

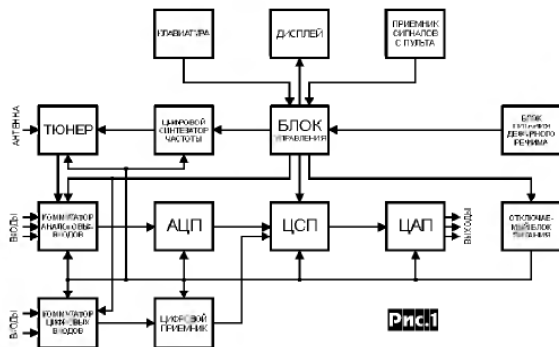
Ресивер с цифровой обработкой сигнала

Дмитрий Харций, г.Запорожье

Вступление

С тех пор, как в первой половине XX века был выпущен первый ресивер, прошло уже много времени. За это время значительно изменились ассортимент и количество источников сигнала, менялись способы конструктивного воплощения в жизнь узлов и всего устройства в целом. Неизменной с тех пор осталась лишь идея. На сегодняшний день количество цифровых узлов в ресивере превысило число аналоговых. А если отказаться от прослушивания аналоговых источников и приема аналоговых радиостанций, оставив лишь прием цифрового радио (DAB), а также использовать цифровой усилитель мощности, то аналоговых цепей в ресивере не останется вообще!

Предлагаемый ресивер (см. рис. 1) еще не настолько «продвинутой» - у него есть аналоговые входы и аналоговый радиоприемник. Но сразу же после коммутатора аналоговый сигнал преобразуется в цифровой и подается на цифровой сигнальный процессор (ЦСП), где и происходит его полная обработка. Цифро-аналоговые преобразователи, установлен-



ные на выходе ЦСП, выдают аналоговый сигнал для «традиционных» усилителей мощности. Но у использованного ЦСП имеется и цифровые выходы, так что при желании можно подать сигнал на цифровые усилители мощности, понимающие протокол I2S, или же добавить выходной трансмиттер SPDIF...

В общих словах - у предлагаемого ресивера есть: FM тюнер, три входа для внешних аналоговых источников стереосигнала и два цифровых входа - коаксиальный и оптический. Усилители мощности выполнены в виде отдельного блока и в данной статье не рассматриваются. Управление всеми параметрами осуществляется процессором и возможно как при помощи кнопок на панели управления, так и с пульта.

Вообще, разработка данного устройства началась с изучения возможностей микросхемы AD1954, представляющей собой цифровой сигнальный процессор. Микросхема имеет три входа цифровых аудио данных, коммутируемых входным коммутатором, ядро ЦСП и выходные цифро-аналоговые преобразователи. ЦСП микросхемы позволяет сформировать из стереосигнала 2.0 сигнал 2.1 (с каналом сабвуфера), регулировать АЧХ при помощи семи цифровых фильтров (*biquad IIR filter* - регулируется частота, добротность, усиление). Независимо регулировать усиление трех каналов (левого, правого и сабвуфера), регулировать глубину стереоэффекта (расширитель стереобазы), регулировать задержку сигналов (для совмещения фазы основных каналов и канала сабвуфера), управлять встроенными компрессорами - общим для левого и правого каналов и отдельным для канала сабвуфера (регулируются кривая компрессии, скорость атаки и затухания). И все это в корпусе MQFP размерами 10x10 мм! Микросхема имеет собственный BOOTROM с параметрами, позволяющими в простейшем случае использовать ее в паре с цифровым приемником (например, AD1892) как высококачественный внешний ЦАП к проигрывателю компакт-дисков.

Дальнейший рост проекта происходил чисто по субъективным причинам. Ну ладно, подключаем по SPDIF проигрыва-

тель компакт-дисков и слушаем. Но, наверняка, есть и какие-то аналоговые устройства, которые тоже периодически используются. Так появился АЦП - AD1871 (24 бита, частота дискретизации до 96 кГц). Дальнейшие коррективы внесла семья - ну не пользуется она моей аппаратурой! На вопрос о причине ответ был таков: «В моем усилителе нет радио и пульта!». Так появились тюнер (отчего усилитель сразу стал ресивером) и пульт дистанционного управления. Следующий шаг был продиктован собственным желанием просыпаться по утрам под музыку, а не писк будильника. Так появился час, включающий приемник в установленное время. А регулярное отключение электроэнергии вынудило установить и батарею резервного питания процессора. Практически вся индикация выведена на текстовый ЖК дисплей (две строки по 16 символов). Основные оперативные регулировки - прямые: кнопка - действие. Всевозможные настройки разбиты на две группы и вызываются через меню. Все настройки ресивера хранятся в энергонезависимой памяти.

Блок питания. Начнем с того, схемы чего не приводятся ввиду их простоты (на фоне всего остального). Блок питания состоит из двух частей: блок питания дежурного режима и отключаемый блок питания.

Блок питания дежурного режима выдает питание блоку управления: +15 В для схемы дистанционного управления и +5 В для центрального процессора. По цепи питания +15 В потребляемый ток не превышает 50 мА. Питающее напряжение может находиться в пределах от +14 до +18 В. По цепи +5 В потребляемый ток зависит от того, включен ресивер (не более 300 мА), или выключен (не более 10 мА). Основное потребление тока во включенном состоянии приходится на светодиоды подсветки дисплея (дисплей подсвечен все время, пока ресивер включен). Отключаемый блок питания управляется сигналом на контакте 2 разъема XS2 блока процессора: высокий уровень на этом контакте включает блок питания, низкий уровень выключает.

Отключаемый блок питания выдает три напряжения: +9 В (используется для питания тюнера и синтезатора частоты, а также цифровых цепей блока ЦСП); и ±12 В (используется для питания аналогового коммутатора входов, а также аналоговых цепей блока ЦСП). Требования к качеству этого источника питания напрямую зависят от ожидаемого качества работы устройства. Т. е., желательно применение всевозможных средств: фильтры высокочастотных помех на входе трансформатора; конденсаторы, шунтирующие диоды выпрямительных мостов; большие емкости конденсаторов сглаживающих фильтров выпрямителей; транзисторные фильтры пульсаций; стабилизаторы с высоким коэффициентом стабилизации и так далее. Потребляемый ток не превышает 500 мА по цепи +9 В и 300 мА по цепи ±12 В.

Управление. Все управление ресивером электронное. Количество и назначение кнопок лицевой панели и пульта абсолютно одинаковое. Чтобы выключить ресивер, необходимо нажать и удерживать (около 0,5 сек.) кнопку POWER OFF. Включение (также с задержкой) осуществляется любой из 16 оставшихся кнопок. При включенном ресивере задержки при обработке нажатий кнопок отсутствуют. При выключении ресивера все параметры записываются в ЭНЗУ процессора управления. При включении все параметры восстанавливаются значения, хранящиеся в ЭНЗУ. Исключение составляет лишь выбранный вход и то только при включении кнопками ANALOG INPUT или DIGITAL INPUT (о чем сказано ниже). В дежурном режиме подсветка дисплея выключена, на дисплее в правом верхнем углу выведены лишь показания часов. При включении ресивера загорается подсветка, на первой строке индикатора отображается выбранный источник (для тюнера - номер ячейки памяти и частота) и текущее время, во второй строке - уровень громкости (рис. 2).

FM1 104,5 14.37
Громкость -32 дБ

рис.2

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Начнем с выбора источника сигнала. Кнопки FM1 - FM9 служат для управления тюнером. При нажатии любой из них ресивер включается (если был выключен), коммутатор аналоговых источников переключается на вход от тюнера, ЦСП переключается на вход от АЦП, синтезатор частоты тюнера выставляет частоту, записанную в соответствующую ячейку памяти - слушаем тюнер. Кнопка ANALOG INPUT служит для включения одного из трех аналоговых входов. При ее нажатии ресивер включается (если был выключен), коммутатор аналоговых источников переключается на 1-й аналоговый вход, ЦСП переключается на вход от АЦП. При последующих нажатиях входы переключаются по кольцу: 1 > 2 > 3 > 1 и т. д. Следует учесть, что если, допустим, у ресивера перед выключением был выбран вход 1, то при его следующем включении кнопкой ANALOG INPUT будет выбран следующий вход - 2. Кнопка DIGITAL INPUT служит для включения одного из двух цифровых входов. При ее нажатии ресивер включается (если был выключен), ЦСП переключается на вход от цифрового приемника, реле K1 переключается на микросхему оптического входа. При последующих нажатиях этой кнопки входы переключаются по кольцу: оптический > коаксиальный > оптический и т. д. («Прикол» с переключением на следующий источник при включении имеется тоже).

Теперь перейдем к регулировкам. В общем случае выглядит это следующим образом - кнопками SELECT или SETUP выбираем параметр для регулирования и кнопками PLUS или MINUS изменяем его значение. Некоторые параметры «закольцованы», т.е. после достижения максимального значения происходит возврат к минимальному, и наоборот. Регулировка иных параметров при достижении максимума или минимума останавливается. Через 10 секунд после последнего нажатия кнопкой клавиатуры на дисплей снова выводятся: выбранный источник, время и уровень громкости.

Кстати, при включении кнопками SELECT или SETUP ресивер восстанавливает свое предыдущее состояние и не переключает вход, а при включении кнопками PLUS или MINUS изменяется только уровень громкости (на один дБ в соответствующую сторону).

Основное управление параметрами звука осуществляет кнопками PLUS, MINUS и SELECT. Если не нажимать кнопку SELECT, то кнопки PLUS и MINUS регулируют громкость в пределах от 0 до -60 дБ. При достижении минимального или максимального значений регулировка останавливается. Нажатие кнопки SELECT переключает по порядку регулировки уровня для следующих частот эквалайзера: 37 Гц > 100 Гц > 270 Гц > 720 Гц > 2 кГц > 5 кГц > 14 кГц. Для каждой из частот эквалайзера возможна регулировка уровня в пределах от 0 до +12 дБ. Особо необходимо отметить, что при уровне от +1 до +12 дБ фильтры ЦСП настраиваются как избирательные, а при уровне 0 дБ имеют ровную АЧХ (частотная коррекция отсутствует) и коэффициент передаточной равный 1. Т. е. - «пуристам посвящается»: выставивши в эквалайзере все «нули», Вы получаете тракт с линейной АЧХ. Правда, изменение режима фильтра из всепропускающего в селективный происходит со «щелчком». Т.е., при регулировке уровня каждой из частот эквалайзера слышен «щелчок» при переходе от «0 дБ» к «+1 дБ» и наоборот, от «+1 дБ» к «0 дБ». Дальнейшее регулирование в пределах от «+1 дБ» до «+12 дБ» происходит бесшумно.

Следующее после «14 кГц» нажатие кнопки SELECT выводит меню управления расширением стереобазы. Возможные варианты - «ВЫКЛ» и уровни с 1 по 4. Чем ниже уровень, тем меньше отличие звука от оригинала.

Последующее нажатие кнопки SELECT возвращает нас к индикации выбранного источника и регулировке громкости.

Кнопка SETUP служит для установки параметров, не относящихся к числу часто изменяемых. Первое нажатие этой кнопки вызывает режим установки будильника. При этом кнопка MINUS устанавливает значение часов, а кнопка PLUS - минут. Собственно, будильник позволяет в установленное время включить ресивер (см. Блок управления). Для этого служат трансистор T1 и диоды D1-D5 указанного блока. Если Вы не хотите, чтобы ресивер включался самостоятельно, нужно установить время срабатывания будильника 24.XX (любое значение минут).

При следующем нажатии кнопки SETUP Вы попадаете в

установку часов. Все управление аналогично установке будильника за исключением двух моментов: во первых, установить 24 часа не получится (23 > 00 и далее); и во вторых, при переходе минут с 59 на 00 показания часов автоматически увеличиваются на единицу. Следует также учесть, что показания времени хранятся только в ОЗУ процессора управления и сбрасываются при пропадании напряжения в питающей сети, если не установлена резервная батарея.

Следующий параметр - «Уровень сабвуфера». Его значение изменяется в пределах от 0 до -16 дБ. При достижении минимального или максимального значений регулировка останавливается. Следует учесть, что этот параметр определяет уровень сигнала в канале сабвуфера относительно уровня основных каналов. При регулировке громкости уровень сабвуфера изменяется тоже, сохраняя установленное в этом параметре соотношение.

Последующее нажатие кнопки SETUP позволяет установить «F (частоту) среза» сабвуфера. Возможные варианты: ВЫКЛ, 100 Гц, 150 Гц и 200 Гц. В положении «ВЫКЛ» кака-либо фильтрация в основных (левом и правом) каналах отсутствует. В канале сабвуфера работает фильтр, «режущий» выше 400 Гц. При установке иного значения в канале сабвуфера включается ФВЧ с выбранной частотой среза. В основных каналах ФНЧ с той же частотой среза включается в зависимости от установленного значения другого параметра - «ФИЛЬТРАЦИЯ ОСН. КАНАЛ». При включенном значении этого параметра в основных каналах все, что ниже выбранной частоты среза «вырезается» ФВЧ.

Следующий параметр, вызываемый кнопкой SETUP, - установка фазы сигнала в канале сабвуфера. Вариантов два: 0° и 180°. Вопросов не возникает.

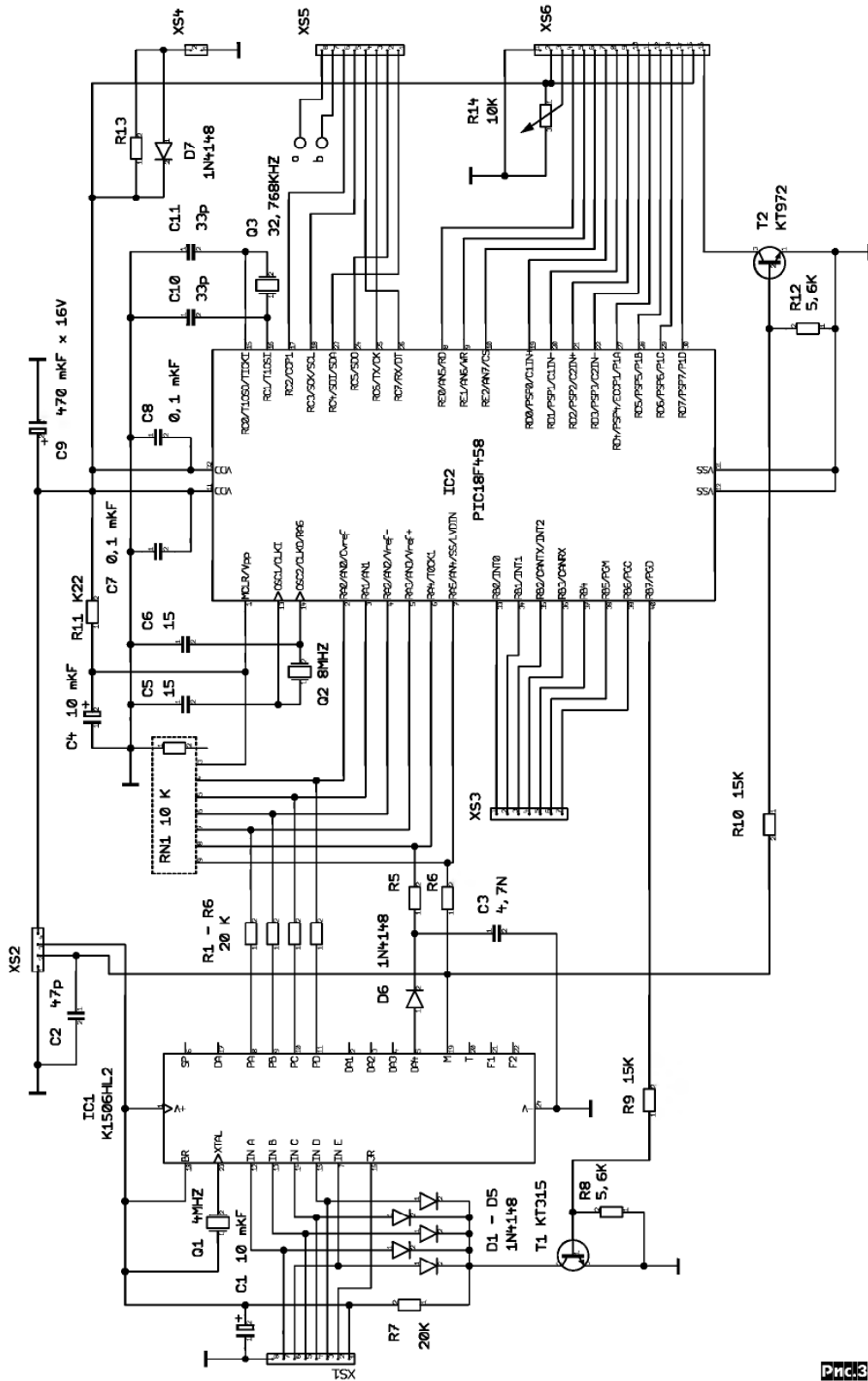
Затем следует пункт «ФИЛЬТРАЦИЯ ОСН. КАНАЛ». Вкратце о нем уже упоминалось. Более подробно - в основных каналах (левом и правом) можно «срезать» низкие частоты, поручив их воспроизведение сабвуферу. Для этого устанавливаем параметр в значение «ВКЛ». Но если в системе сабвуфера нет, то сигналы низких частот должны нормально поступать на выходы основных каналов. Для этого устанавливаем параметр в значение «ВЫКЛ».

Дальнейшая реакция ресивера на нажатие кнопки SETUP зависит от выбранного входа. Если выбран один из цифровых входов (оптический или коаксиальный), то появляется установка параметра «ПРЕДЫСКАЖЕНИЯ». Вариантов три: «АВТО», «ВКЛ» и «ВЫКЛ». Варианты «ВКЛ» и «ВЫКЛ» соответственно своим названиям принудительно включают или отключают цепь предискажений в ЦСП. Если выбран пункт «АВТО», то текущее состояние цепи предискажений определяется сигналом EMPHASIS, поступающим на процессор управления от цифрового приемника блока ЦСП. При этом дисплей отображает установленное значение параметра (АВТО) и через дефис текущее состояние цепи предискажений (ВКЛ или ВЫКЛ). При включенном приемнике или аналоговом входе меню «ПРЕДЫСКАЖЕНИЯ» не доступно, а предискажения выключены.

Если включен приемник, то появляется меню настройки его на частоту радиостанции. При этом в верхней строке дисплея отображается номер текущей ячейки памяти и текущая частота. Настройка производится кнопками PLUS и MINUS в пределах от 88,0 до 108,0 МГц с шагом в 0,1 МГц. При достижении минимального или максимального значений регулировка останавливается. Запись установленной частоты в выбранную ячейку памяти происходит только лишь после нажатия кнопки STORE.

Если был включен один из аналоговых входов, то сразу после пункта меню «ФИЛЬТРАЦИЯ ОСН. КАНАЛ.» нажатие кнопки SETUP возвращает нас к индикации выбранного источника и регулировке громкости.

Дополнительно стоит остановиться на кнопке STORE. При уже включенном ресивере ее нажатие обрабатывается двояко: в режиме настройки тюнера на станцию кнопка используется для записи частоты в память приемника. В любом другом режиме нажатие кнопки STORE сбрасывает в ноль значение секунд часов ресивера (установка точного времени). Но есть еще одна особенность этой кнопки, проявляющаяся только при включении ресивера. Как уже говорилось, ресивер включается по нажатию любой кнопки кроме POWER OFF. При включе-



Prnc.3

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

нии происходит восстановление статуса системы до того состояния, в котором она находилась перед последним выключением. Это относится ко всем параметрам за исключением текущего времени - его отсчет не прекращается, когда ресивер находится в дежурном режиме. При включении ресивера и инициализации ЦСП в него загружается целый ряд параметров, для которых процессор управления ожидает сигнала подтверждения от ЦСП. Следовательно, блок управления включить при отсутствующем или нерабочем блоке ЦСП не получится (система «зависнет»). Именно для этого в коде управляющего процессора есть возможность обойти процедуру инициализации (по аналогии с компьютерами - «безопасный режим» - SAFE MODE). Это происходит тогда, когда ресивер включается кнопкой STORE. При этом все параметры ресивера в памяти процессора управления будут иметь значения, имевшие место при его предыдущем выключении. Но ни один параметр в систему не будет загружаться. Соответственно, процессор управления также не будет дожидаться подтверждения от ЦСП. Весьма полезно, когда блок процессора включается без блока ЦСП (например, блок процессора только собран, или блок ЦСП еще не готов).

Блок управления. Управление усилителем полностью электронное. Собственно управляющим процессором является PIC18F458. Выбор этого процессора обусловлен рядом причин: увеличенный объем ОЗУ и памяти программ; аппаратные порты SPI и SSP; табличное чтение из памяти программ. Блок управления конструктивно выполнен на двух платах - плате процессора и плате клавиатуры. На плате процессора (рис. 3) установлены центральный процессор управления IC2 PIC18F458 и процессор дистанционного управления IC1 KP1506ХЛ2 (или ее аналог УПТ-2). Идея использовать для дистанционного управления специализированную микросхему позаимствована из [4]. Правда, в данном усилителе сопряжение микросхемы KP1506ХЛ2 и центрального процессора выполнено проще, чем в [4] - обыкновенными резистивными делителями R1-R4 и RN1. Для управления усилителем из всего набора команд использованы 16 команд переключения программ. 17-я кнопка - выключение питания. Включается усилитель любой из 16 кнопок, что не назовешь самым правильным решением, но таков алгоритм работы ИМС К1506ХЛ2. При каждом переключении программ (читай - нажатии каждой из 16 кнопок управления) на выводе 5 ИМС KP1506ХЛ2, отвечающем за регулировку громкости в типовом ее включении, напряжение снижается до нуля, что используется как сигнал строга. Цепь D6, C3, R5 и один из резисторов сборки RN1 образуют цепь формирования сигнала строга, поступающий на вход RA4, по наличию низкого уровня на котором центральный процессор считывает код команды, поступающий на входы RA0-RA3. Управление питанием осуществляет соответствующий триггер IC1 (вывод 19). Его выходной сигнал управляет транзистором T2, включающим подсветку дисплея, подается через делитель на вход RA5 центрального процессора (по этому сигналу центральный процессор определяет, что ресивер включен) и через контакт 2 разъема XS2 управляет отключаемым блоком питания. Транзистор T1 и диоды D1-D5 служат для включения ресивера по сигналу будильника. Реально, все диоды в плату не впаиваются. Какие и сколько диодов устанавливать, зависит от того, какой командой Вы хотите включать ресивер. В авторском варианте это команда 1-й ячейки памяти тонера. При этом блок управления включает питание ресивера, включает тонер и настраивает его на частоту станции, записанную в 1-ю ячейку памяти. Для этого в плату установлены диоды D1, D2 и D5 (подключены к контактам 7,6 и 3 разъема XS1). Назначение разъемов блока центрального процессора следующее.

К разъему XS1 подключается разъем XP1 блока клавиатуры. Номера контактов соответствуют полностью: 1 в 1, 2 в 2 и т.д. К разъему XS2 подключается блок питания (см. табл. XS2)

На разъеме XS3 (таблица XS3) выведены сигналы управления ресивером

Разъем XS4 служит для подключения резервной батареи. К контакту 1 подключается минус, а к контакту 2 - плюс. В авторском варианте батареи составлена из 4 аккумуляторов размера AA (R6), дающих 4,8 В и установленных в специальный контейнер. Пока на ресивер подается питание от сети, диод

Таблица XS2

№ конт. XS2	Направление	Назначение	Потребляемый ток
1	Вход	ОБЩИЙ	-
2	Выход	Управление отключаемым БП: +15 В - включить БП; 0 В - выключить БП	-
3	Вход	+ 15 В от БП дежурного режима (присутствует постоянно)	Менее 50 мА
4	Вход	+ 5 В от БП дежурного режима (присутствует постоянно)	Менее 10 мА, когда ресивер выключен, не более 300 мА, когда ресивер включен.

Таблица XS3

№ конт. XS3	Название цепи	Назначение цепи	Куда подается		
			Блок	Разъем	№ конт.
1	CE	Сигнал выбора кристалла шины SPI (выход)	ЦСП	XS5	6
2	EMPHASIS	Вход информации о предисказаниях в цифровых аудиоданных: «0» - в аудио данные при записи были введены предисказания, «1» - в аудио данных предисказания отсутствуют	ЦСП	XS5	9
3	OPT/COAX	Выход переключения оптического/коаксиального цифрового входа («0» - оптический, «1» - коаксиальный)	ЦСП	XS5	10
4	HW_MUTE	Выход управления аналоговыми выходами блока ЦСП: «0» - аналоговые выходы отключены, сигнал на выходах отсутствует, «1» - аналоговые выходы включены	ЦСП	XS5	11
5	CHANNEL SELECT BIT 0	Выход управления коммутатором аналоговых входов	Коммутатор аналоговых входов	XS7	1
6	CHANNEL SELECT BIT 1	Выход управления коммутатором аналоговых входов	Коммутатор аналоговых входов	XS7	2
7					

D7 блока управления отключает батарею, а через резистор R13 на нее поступает небольшой зарядный ток. При пропадании напряжения в питающей сети выполняется корректное выключение с сохранением всех параметров в энергонезависимой памяти, а батарея обеспечивает питание центрального процессора. За счет падения напряжения на диоде D7 на процессор поступает около 4 В. Увы, по справочным данным PIC18F458 это минимальное напряжение, при котором возможна работа генератора в режиме HS. Но основное назначение резервной батареи - продолжение счета текущего времени. Это избавляет от необходимости каждый раз после восстановления питающей сети устанавливать текущее время (значение времени срабатывания будильника вместе с остальными оперативными параметрами итак сохраняется в энергонезависимой памяти). Конечно, если во время, установленное будильнику, в сети не будет электроэнергии, ресивер не включится. Но, на этот случай можно установить излучатель, со-

вмещенный с генератором (например, HCM1206X), подключив его минус к общему проводу, а плюс к выводу RB7 центрального процессора. По крайней мере, свою положенную минуту он будет пищать, как заправский будильник. При нормальном напряжении питающей сети этот излучатель будет пищать только до тех пор, пока не включится ресивер (около 0,5 секунды). На разъем XS5 (таблица XS5) выведены сигналы управления ресивером.

Таблица XS5

№ конт. XS5	Название цепи	Назначение цепи	Куда подается		
			Блок	Разъем	№ конт.
1	SPI_SDI	Вход данных из блока ЦСП	ЦСП	XS5	4
2	SPI_SDO	Выход данных и команд по шине SPI в блок ЦСП	ЦСП	XS5	8
3	SSP_CLK	Тактовый сигнал управления синтезатором частоты (выход)	ТЮНЕР	XS1	5
4	SSP_DATA	Выход команд управления и данных цифровому синтезатору частоты приемника	ТЮНЕР	XS1	6
5	SPI_SCL	Тактовый сигнал шины SPI (выход)	ЦСП	XS5	7
6	SSP_CE	Выход сигнала выбора кристалла для управления синтезатором частоты	ТЮНЕР	XS1	4
7	-	Резервный	-	-	-
8	-	Резервный	-	-	-

Разъем XS6 служит для подключения ЖК-дисплея. Использован дисплей AC162A фирмы Amptige, 2 строки по 16 символов с кириллицей (все названия параметров отображаются на русском языке). Хотя, может быть использован дисплей любой фирмы, имеющий в своей основе контроллер, совместимый с контроллером HD44780 фирмы HITACHI. Номера контактов разъема XS6 полностью соответствуют номерам контактов

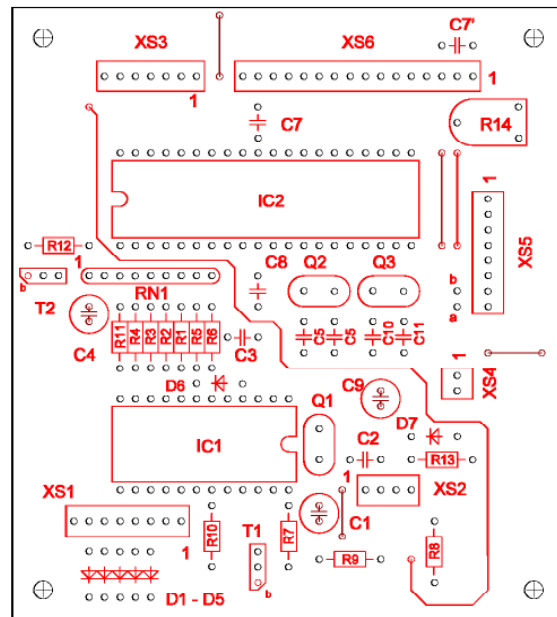


Рис.5

дисплея: 1 в 1, 2 в 2 и т. д. Это позволяет быть более свободным при выборе места для установки дисплея на лицевой панели ресивера.

Плата блока процессора выполнена из односторонне-фольгированного стеклотекстолита. Расположение проводников на ней показано на рис. 4, а расположение деталей на рис. 5.

Вкратце о деталях блока процессора. Диоды D1-D7 любые кремниевые (например, КД510, КД512, КД521, КД522). Просто при попытке купить на радиобазаре КД522 автор получил 1N4148. Процессор PIC18F458 имеет «брата-близнеца» с пониженным энергопотреблением - PIC18LF458, что может быть использовано совместно со снижением напряжения батареи резервного питания примерно до 2,7+0,7-3,4 (падение на диоде) Вольта (например, можно использовать аккумуляторные батареи для радиотелефонов фирмы Panasonic, рассчитанные на напряжение 3,6 В). Транзистор T1 - любой маломощный кремниевый, транзистор T2 - любой составной кремниевый, рассчитанный на ток коллектора более 300 мА. Электролитические конденсаторы должны быть рассчитаны на напряжение не менее 16 В. Остальные конденсаторы - керамические, малогабаритные.

Программирование микроконтроллера осуществляется при помощи программатора «SCHAER+ PIC Programmer» и программы «PIC18 Software programmer» (рис. 6). Схему программатора (с рисунком печатной платы) и программу можно бесплатно загрузить из Интернета по адресу [6]. Кроме программы необходимо загрузить также архив с библиотекой, соответствующей выбранному микроконтроллеру (PIC18F458_v1_00.zip). Под Windows 9x программу необходимо просто распаковать в выбранную папку. Под Windows NT/2000/XP необходимо установить в систему драйвер, предоставляющий прямой доступ к LPT-порту. Более подробно это описано в файле INSTALL.TXT, находящемся в архиве с программой. В ту же папку необходимо распаковать файл PIC18F458.dll и при первом запуске программы сконфигурировать ее на работу с этим файлом. Для этого нужно правой кнопкой «мыши» щелкнуть на изображении микросхемы в правой части интерфейса программы и из контекстного меню выбрать

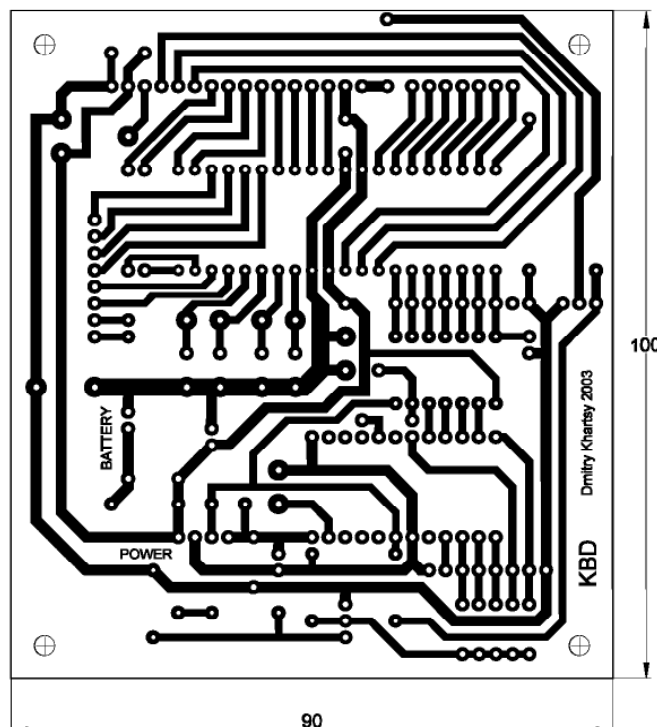
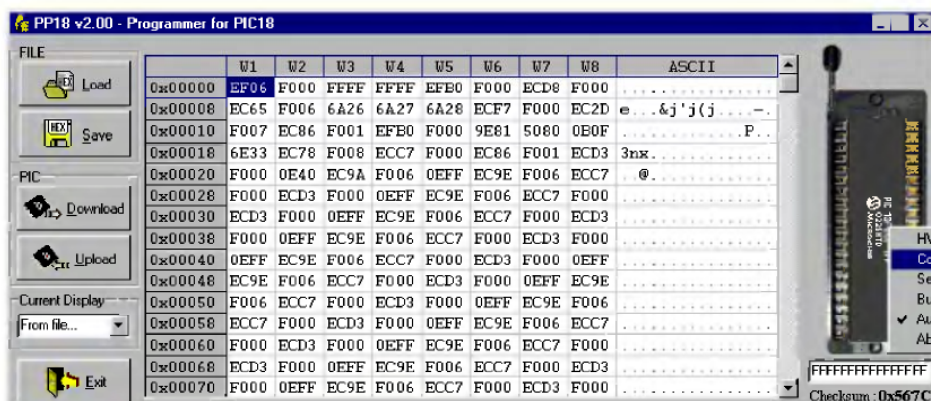


Рис.4



бывая при этом о сигнале stroba на входе RA4).

ПРИМЕЧАНИЯ:

- *1. Кнопка подключена между контактами 3 и 6 платы клавиатуры.
- *2. Кнопка подключена между контактами 5 и 6 платы клавиатуры.
- *3. Кнопка подключена между контактами 4 и 6 платы клавиатуры.
- *4. Кнопка подключена между контактами 1 и 2 платы клавиатуры.

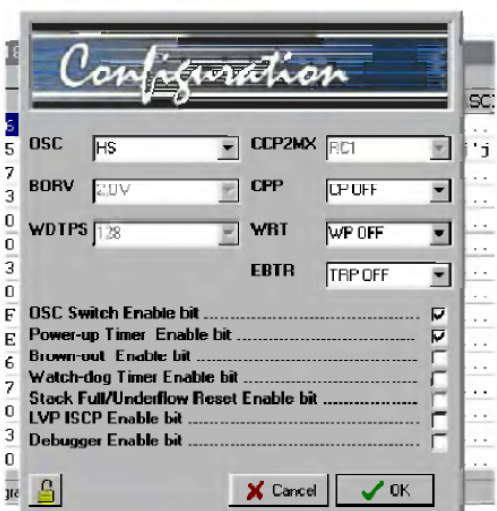


Рис.7

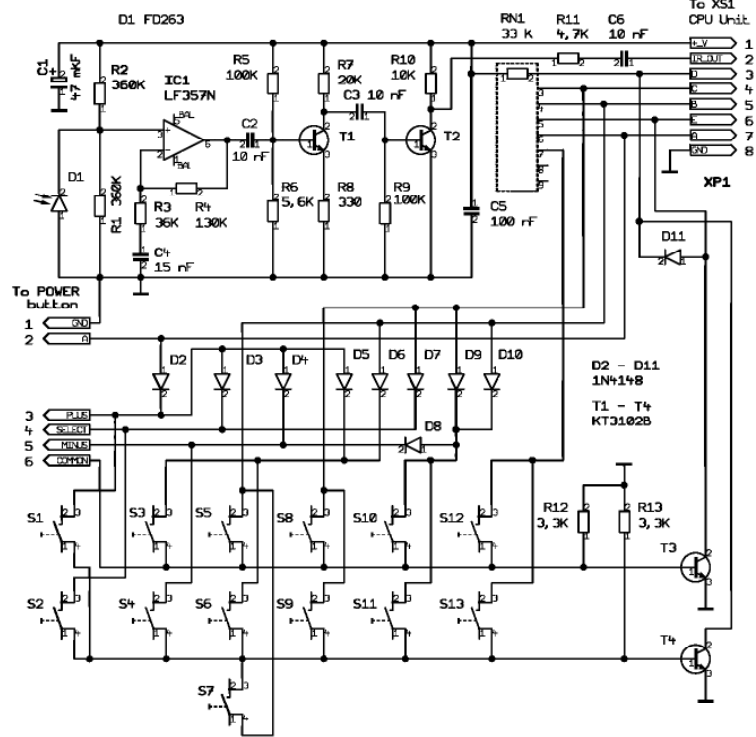
пункт «Select Plug-in», после чего указать местонахождение файла PIC18F458.dll.

Вторым необходимым действием при программировании микроконтроллера является проверка значений «слова конфигурации» процессора. Предварительно необходимо загрузить кнопку «LOAD» в программу hex-файл кода. После этого правой кнопкой «мыши» вызываем уже виденное ранее контекстное меню и выбираем пункт «Configuration bits». В открывшемся меню (рис.7) необходимо проверить: выбран режим работы генератора (OSC) - HS; разрешены (проставлены «галочки») пункты OSC Switch Enable bit, Power-up Timer Enable Bit и Stack Full/Underflow Reset Enable Bit; запрещены (убраны «галочки») пункты Watch-dog timer, LVP ISCP Enable bit и Debugger Enable Bit.

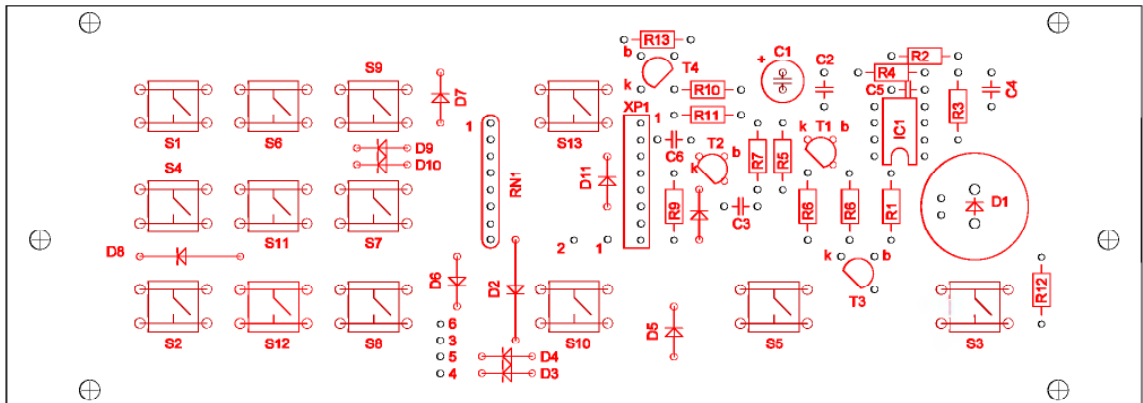
Клавиатура. Вторая часть блока управления выполнена в виде отдельной платы - клавиатуры (рис.8). На ней установлены: приемник ИК сигналов от пульта дистанционного управления и клавиатура. Схема приемника позаимствована из [5]. В схеме ничего не менялось, алгоритм ее работы описан в указанной статье. Единственное - не устанавливался диод VD2 (согласно нумерации элементов в схеме [5]). Но, место для его установки на разработанной печатной плате имеется - рядом с резистором R9. Просто на момент распайки платы указанного типа диода у автора не оказалось, а на проверку оказалось, что схема работает и без него. Схема клавиатуры взята из [4]. Общее количество кнопок клавиатуры - 17. 13 из них установлены на плате, 4 - за ее пределами. Наименование и назначение кнопок описано в приводимой таблице 1. В ней же приводятся коды, соответствующие указанным командам, на входах RA0-RA3 центрального процессора на тот случай, если кто-то захочет клавиатуру выполнить по-своему (не за-

Таблица 1

№ кнопки	Код RA0-RA3 (hex)	Наименование	Действие
<i>Кнопки, установленные на плате клавиатуры</i>			
S1	9	FM1	Включить ресивер, включить тонер, настроить на станцию, записанную в 1 ячейку памяти
S2	B	FM7	Включить ресивер, включить тонер, настроить на станцию, записанную в 7 ячейку памяти
S3	C	SETUP	Вход в меню настроек и переключение по кольцу установок будильника, часов, уровня, частоты среза и фазы сабвуфера, фильтрации сигнала НЧ в основных каналах, настройки предскажений, настройки частоты приемника
S4	F	FM4	Включить ресивер, включить тонер, настроить на станцию, записанную в 4 ячейку памяти
S5	4	DIGITAL INPUT	Переключение цифровых входов: оптического и коаксиального
S6	D	FM2	Включить ресивер, включить тонер, настроить на станцию, записанную в 2 ячейку памяти
S7	5	FM6	Включить ресивер, включить тонер, настроить на станцию, записанную в 6 ячейку памяти
S8	2	FM9	Включить ресивер, включить тонер, настроить на станцию, записанную в 9 ячейку памяти
S9	3	FM3	Включить ресивер, включить тонер, настроить на станцию, записанную в 3 ячейку памяти
S10	6	ANALOG INPUT	Переключение аналоговых входов: 1 - 2 - 3 - 1 - 2 и т. д. (по кольцу)
S11	7	FM5	Включить ресивер, включить тонер, настроить на станцию, записанную в 5 ячейку памяти
S12	0	FM8	Включить ресивер, включить тонер, настроить на станцию, записанную в 8 ячейку памяти
S13	1	STORE	Запись установленной частоты тонера в выбранную ячейку
<i>Кнопки, установленные вне платы (нумерация отсутствует)</i>			
*1	8	PLUS	Увеличение выбранного параметра. Если параметр предварительно не выбирался, увеличение громкости
*2	E	MINUS	Уменьшение выбранного параметра. Если параметр предварительно не выбирался, уменьшение громкости
*3	A	SELECT	Выбор частоты эквалайзера, расширителя стереобазы
*4	Нет	POWER OFF	Выключение ресивера.

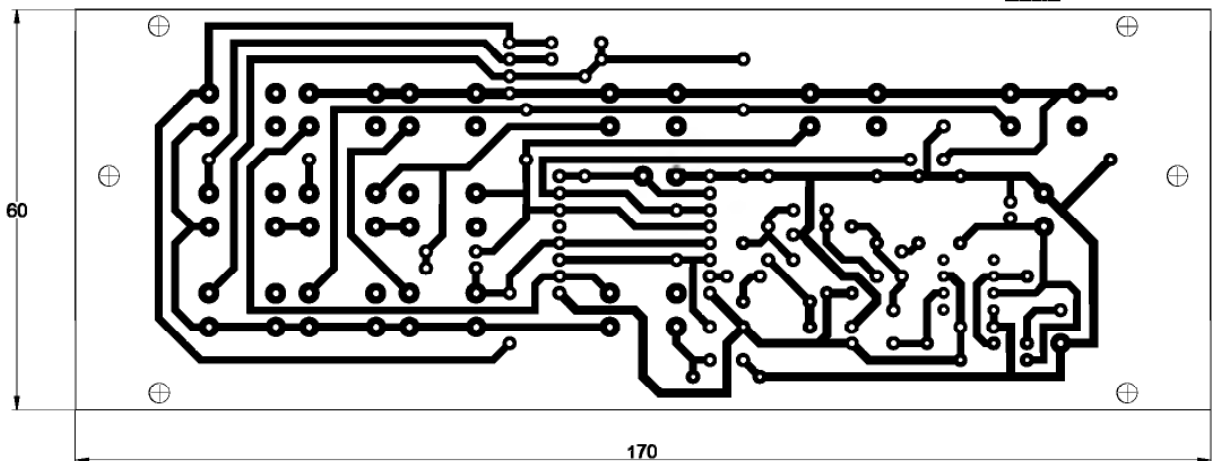


Pr.c.8



Pr.c.10

Pr.c.9

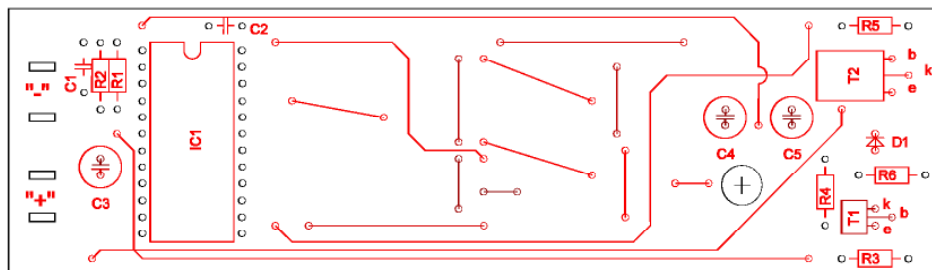
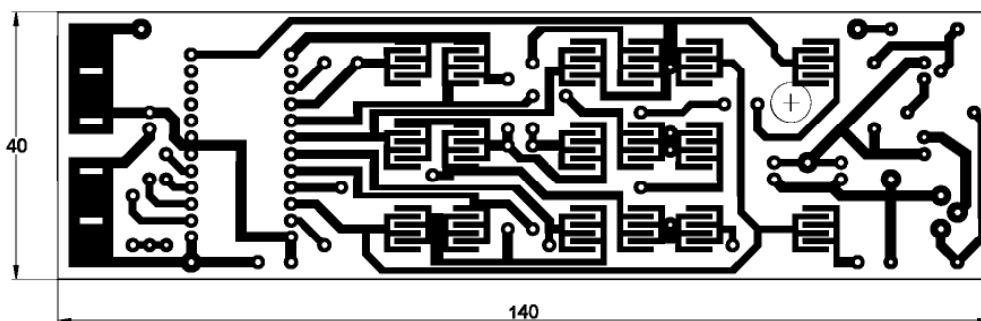
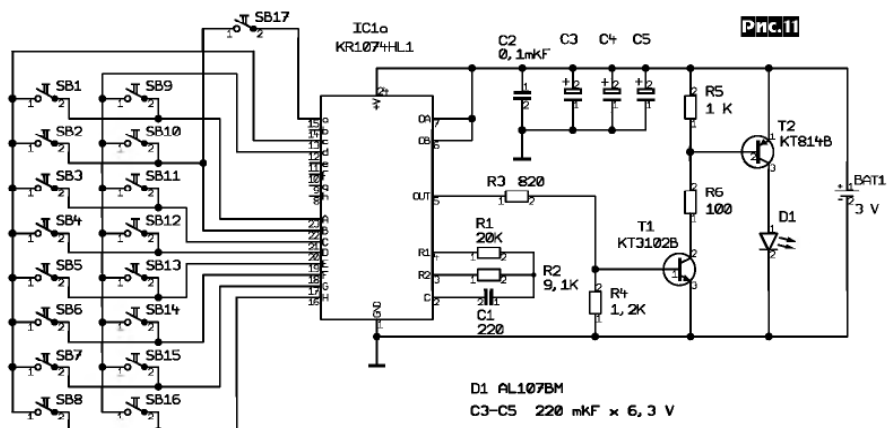


МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Плата блока клавиатуры выполнена из односторонне-фольгированного стеклотекстолита. Расположение проводников на ней показано на рис. 9, а расположение деталей на рис. 10.

Детали: диоды - любые кремниевые, транзисторы KT3102 с любым буквенным индексом, «операционник» - с полевыми транзисторами на входе, рассчитанный на используемое напряжение питания.

Пульт дистанционного управления. Как было сказано ранее, для



обработки сигналов дистанционного управления и клавиатуры использована микросхема КР1506ХЛ2 (с ну очень произвольным расположением кнопок). Это предопределило тот факт, что пульт дистанционного управления пришлось делать самостоятельно. Схема его (рис. 11) ничем не отличается от типовой; отличия коснулись только расположения кнопок на плате пульта (рис. 12). Плата рассчитана на установку в корпус от пульта телевизора «Горизонт». На чертеже печатной платы номера кнопок не указаны. В приводимой ниже таблице указаны номера кнопок и их назначение. Расположение кнопок в таблице 2 повторяет их расположение на пульте. Серым цветом заштрихованы области расположения неиспользованных кнопок.

(продолжение следует)

Таблица 2

SB9 – STORE	SB12 – FM2	SB17 – POWER OFF
SB10 – FM1	SB15 – FM5	SB13 – FM3
SB16 – FM4	SB1 – FM8	SB11 – FM6
SB14 – FM7		SB5 – FM9
SB7 – ANALOG	SB3 – DIGITAL	SB4 – SETUP
SB8 – MINUS	SB6 – SELECT	SB2 – PLUS