролитического конденсатора в фильтре этого пита-
ния либо некорректной работой схемы регулировки
этого питания;
- неисправность в самом трансформаторе кас-
када раскачки НОТ: изменение зазора, межвитковое
замыкание, межвитковый пробой и т.д.;
- неправильный выбор транзистора каскада рас-
качки. Моя любимая замена этого транзистора —
2SD669A — подходит практически для любого мони-
тора.

Малая скорость нарастания ИОХ, «загиб» на уча-
стке $t_2...t_3$ (область Д) также вызывает нагрев НОТ, т.к.
в этот момент времени он находится в активном ре-
жиме. Вероятные причины:

- неправильно выбрана замена транзистора,
транзистор с большим временем Fall Time или опять
же подделка;
- слишком большой базовый ток НОТ в режиме
насыщения. Это может быть вызвано неисправнос-
тью схемы управления питанием каскада раскачки;
- неисправные элементы в базовой цепи НОТ:
увеличившие номинал резисторы, высохшие электро-
литические конденсаторы и т.п. Я иногда шунтирую
резистор, стоящий последовательно между обмоткой

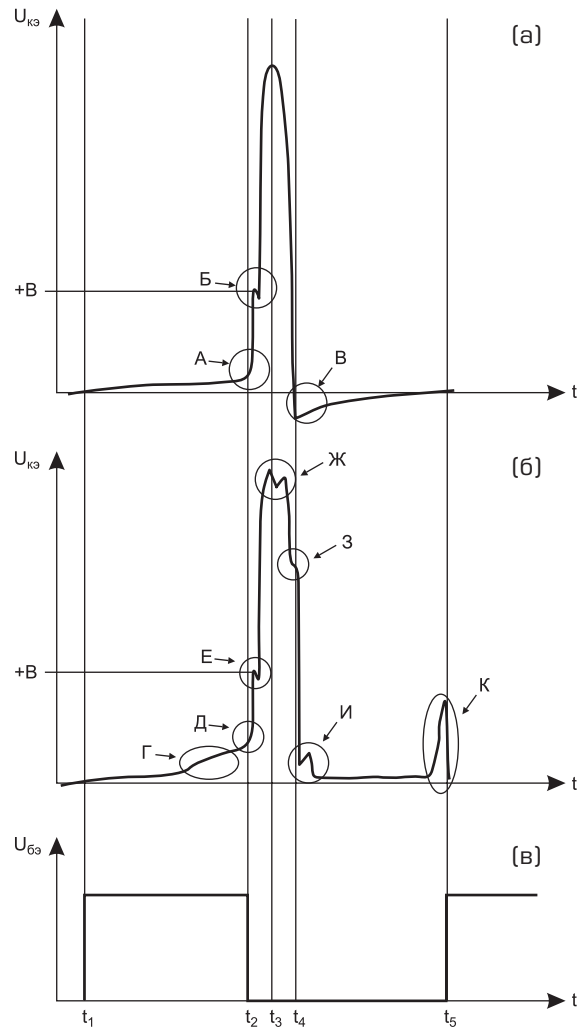


Рис. 4. Форма импульса обратного хода в цепях
строчной развертки (а) без дефектов и (б) с
дефектами; (в) напряжение управления ключевым
транзистором

трансформатора раскачки и базой НОТ, дросселем
номиналом 1,5...5 мкГн. Хорошо подходят для этой
цели фильтры-перемычки, которые выглядят как про-
волочка, пропущенная через ферритовую трубку. Ин-
дуктивность их как раз единицы мкГн;

- отсутствие или неисправность резистора, уско-
ряющего рассасывание неосновных носителей в базе
НОТ. Хочу заметить, что во многих транзисторах,
предназначенных для работы в выходном каскаде СР,
такой резистор уже встроен прямо в кристалл. Кроме
того, почти всегда есть еще и внешний резистор, сто-
ящий между базой и эмиттером НОТ, обращайте на
этот факт внимание при замене;

- слишком высокая рабочая температура НОТ.

Про нелинейность на участке $t_2...t_3$ (область Е) пе-
реднего фронта ИОХ на уровне напряжения питания
СР я уже упоминал, это обычно не является неисправ-
ностью. В схеме «совмещенной» СР на участках $t_3...t_4$
и $t_4...t_5$ может наблюдаться разная скорость на-
растания и спада ИОХ. Это не является неисправнос-
тью при «резонансном» способе регулировки ампли-

туды ИОХ. Способ этот заключается в том, что стабилизация анодного напряжения осуществляется путем коммутации составного резонансного конденсатора в течение ИОХ. Таковы схемы многих 15-дюймовых моделей мониторов CTH, Sony и ViewSonic. О самом принципе далее.

Искажение вершины (область Ж) и/или спадающего фронта ИОХ на участке $t_3 \dots t_4$ (область З) может свидетельствовать о высоковольтном пробое в FBT или в самой ЭЛТ, а также о нарушении резонансных свойств СР.

Отсутствие отрицательного выброса от демпфирующего диода (область И) может быть, а может и не быть неисправностью. В данном случае надо смотреть работу схемы центровки раstra по горизонтали. В каком-то мониторе Panasonic этот выброс соответствовал, как ни странно, штатному режиму работы. Для уточнения схему центровки можно временно отключить.

Появление дополнительного пика около точки нулевого тока СОР t_5 (область К) является неисправностью. Вероятные причины:

- некорректная работа цепей и узла фазовой подстройки частоты и длительности импульса управления HOT генератора строчной развертки. Возможно, включение строчного транзистора происходит при ненулевом значении тока СОР, что, конечно же, приводит к его дополнительному нагреву;
- неисправность каскада раскачки HOT. Нужно проверить питание раскачки и форму импульсов на транзисторе раскачки. Иногда бывает достаточно заменить транзистор каскада раскачки на другой, с большим h_{fe} ;

- нарушение резонансных свойств системы СР. При этом частота резонанса увеличивается и период импульсов, возникающих в результате ударного возбуждения СР, становится меньше, чем период строчной развертки. В этом случае чаще всего бывает неисправен конденсатор С1 или Сс. Иногда подобная форма ИОХ — это следствие неисправности FBT.

Слишком маленькая длительность ИОХ и его увеличенная амплитуда обычно вызваны неисправностью резонансных конденсаторов. Отсутствие ИОХ при наличии импульса формы, близкой к прямоугольной, чаще всего означает, что ток СОР слишком мал или совсем отсутствует. Причина обычно в холодных пайках разъема ОС, выводов FBT, соединяющихся с СОР, РПС и т.д.

Ну, а когда вместо нормальной формы ИОХ Вы видите множество затухающих по амплитуде коротких импульсов, то в первую очередь займитесь дефектовкой FBT по методике, описанной в РЭТ №2, 2002 г.

Продолжение следует.

Литература

1. Колесниченко О.В., Шишигин И.В., Золотарев С.А. Строчные трансформаторы для зарубежных телевизоров и мониторов. Справочное пособие. — Изд. Лань, СПб., 1996. — С. 7.
2. Воронов М.А., Родин А.В., Тюнин Н.А. Ремонт мониторов. Выпуск 12, 2-е изд., переработанное и дополненное. — Изд. Солон-Р, 2000. — С. 56.