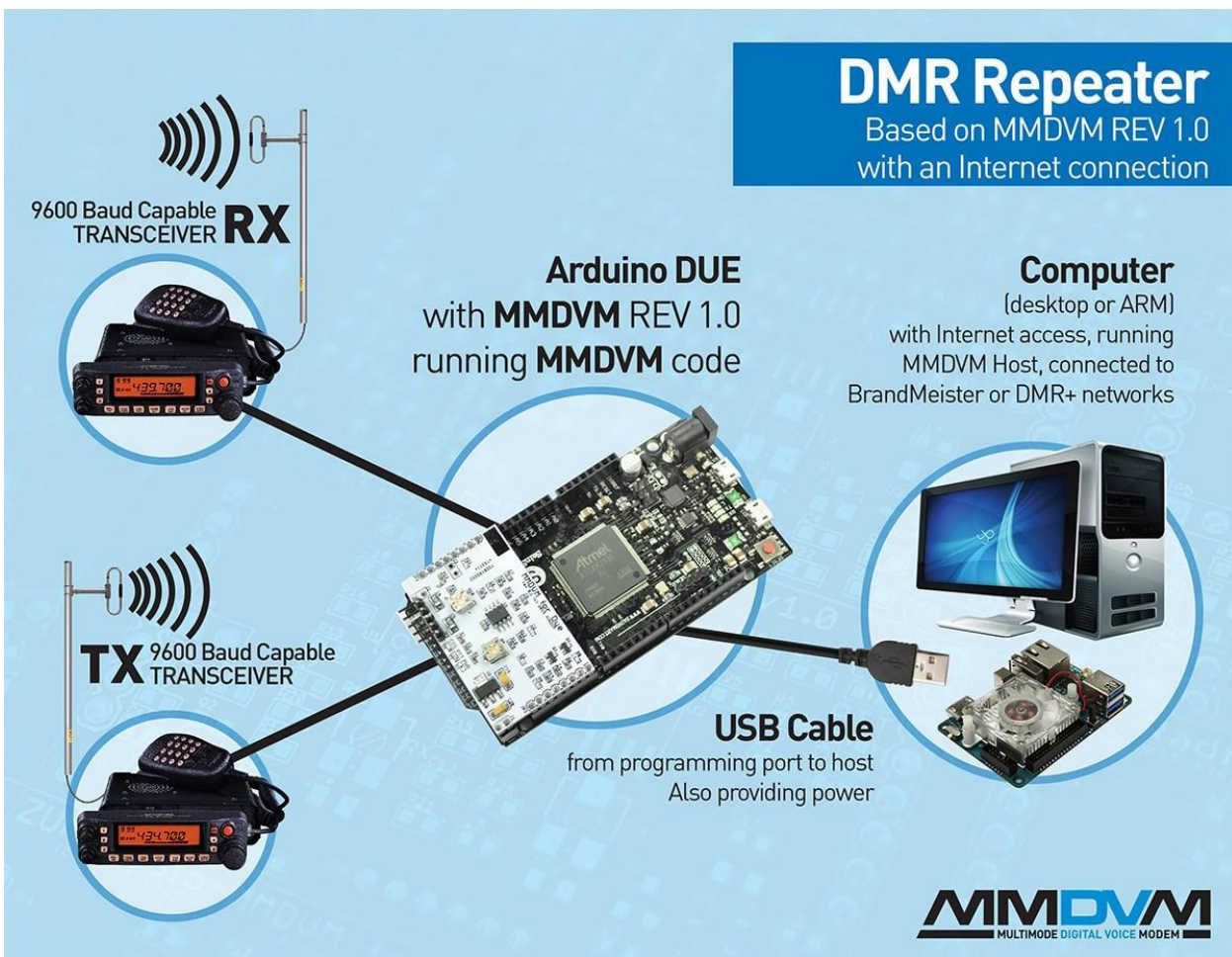


## Инструкция по созданию узла на базе MMDVM

Участники:

**R2DFR (Mikhail)**  
**R2AJV (Sergei)**  
**RA9CKC (Sergei)**  
**R2ALJ (Vitaliy)**  
**UB1AAM (Dmitriy)**  
**R6LAT (Sergei)**  
**R9CIR (Ivan)**  
**UB3AIA (Sergei)**  
**RA4NHY (Anton)**  
**UA6HJQ (Igor)**



## ОГЛАВЛЕНИЕ

### 1. ВВЕДЕНИЕ

### 2. ОБОРУДОВАНИЕ

### 3. СБОРКА ШИЛДА

#### 3.1. Схема NTH

##### 3.1.1. Схема NTH - транзисторы

#### 3.2. Схема ZUM

##### 3.2.1. Схема ZUM - оптопары

##### 3.2.2. Схема ZUM - транзисторы

##### 3.2.3. Схема ZUM - смешанная

#### 3.3. Комплектующие

#### 3.4. Примеры монтажных плат и варианты монтажа

##### 3.4.1. От R2ALJ

###### 3.4.1.1. R2ALJ-макет, версия на транзисторах

###### 3.4.1.2. R2ALJ-плата, версия на smd

##### 3.4.2. От RA9CKC

###### 3.4.2.1. RA9CKC-макет

###### 3.4.2.2. RA9CKC-плата

##### 3.4.3. От F2DFR

##### 3.4.4. От RA9CKC и R9CIR

##### 3.4.5. От R6LAT

##### 3.4.6. От R2AJV

##### 3.4.7. От UB3AIA

### 4. РАБОТА с RASPBERRY PI

#### 4.1. Установка образа и общие его настройки

#### 4.2. Полезные консольные команды для Raspbian

### 5. ПРОШИВКА ARDUINO IDE

### 6. НАСТРОЙКА УЗЛА

#### 6.1. DMR - редактирование MMDVM.ini

#### 6.2. DSTAR - установка и настройка ircddbgateway

### 7. РЕДАКТИРОВАНИЕ НАСТРОЕК СТАНЦИИ

#### 7.1. MOTOROLA GM360

### 8. КАЛИБРОВКА сигналов RX/TX

#### 8.1. Отстраиваем RX

#### 8.2. Отстраиваем TX

### 9. Полезные ссылки

## 1. Введение

Этот документ создан коллективом радиолюбителей, которые разместили в нем свои наработки. Текст документа постоянно дополняется, а структура меняется, поэтому отдельные его части могут быть не четко связаны между собой.

Тем не менее, на сегодняшний день это - уникальный документ, вобравший в себя реальный опыт разных людей и являющийся хорошей отправной точкой для начала своего проекта построения узла.

## 2. Оборудование

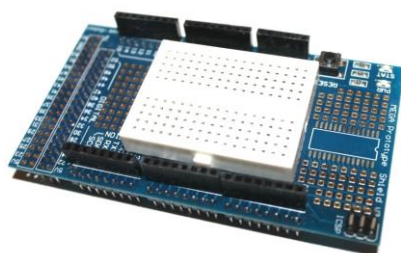
- **Arduino Due** — это мощная Arduino, основанная на 32-битном ARM-процессоре AT91SAM3X8E от Atmel. Он обладает тактовой частотой 84 МГц, а его 32-битная архитектура позволяет выполнять большинство операций над целыми числами в 4 байта за один такт.



- **Монтажная плата.**

Существует несколько вариантов исполнения для нашей задачи (см примеры ниже.)

- Монтажная плата для самостоятельной сборки шилда.



- Или самодельная плата сопряжения, описанная ниже

- Микромпьютер типа Raspberry Pi2/Pi3



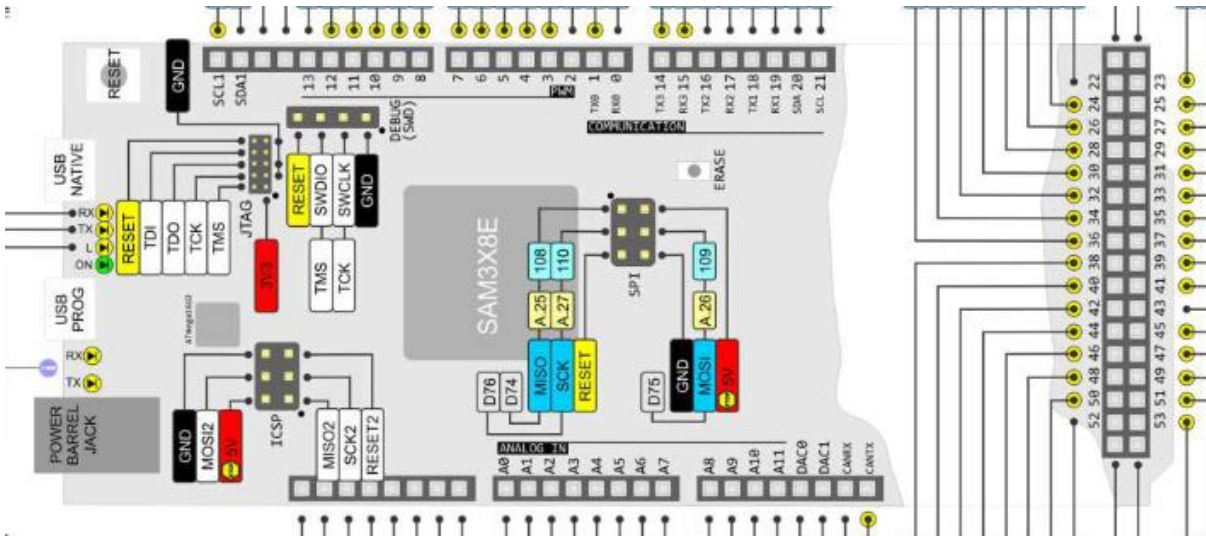
- Радиостанции



Таблица совместимых радиостанций

Motorola			
Model	RX	TX	Notes
CDM125	✓		(RX txcr)
GM1200	⚠	✓	D-Star works with some dropouts, DMR does not
GM350 / GM950			
GM340 / GM360 / GM380	✓	✓	
CM140 / 160 / 340	✓	⚠	EM200(CM140) Very low BER at Rx (SV4QXF)
MCS2000	⚠	✓	Unstable BER at Rx 1,2~5% (SV4QXF)
Kenwood			
Model	RX	TX	Notes
TM-V71A/E		✓	TX Has a timeout of Max 10 min and its impossible to change this.
THF7E	✓		(CT1HDC)
YAESU			
Model	RX	TX	Notes
DR-1X	✓	✓	TX/RX audio is excellent, CWID does not work in base station mode (W2GLD)
FT-7900		✓	(TX txcr)
FT-7800	✓	✓	LA1FTA, LA5LIA
FT-8800			
FT-100D		✓	(CT1HDC)
FT-8900	✓	✓	(DMR CT1JIB)
FT-817	✓	✓	RX also looks to work (PD0ZRY)

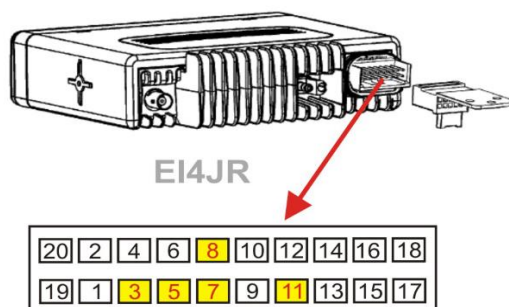
### 3. СБОРКА ШИЛДА - собираем шилд и подключаем к ардуино.



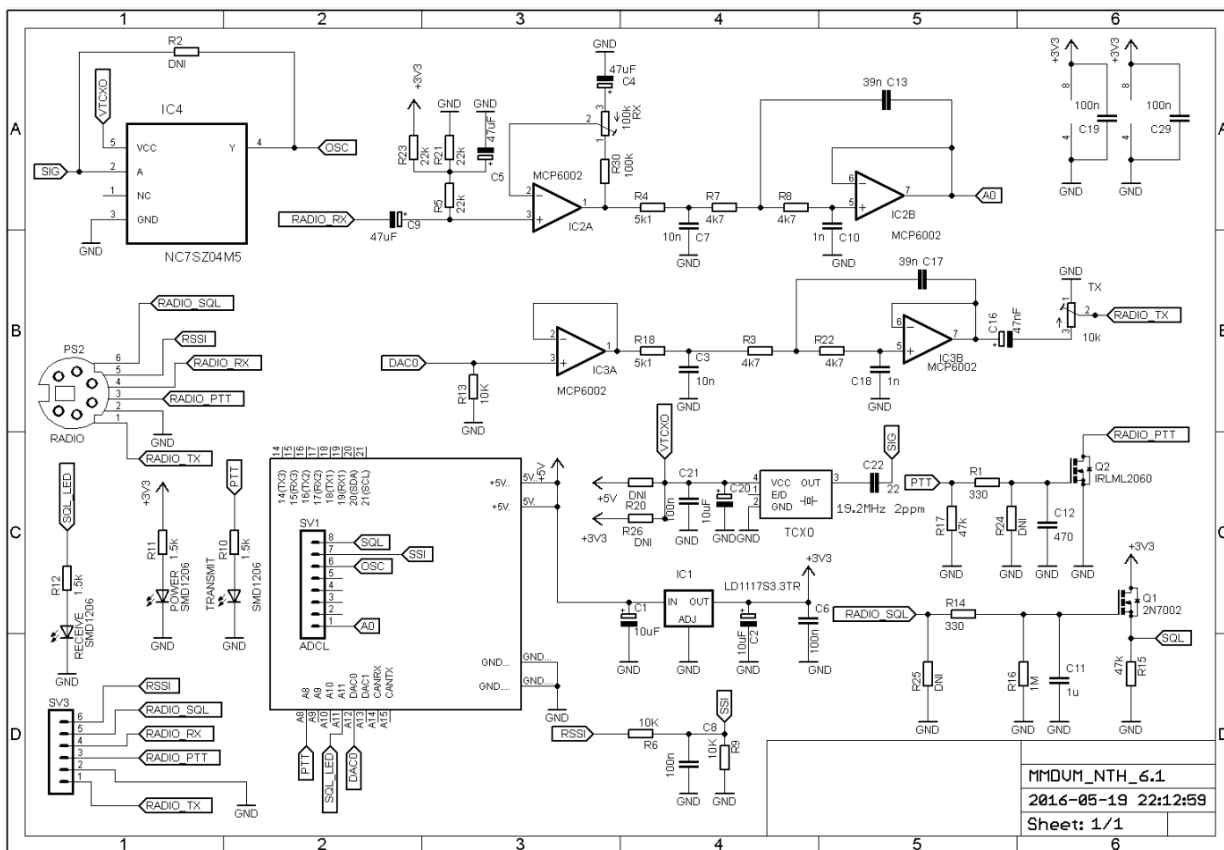
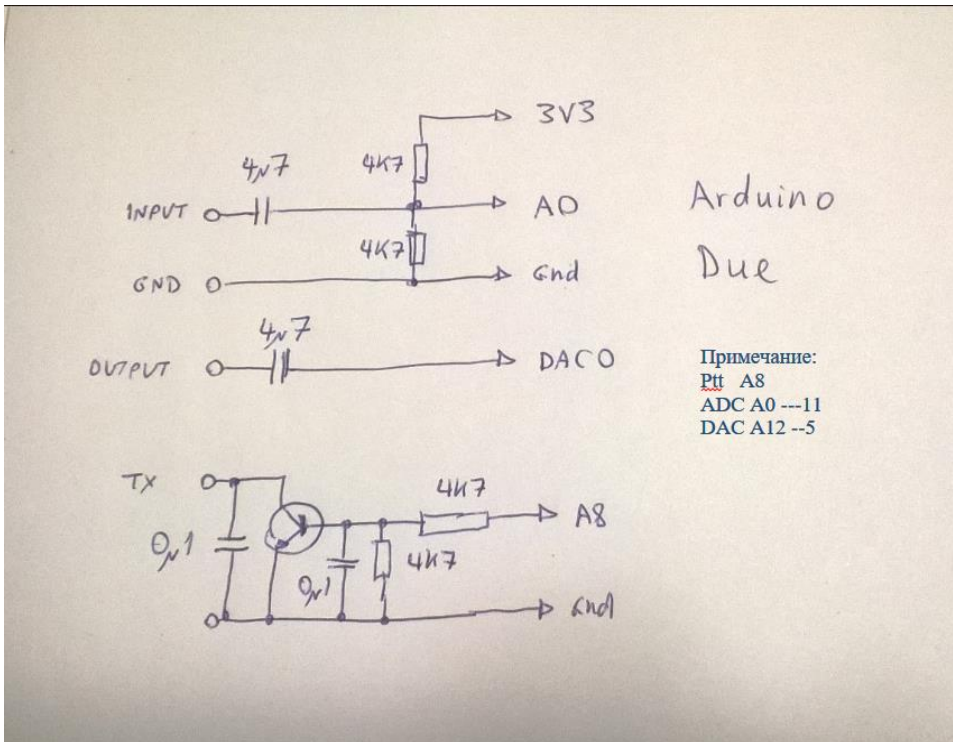
#### 3.1 Схема подключения тип NTH

#### Схема ARDUINO-MOTOROLA тип NTH

#define PIN_COS	A7 ----- PIN 8
#define PIN_PTT	A8 ----- PIN 3
#define PIN_COSLED	A11
#define PIN	A0 ----- PIN 11
#define PIN_(DAC0)	A12-----PIN 5
#define PIN_DSTAR	9
#define PIN_DMR	8
#define PIN_YSF	7
#define PIN_P25	6



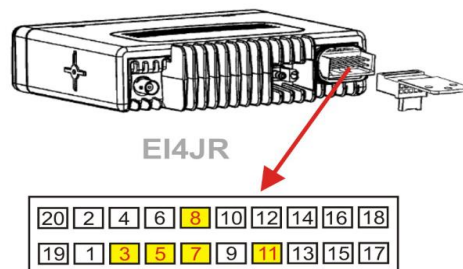
### 3.1.1 Тип NTH - транзисторы



### 3.2 Схема подключения тип ZUM

#### Схема взаимосвязи ARDUINO-MOTOROLA тип ZUM

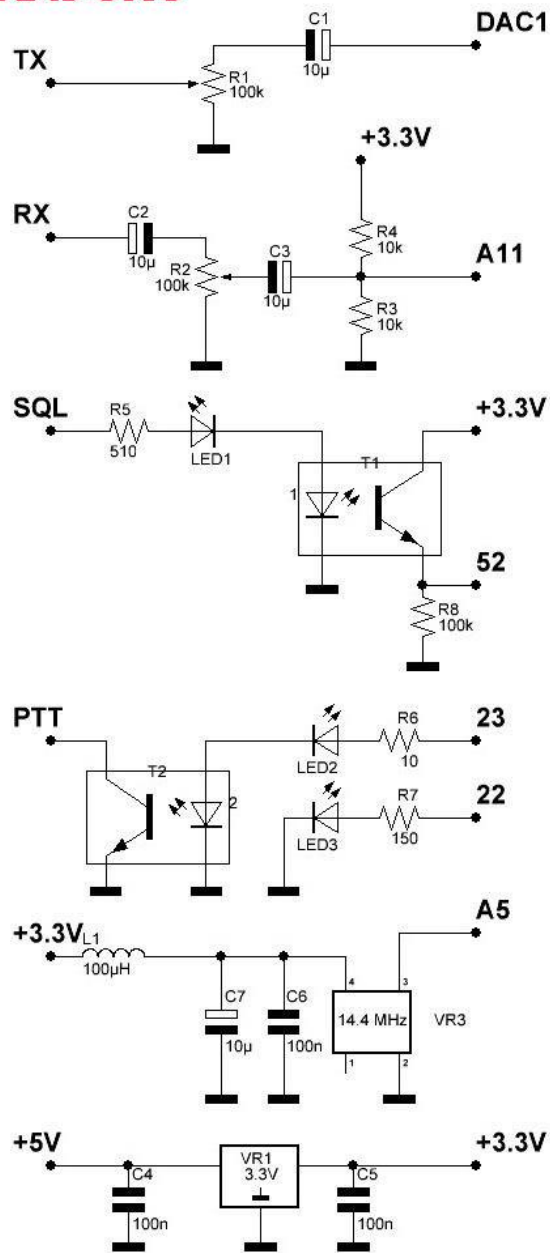
#define PIN_COS	52 ----- PIN 8
#define PIN_PTT	23 ----- PIN 3
#define PIN_COSLED	22
#define PIN	A11 ----- PIN 11
#define PIN_(DAC0)	A13-----PIN 5
#define PIN_DSTAR	9
#define PIN_DMR	8
#define PIN_YSF	7
#define PIN_P25	6



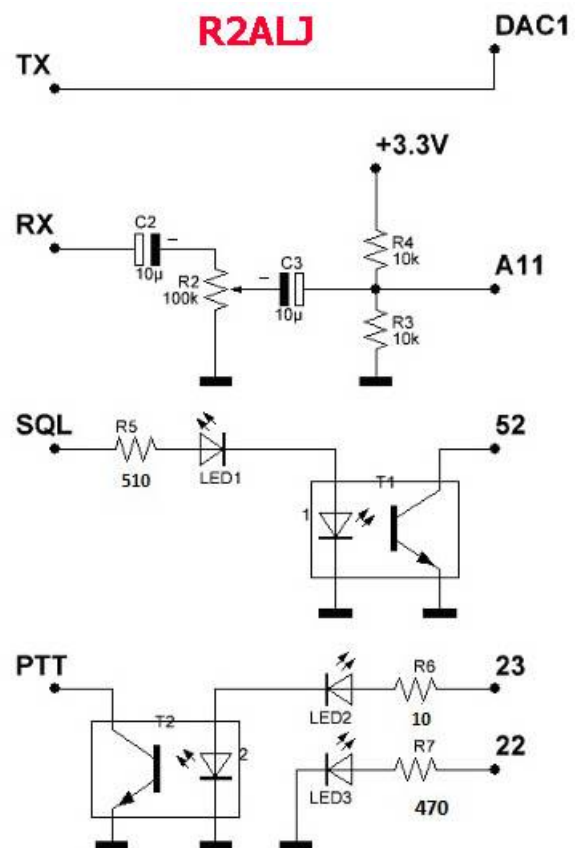
- 1) speaker -
- 2) external mic
- 3) digital in 1 (ext.PTT use external mic/data PTT use flat Tx audio)**
- 4) digital out 2 (external alarm)
- 5) flat Tx audio, sensitivity 150mV rms to 60% deviation**
- 6) digital in 3
- 7) ground**
- 8) digital in/out 4**
- 9) digital in 5 with wakeup (emergency)
- 10) digital in 6 with wakeup (ignition)
- 11) flat/filtered Rx audio**
- 12) digital in/out 7
- 13) switched battery voltage (max.1A,dropout voltage max. 1V)
- 14) digital in/out8
- 15) RSSI (radio signal strength indicator)
- 16) speaker +
- 17) BUS + (used for CFPS and Flash)
- 18) BOOT control
- 19) reserved
- 20) reserved

### 3.2.1 Тип ZUM - оптопара

## RA9CKC



## R2ALJ



#### Примечание от UB1AAM:

3,3 вольта должно коммутироваться в цепи SQL на 52 pin .

И не нужны цепи sql, не влияют они на работу без аналоговой части репы.

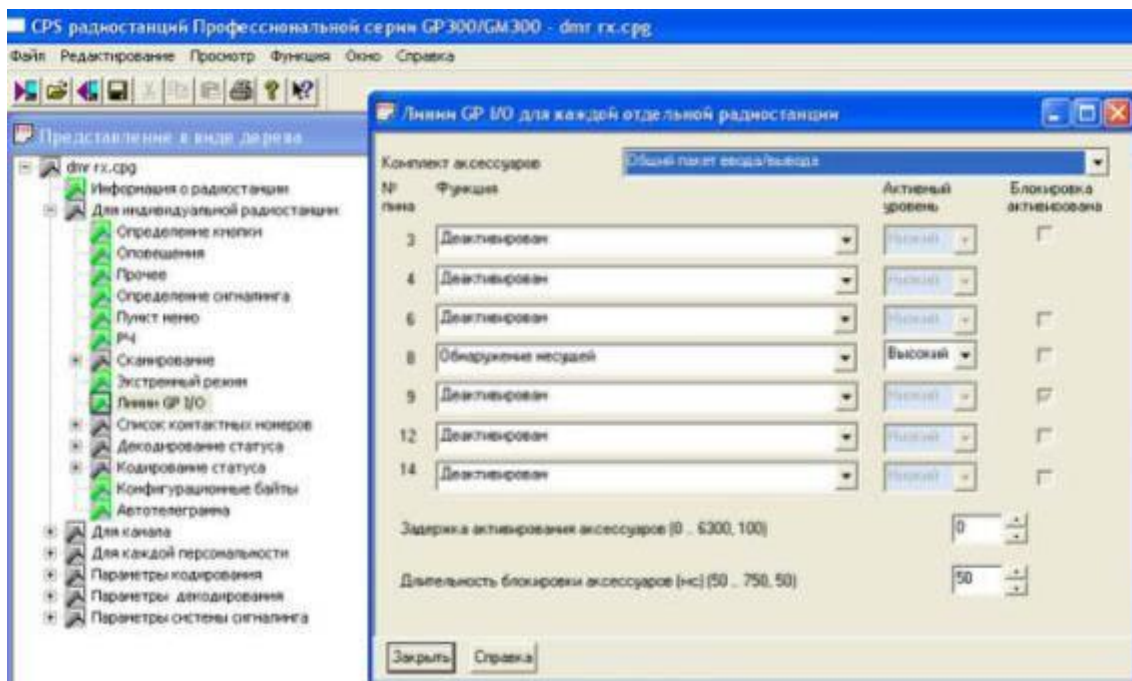
#### Примечание от RA9CKC:

- Номинал R5 (сигнал sql со станции ) выбирать по месту надо, у нас 510 ом стоит. Резистор R5 ограничивает ток через светодиода оптопары, не выше 20mA. В случае с моторолами номинал может быть от 470 до 510 ом. В конфиге приемной станции (при дуплексе) птт выкл.

В связи с участвовавшими вопросами - вариант схемы с оптопарами мой. Оптопары применил только потому что они были у меня под рукой, а за транзисторами надо было ехать в магазин в другой город.

Вот и вся причина)))





- Номиналы R7 - 150 Ом

R7 может быть другого номинала, он отвечает за яркость светодиода SQL и может быть номиналом от 150 Ом и выше. R5 отвечает за устойчивое срабатывание оптопары.

- Уровень высокий. 12.5-13 вольт

В случае с моторолами надо в конфиге ставить "активный уровень - высокий", это будет порядка 12.5-13.8 вольт.

- Оптопары в принципе любые могут быть. В оригинале стоят с маркировкой на корпусе 181. P817 точно подойдет.

4N28 проверена на РТТ (работает).

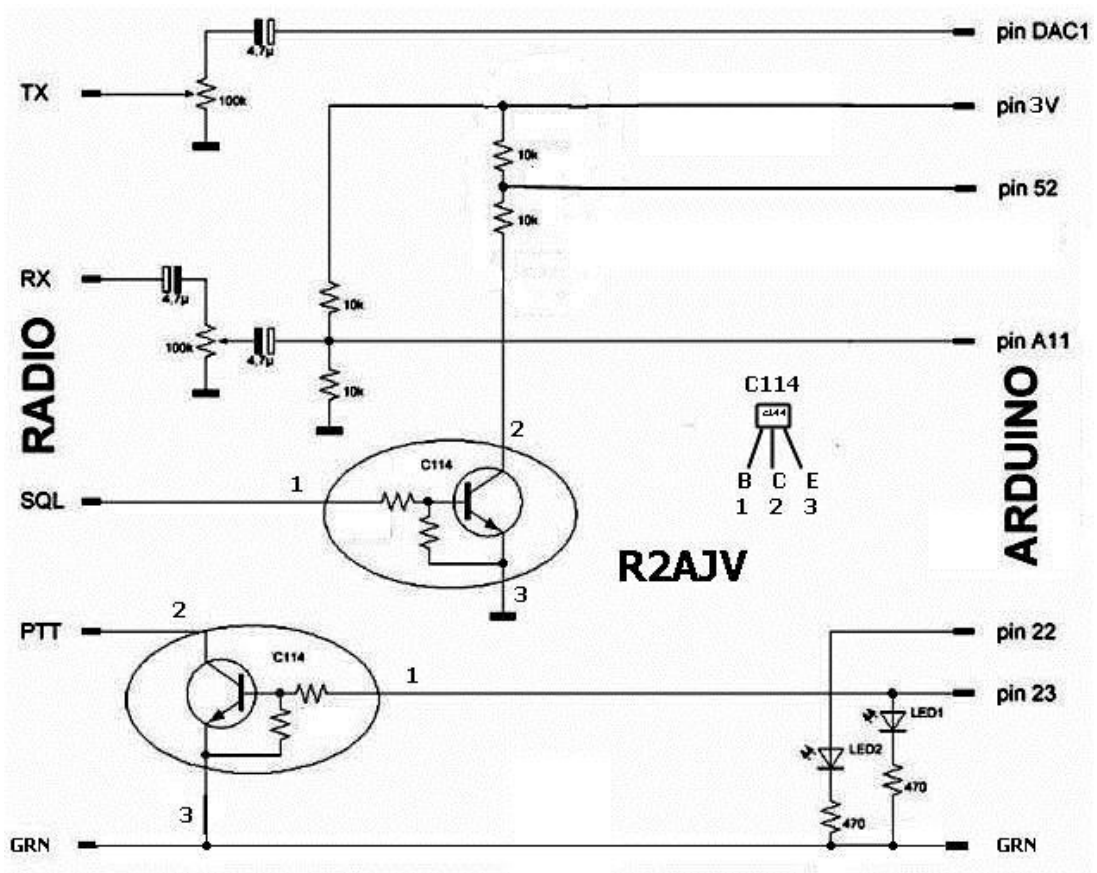
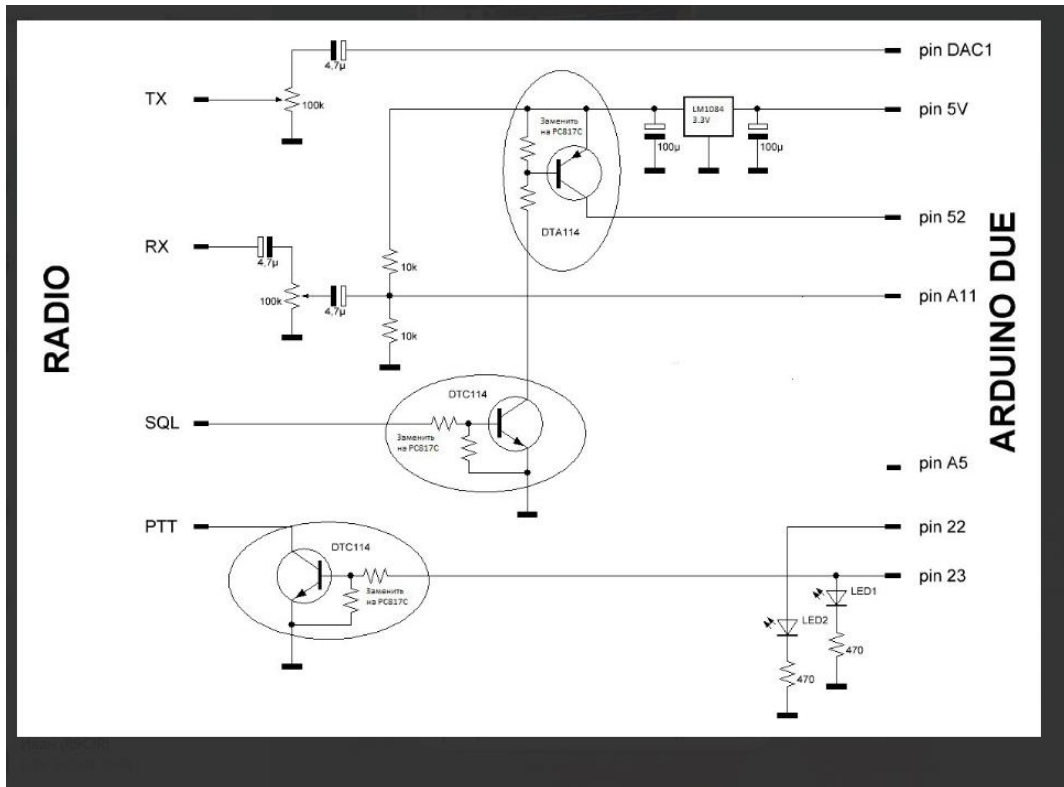
Цитата от R3TU с форума <http://radioprofi.com.ua>

“Что касается генератора для синхронизации MMDVM, то разница между внутренним и внешним генератором ардуины очень ощутима в пользу последнего. Лично у меня (могу ошибаться), сложилось впечатление, что внутренний генератор ардуины плывет по мере прогрева и из-за этого сигнал DMR имеет существенные артефакты. С внешним генератором такого не наблюдается.

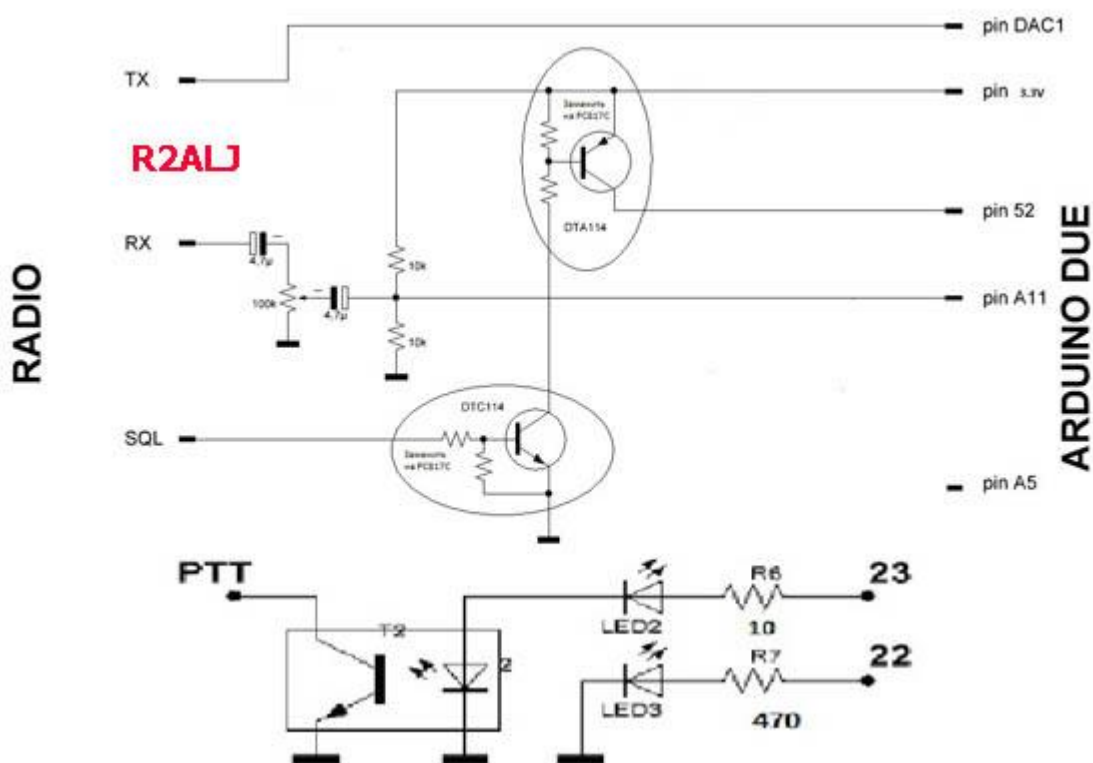
Я использовал кварцевый генератор на 24МГц, то что у меня было. Как я понимаю, правило подбора частоты генератора просты. При делении частоты генератора на 48000 должно получаться целое число. Например мы имеем генератор на 12 мГц, вычисляем  $12000000/48000=250$ , или  $14400000/48000=300$  ну и т.д.

При этом, в файле прошивки ардуино config.ini (там где прописываются все внешние генераторы) добавил строку # define EXTERNEL\_OSC 24000000 и залил прошивку в ардуино.”

### 3.2.2 Тип ZUM - транзисторы



### 3.2.3 Тип ZUM - смешанная



#### Примечание от R2ALJ:

Схемы почти одинаковы и можно заменять части схем, например использовать транзисторную схему, а PTT сделать на оптопаре.

#### 3.3. Комплектующие

Вариант на транзисторах - R2DFR , заказ в ЧИП&ДИП

Номенклатурный номер	Наименование	Производитель	Количество
2916525863	LM1084IT-3.3/NOPB, Регулятор положительного напряжения с низким падением напряжения, 5A, 3.3В	Texas Instruments	1
636318794	ЕСАР (K50-35), 4.7 мкФ, 16 В, 105°С, Конденсатор электролитический алюминиевый	Тайвань	3
?????	Светодиод зеленый	Betlux	1
9000247189	ЕСАР (K50-35), 100 мкФ, 16 В, 105°С, ТК 5X11, ТК R101M1CD11, Конденсатор электролитический алюминиевый	Jamicon	4
42881	MF-25 (C2-23) 0.25 Вт, 470 Ом, 1%, Резистор металлопленочный	Тайвань	20
41486	MF-25 (C2-23) 0.25 Вт, 10 кОм, 1%, Резистор металлопленочный	Тайвань	20
559544726	PV36W104, 100 кОм (3296W-1-104, СП15-2ВБ), резистор подстроечный	Murata	2
50150	DTC114ES, NPN цифровой транзистор, управляемый	Rohm	2
7970	DTA114ES, Транзистор цифровой PNP, со встроенными резисторами	Rohm	1
??????	Светодиод красный	Betlux	1

## Вариант на оптопарах - R2ALJ

Номенклатурный номер	Наименование	Производитель	Количество
2916525863	LM1084IT-3.3/NOPB, Регулятор положительного напряжения с низким падением напряжения, 5А, 3.3В	Texas Instruments	1
9000247150	ЕСАР (К50-35), 10 мкФ, 16 В, 105°С, ТК 5Х11, ТКR100М1СD11, Конденсатор электролитический алюминиевый	Тайвань	3
?????	Светодиод зеленый	Betlux	2
9000247189	ЕСАР (К50-35), 100 мкФ, 16 В, 105°С, ТК 5Х11, ТКR101М1СD11, Конденсатор электролитический алюминиевый	Jamicon	2
53173	MF-25 (C2-23) 0.25 Вт, 510 Ом, 1%, Резистор металлопленочный	Тайвань	20
41486	MF-25 (C2-23) 0.25 Вт, 10 кОм, 1%, Резистор металлопленочный	Тайвань	20
559544726	PV36W104, 100 кОм (3296W-1-104, СП5-2ВВ), резистор подстроечный	Murata	2
563738937	ИЛИ РС817С		2
51678	ИЛИ 4N28		2
31216	MF-25 (C2-23) 0.25 Вт, 150 Ом, 1%, Резистор металлопленочный		20
22815	MF-25 (C2-23) 0.25 Вт, 10 Ом, 1%, Резистор металлопленочный		20
??????	Светодиод красный	Betlux	1

### 3.4 Примеры монтажных плат и варианты монтажа

#### 3.4.1 Примеры от R2ALJ

##### 3.4.1.1. Макет от R2ALJ - схема ZUM смешанная (транзисторы и оптопары)



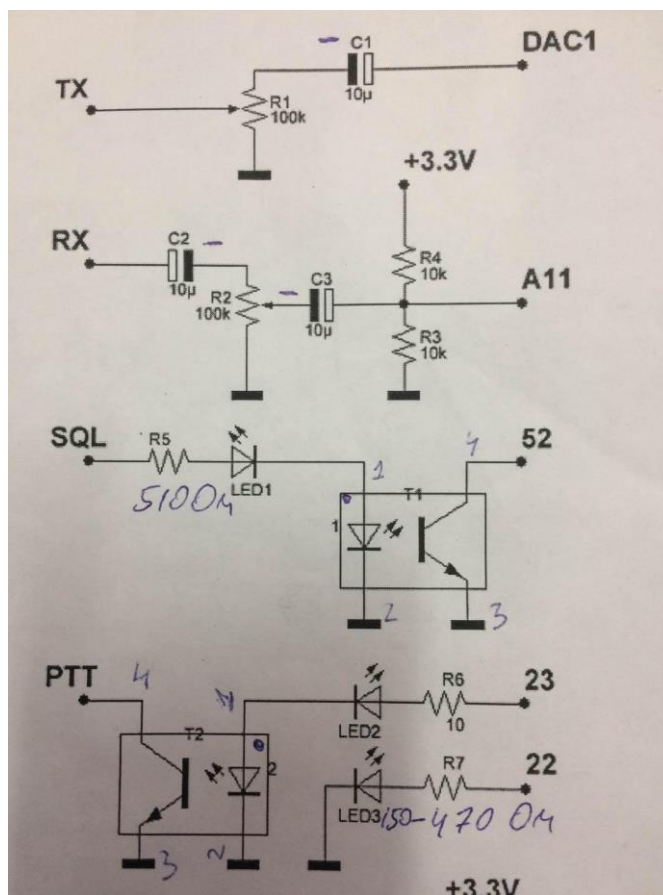
### 3.4.1.2. MMDVM плата, версия CMD 1.0 от R2ALJ (R2ALJ@YA.RU)

*Все что вы делаете, вы делаете на свой страх и риск, за возможные проблемы, возникшие по вашей вине, автор этой статьи ответственности не несет!!!!*

Эта плата построена по технологии ЛУТ с использованием SMD компонентов.

Принципиальная схема

Обратите внимание, линия TX на плате не имеет вообще деталей, так работает лучше.



Список деталей:

<a href="#">KP-2012SYC, Светодиод желтый 2x1.2x1.1 60мКд</a>		1
--	--	---

[KP-2012ID, Светодиод красный 2x1.2x1.1 12мКд](#)

[KP-2012SGD, Светодиод зеленый 2x1.2x1.1 12мКд](#)

[LTV817S-C, Оптопара транзисторная \[SO-4\] \(PC817\) --2шт](#)

[PLS-20 \(DS1021-1x20\), Вилка штыревая 2.54мм 1x20 прямая тип1](#)

[TECAP, 10 мкФ, 16 В, тип В, 10%, Конденсатор танталовый SMD—2шт](#)

[0.25Вт 1206 470 Ом, 1%, Чип резистор \(SMD\)](#)

[0.25Вт 1206 510 Ом, 1%, Чип резистор \(SMD\)](#)

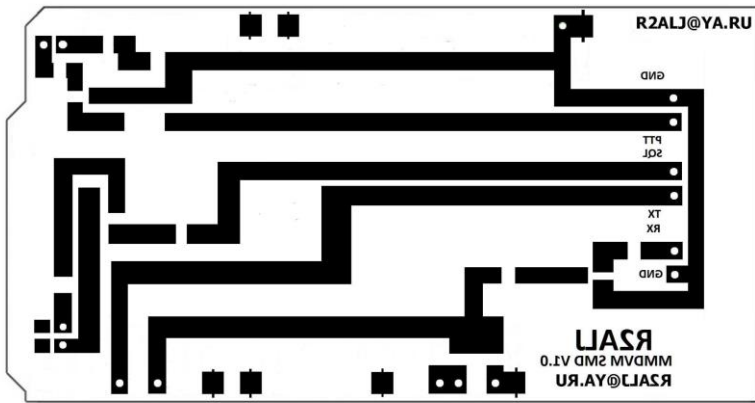
[0.25Вт 1206 10 Ом, 1%, Чип резистор \(SMD\)](#)

[0.25Вт 1206 10 кОм, 1%, Чип резистор \(SMD\)](#)

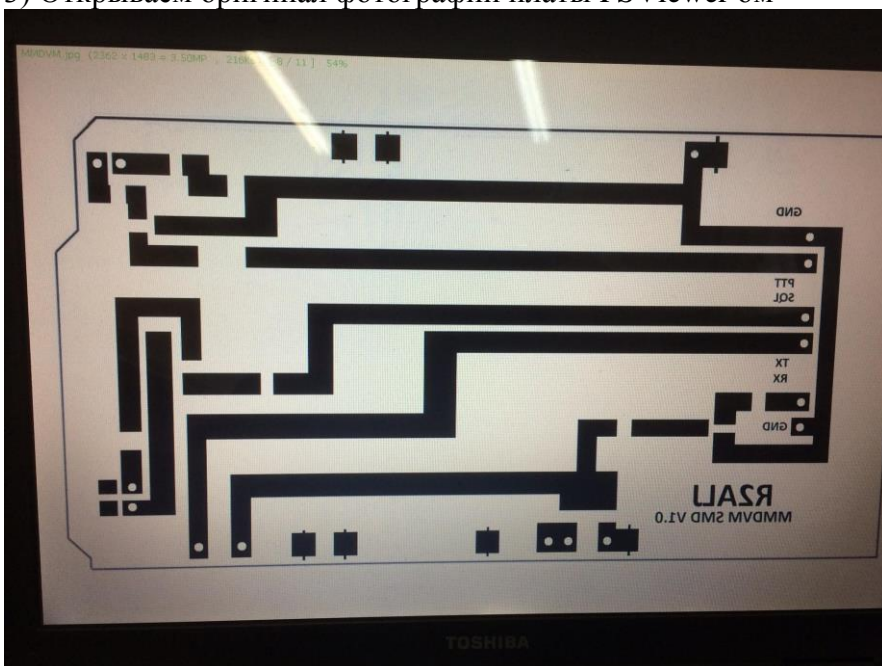
[3224W-1-104E, 100 кОм, 11 оборотов, Резистор подстроечный](#)

Для изготовления платы надо проделать несколько шагов, а именно:

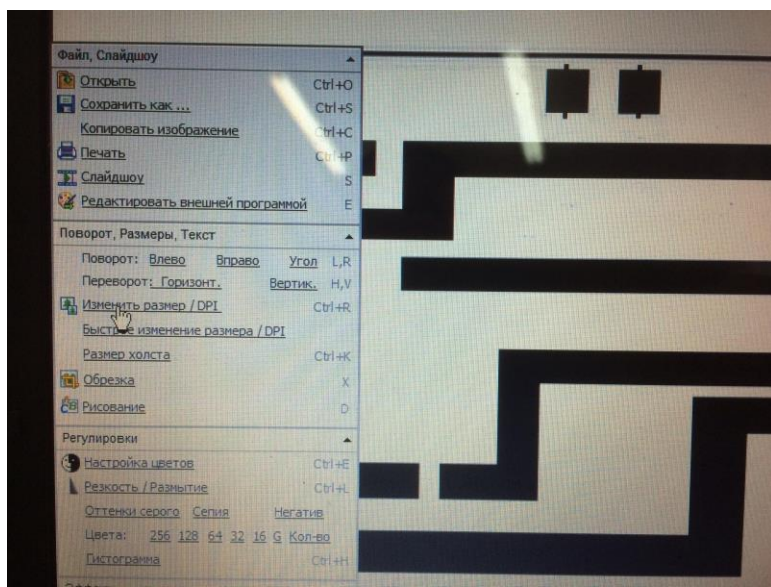
1) распечатать картинку

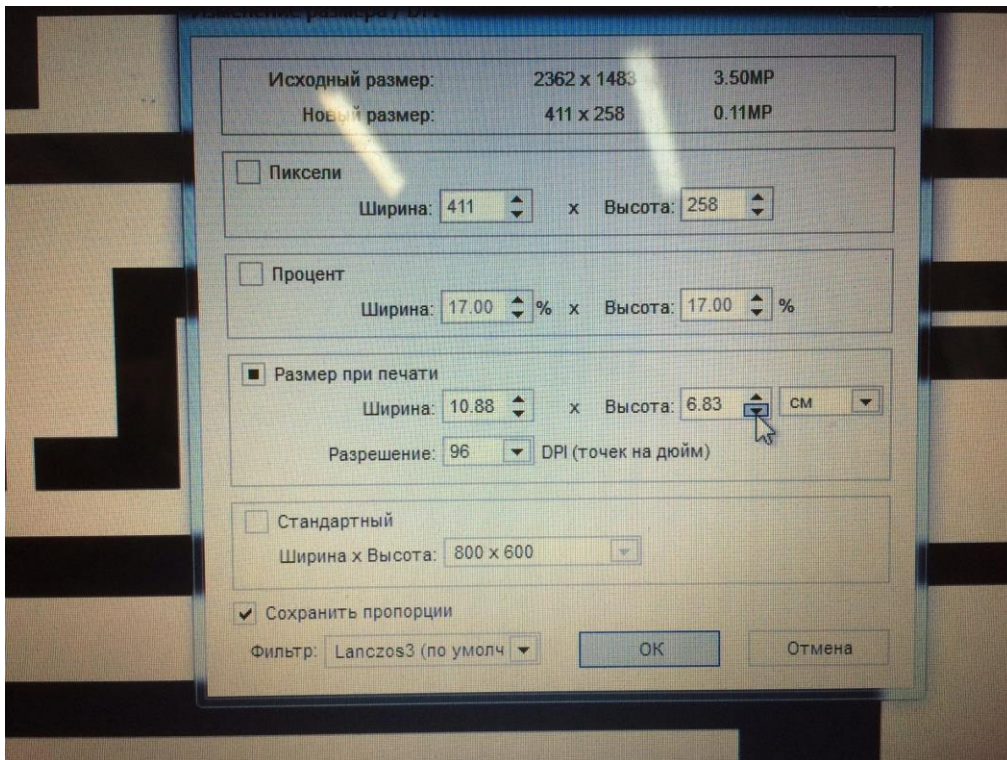


- 2) Для этого надо скачать или воспользоваться программой FSViewer.
- 3) Открываем оригинал фотографии платы FSViewer ом

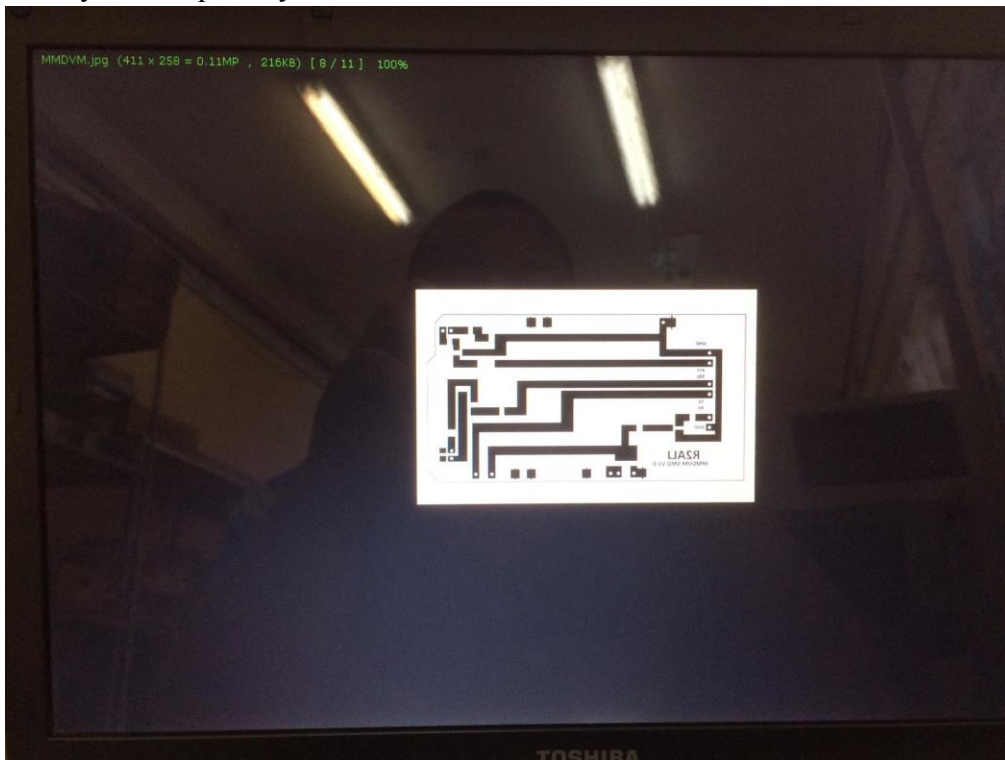


- 4) Выбираем “Изменить размер/DPI”
- 5) Выбираем “Размер для печати”
- 6) Изменяем дюймы на см
- 7) И выбираем высоту равную 6.83

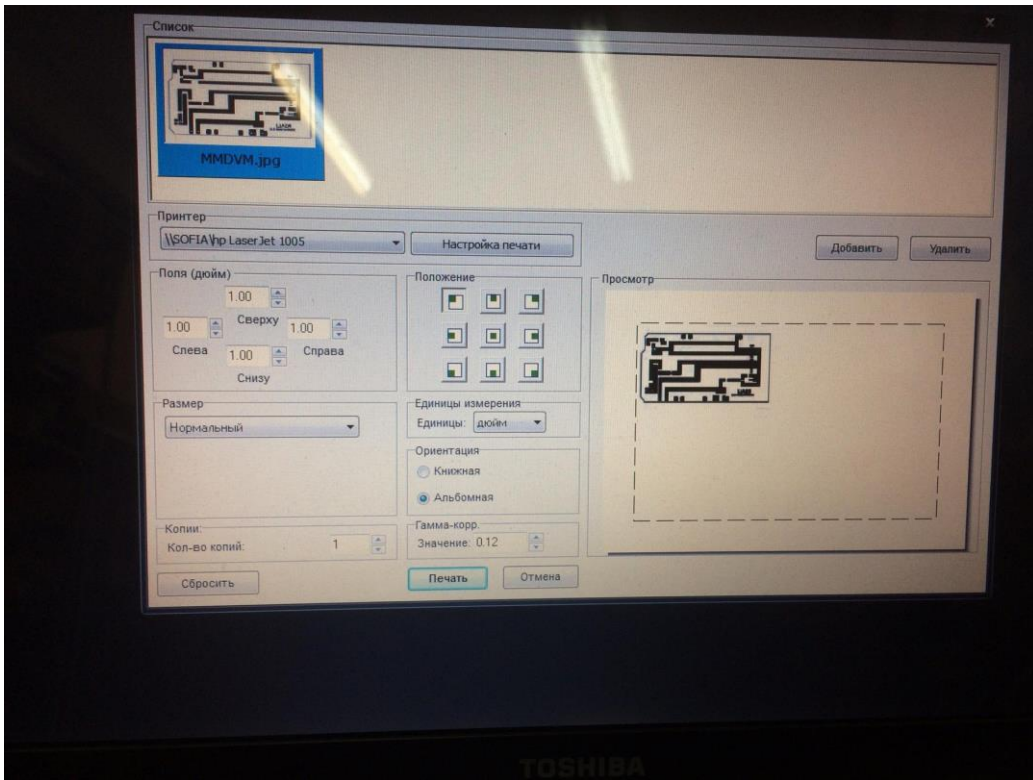




Получаем картинку такого вида:



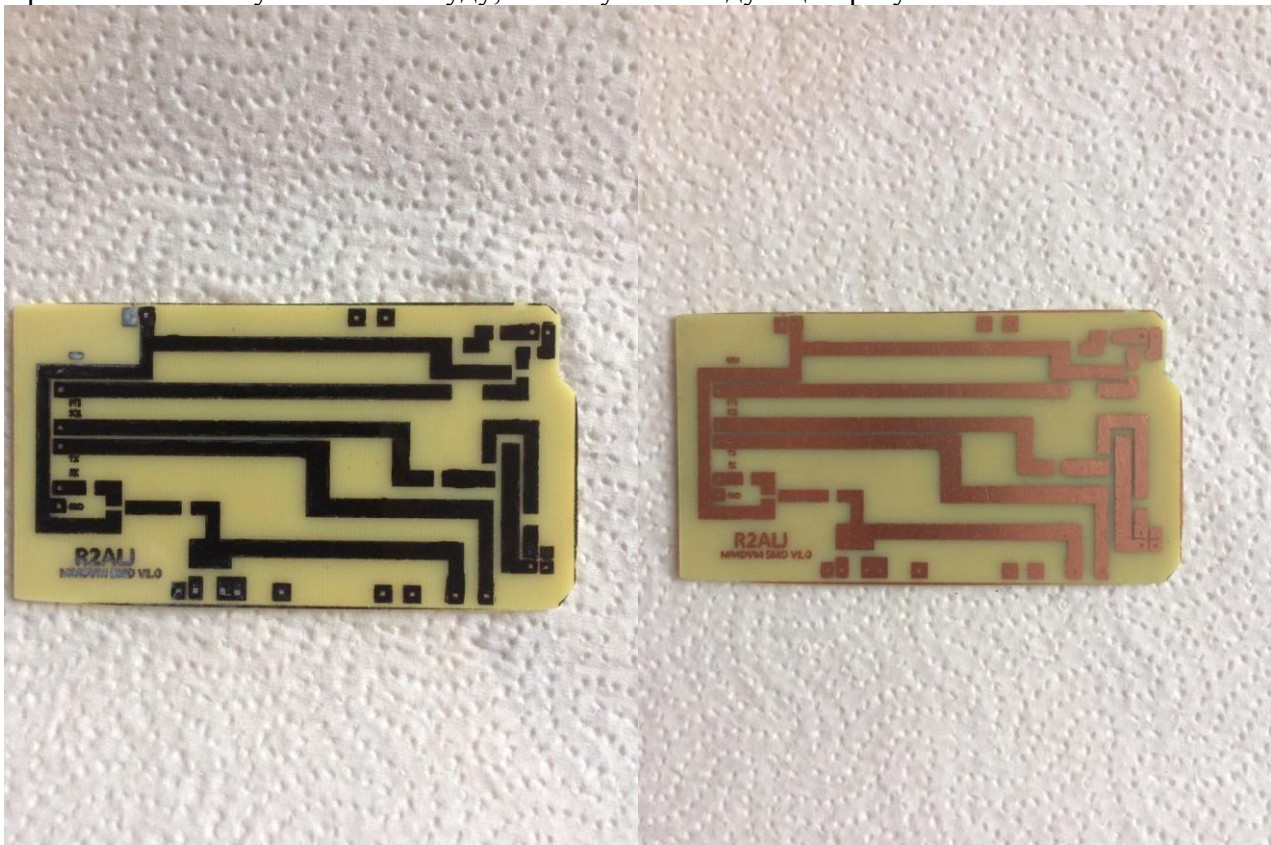
Выбираем печать.



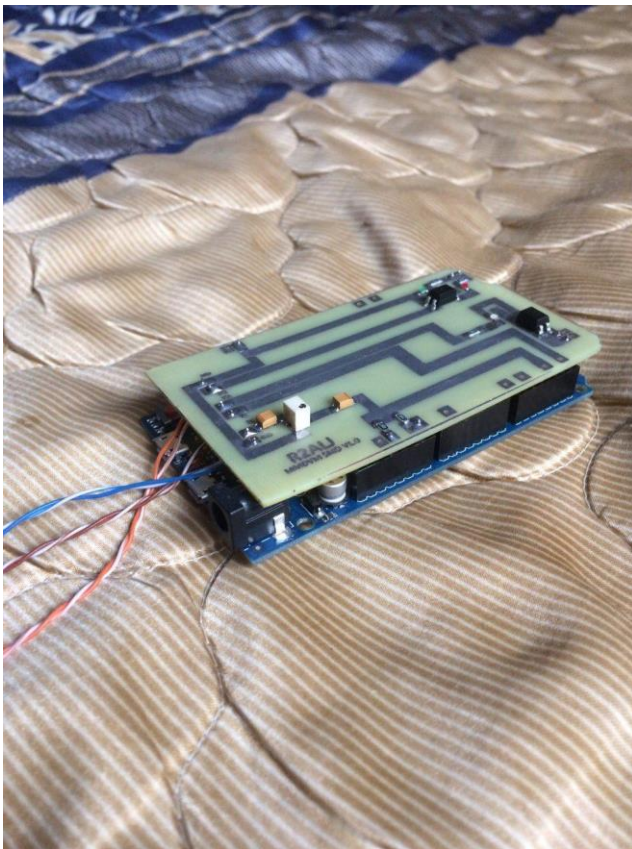
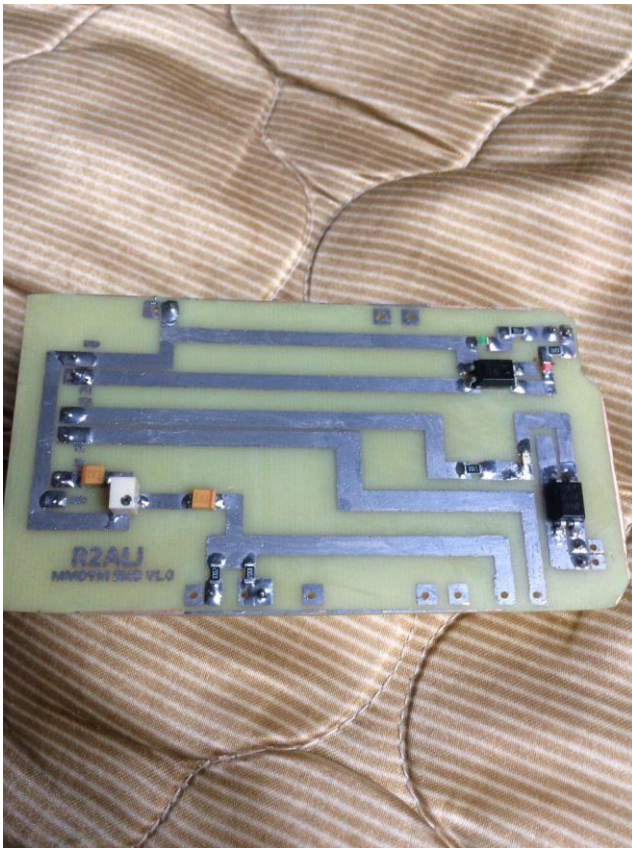
Выставляем гамму коррекции 0.12

И наконец печатаем (желательно на специальной бумаге для ЛУТа).

Про технологию тут писать не буду, но получает следующий результат.

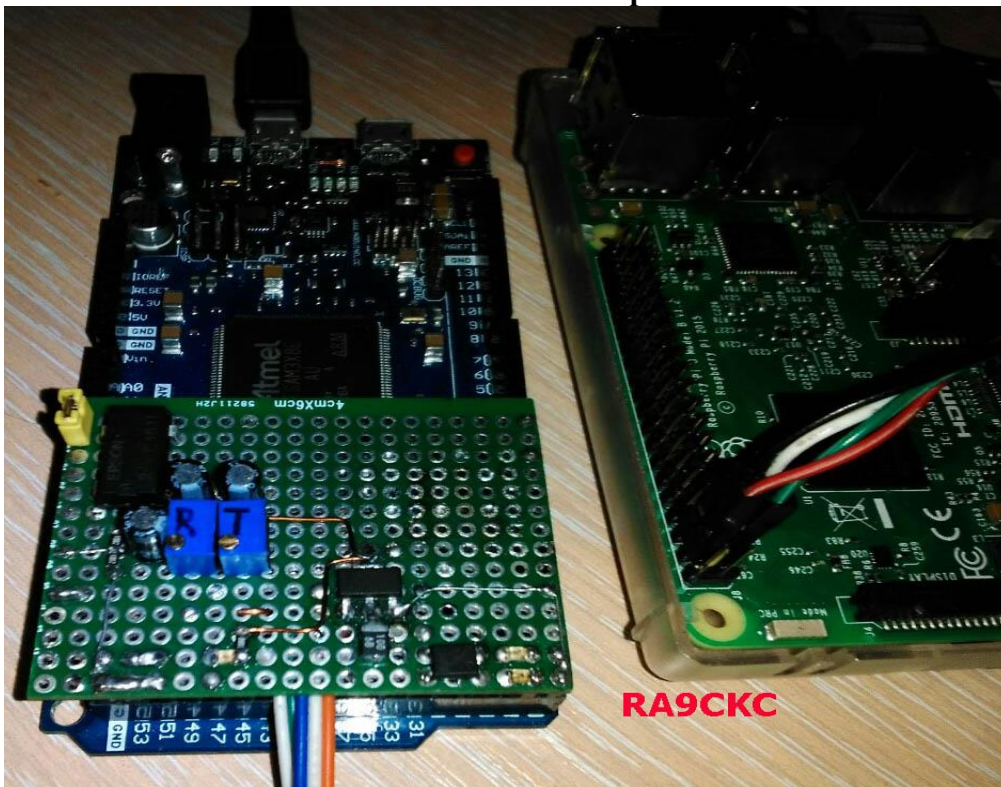






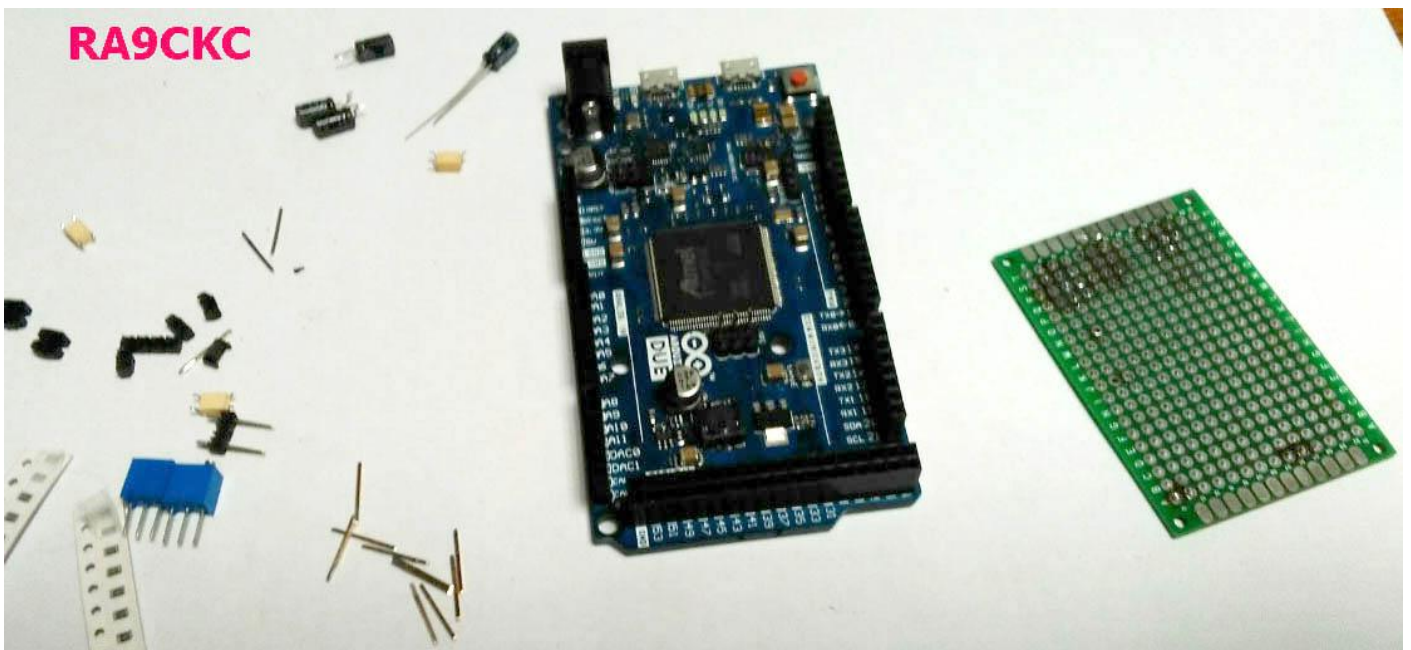
R2AJ@YA.RU

### 3.4.2.1 От RA9CKC - схема ZUM на оптопарах.

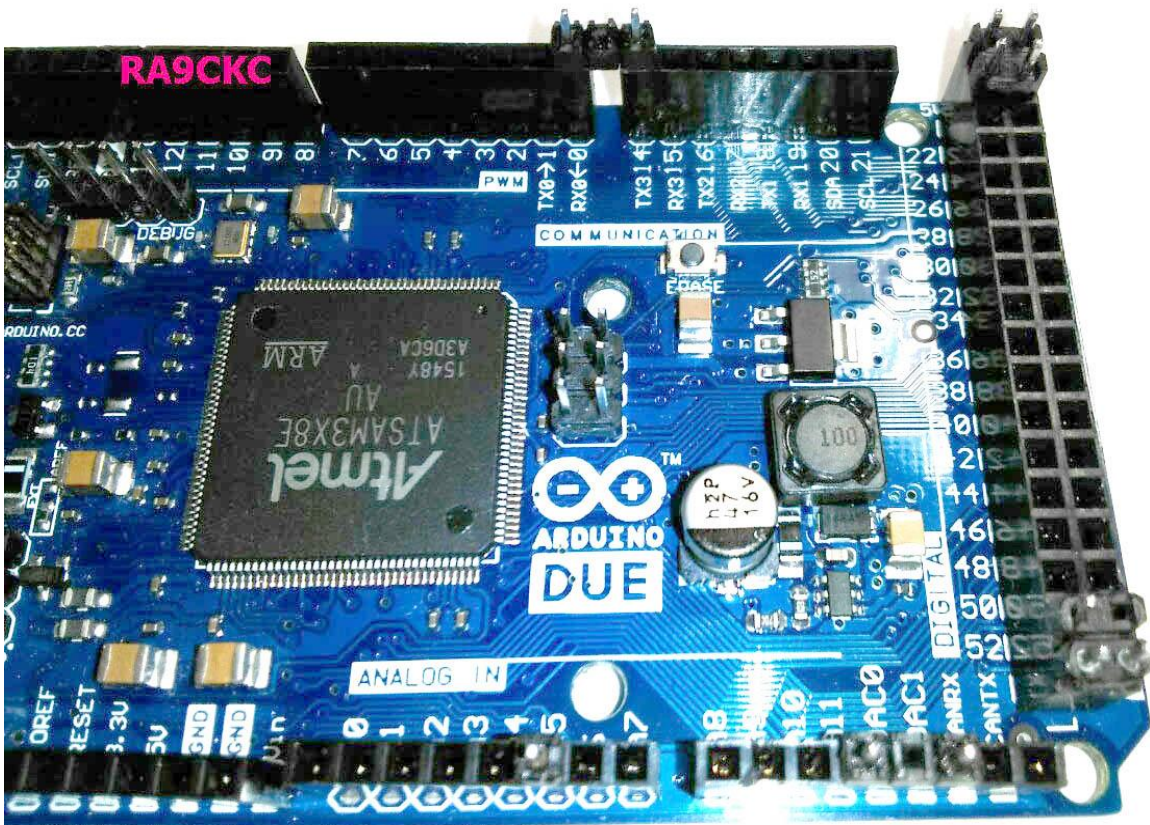


Как делать.

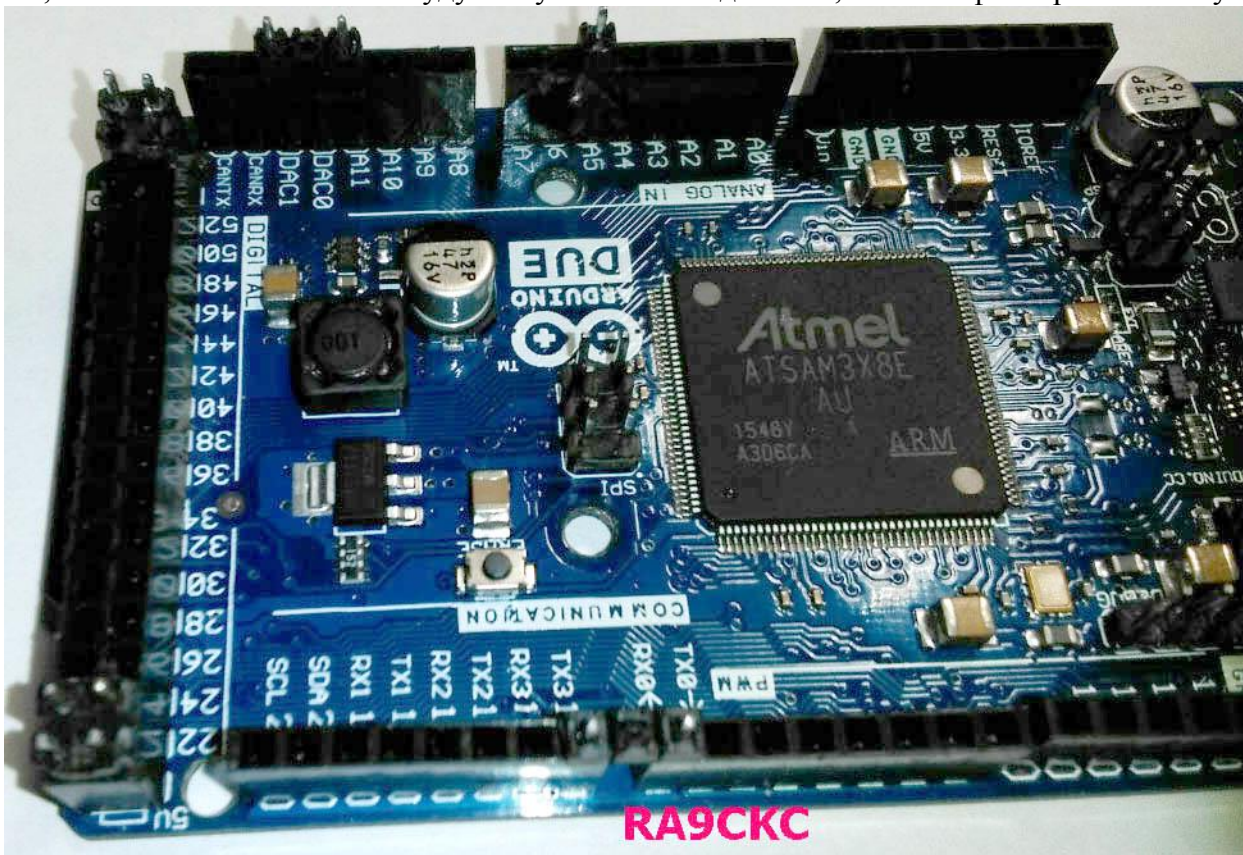
Оптопары из шилда с маркировка на корпусе - P181



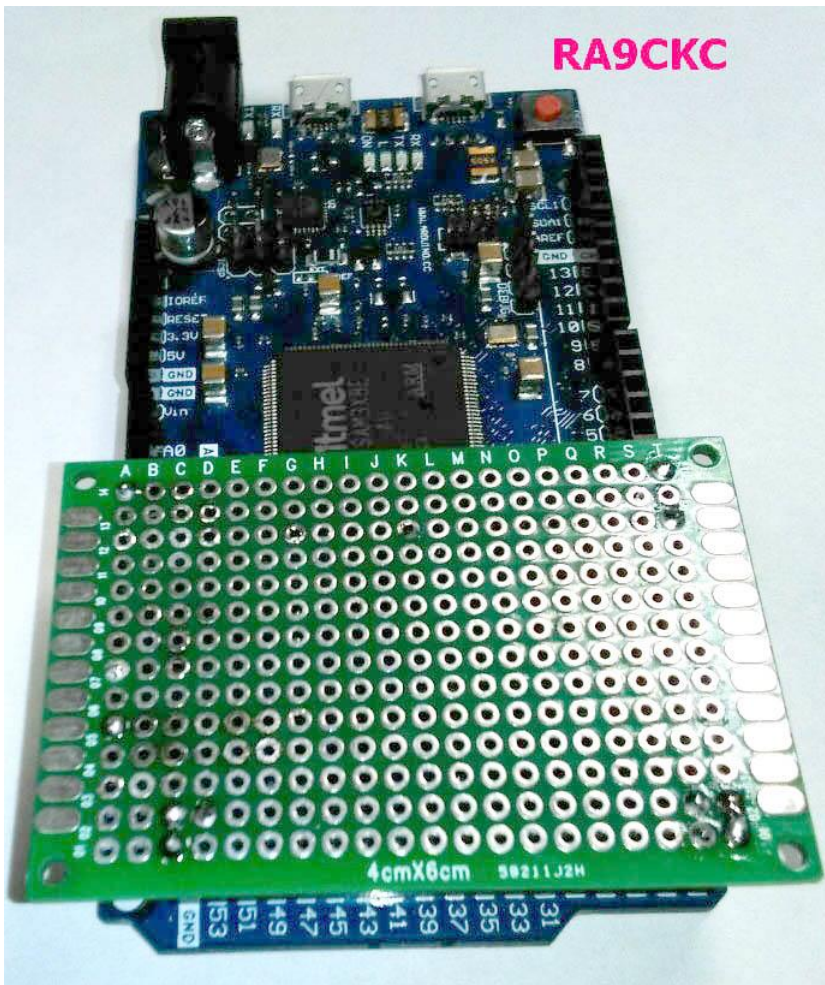
Расставляем штырки согласно схеме (распиновка ZUM)



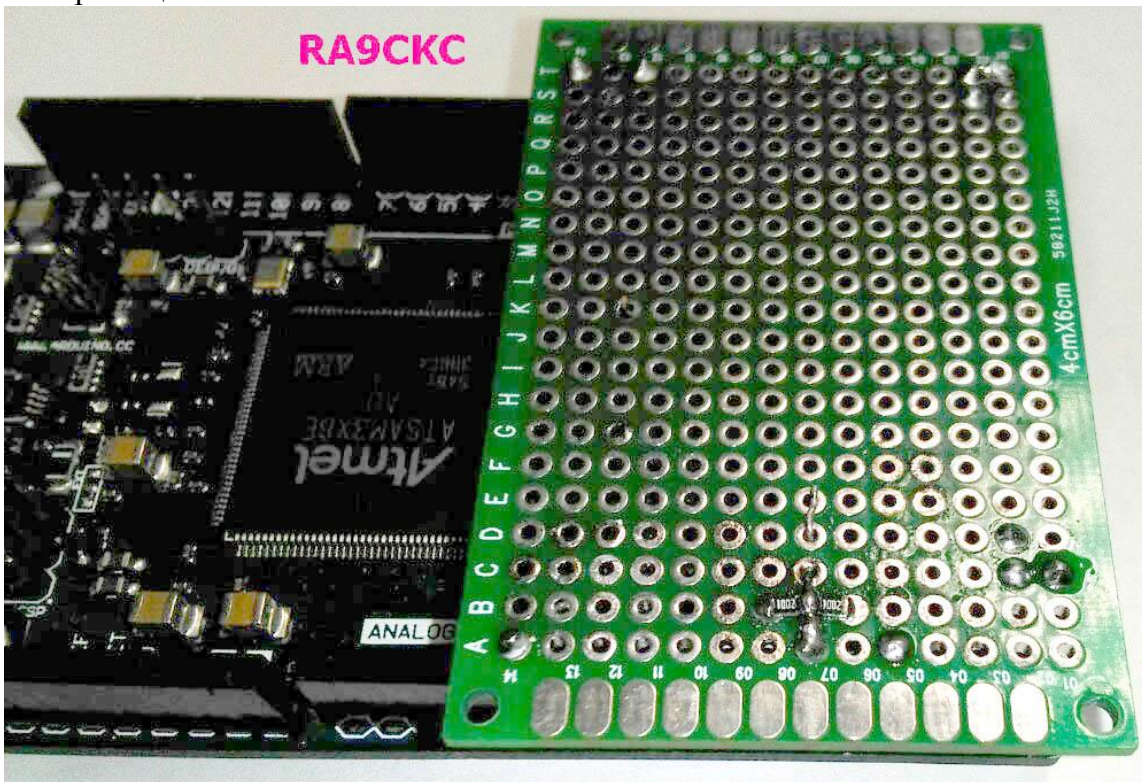
A5, 0 и 14 использоваться не будут и нужны только для того, чтобы зафиксировать плату



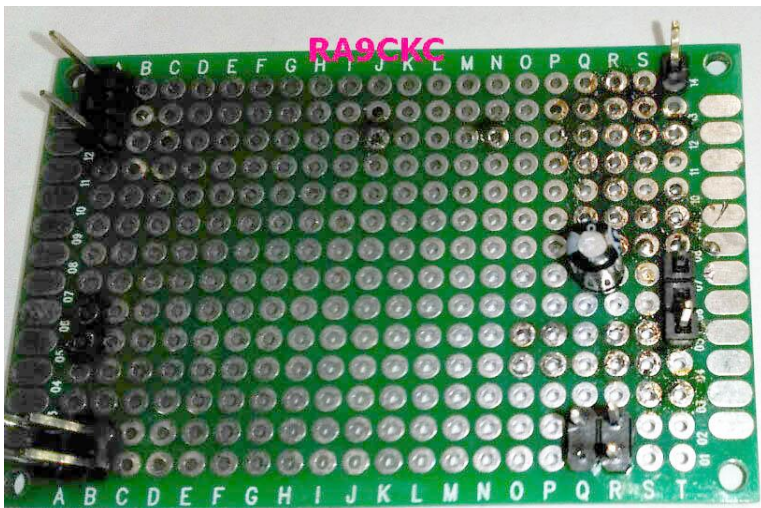
Накидываем макетку и припаиваем её к штырькам



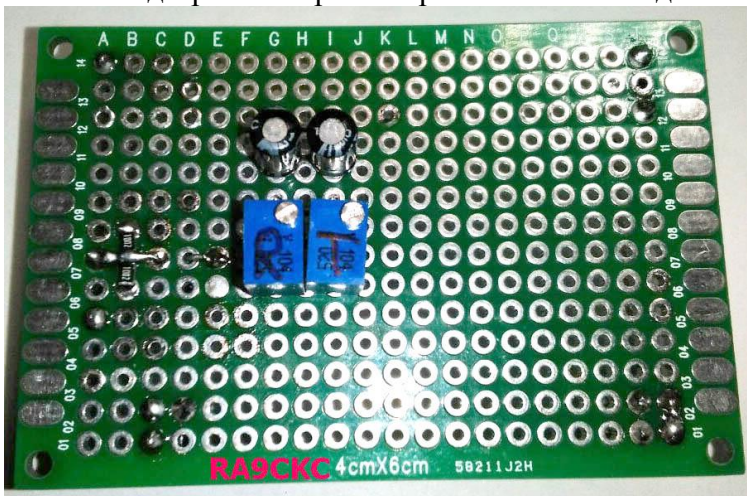
Собираем цепь RX



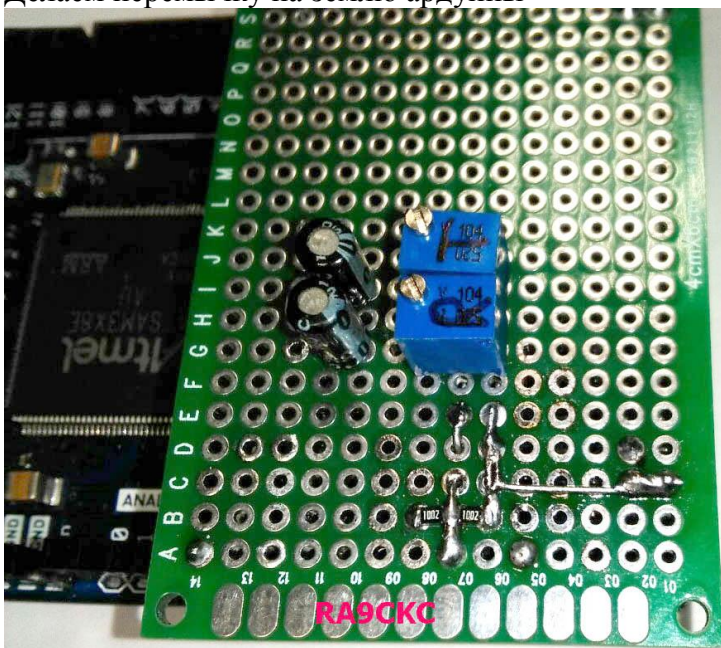
Конденсатор проще оставить внизу



Ставим подстроечные резисторы и оставшиеся два конденсатора для цепей гх/tx



Делаем перемычку на землю ардуины

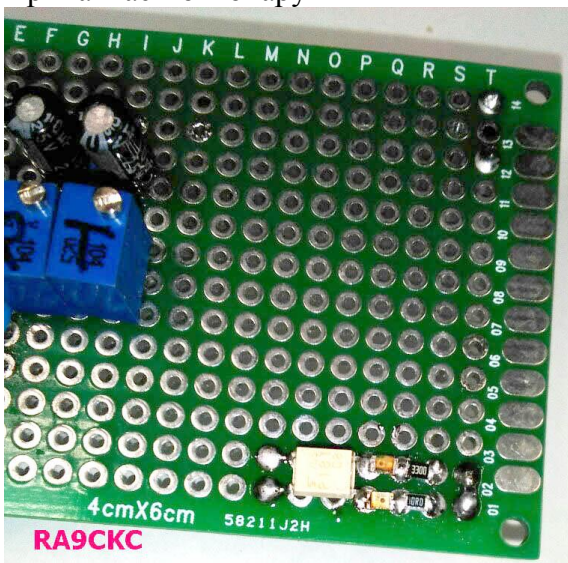


Собственно на этом сигнальные цепи шилда готовы, остаётся только припаять хвосты, которыми он будет соединяться с радиостанциями

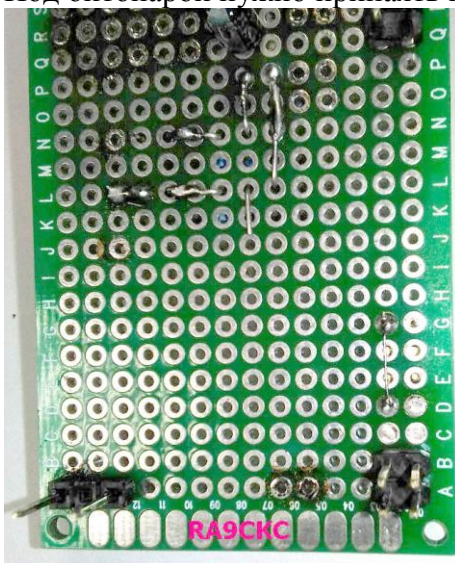
Припаиваем два резистора и два светодиода



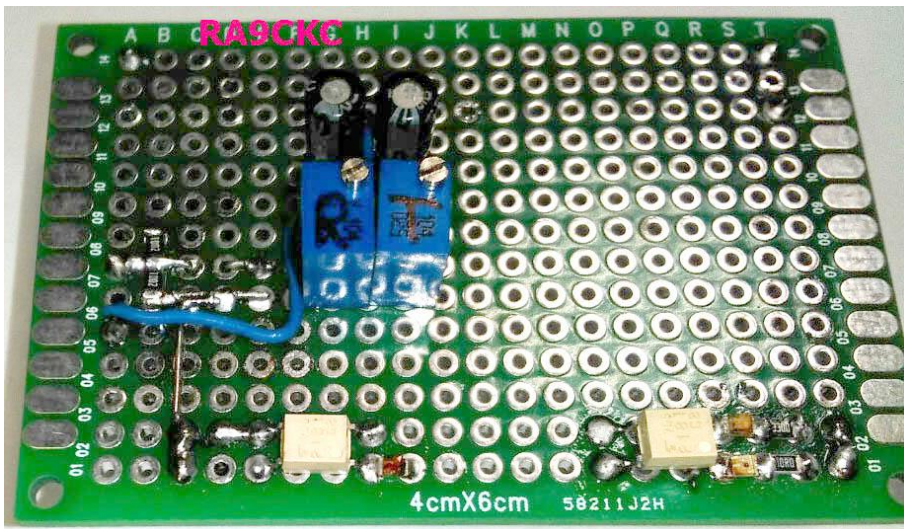
Припаиваем оптопару



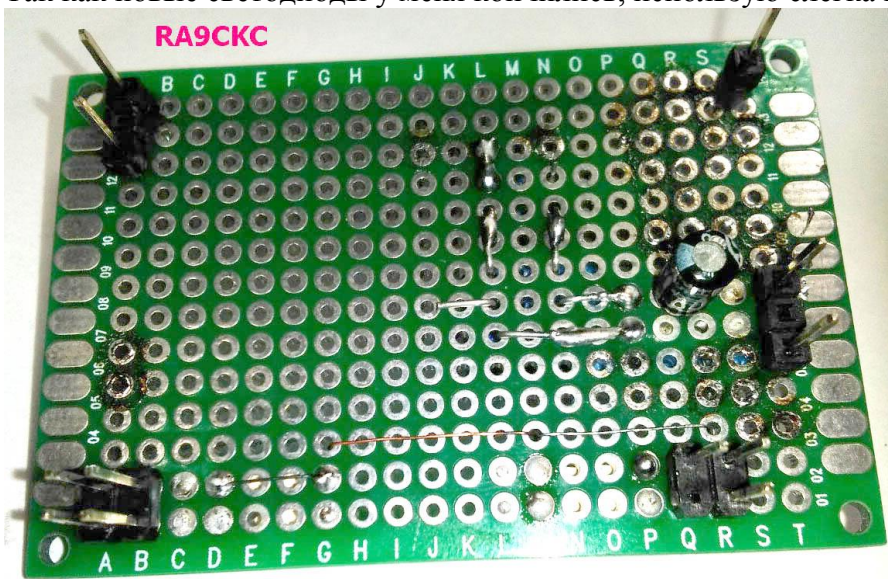
Под оптопарой нужно припаять перемычку между выводами 2 и 3



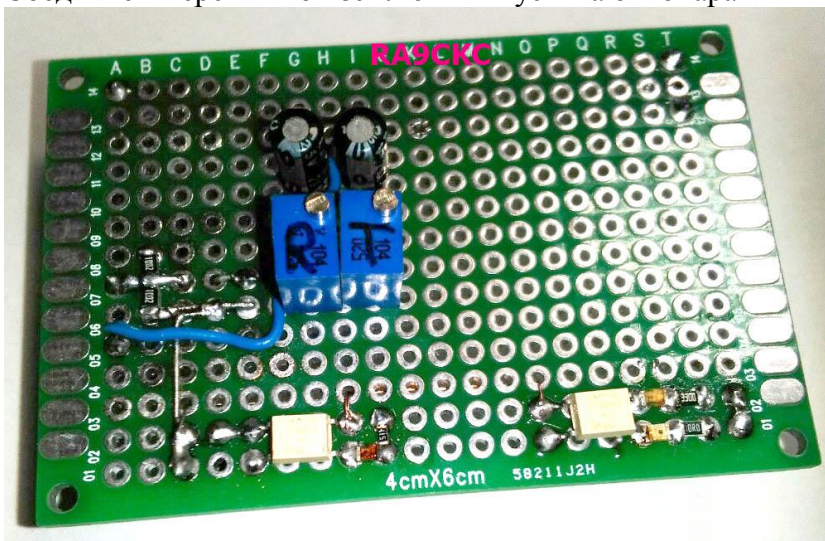
Припаиваем вторую оптопару и светодиод



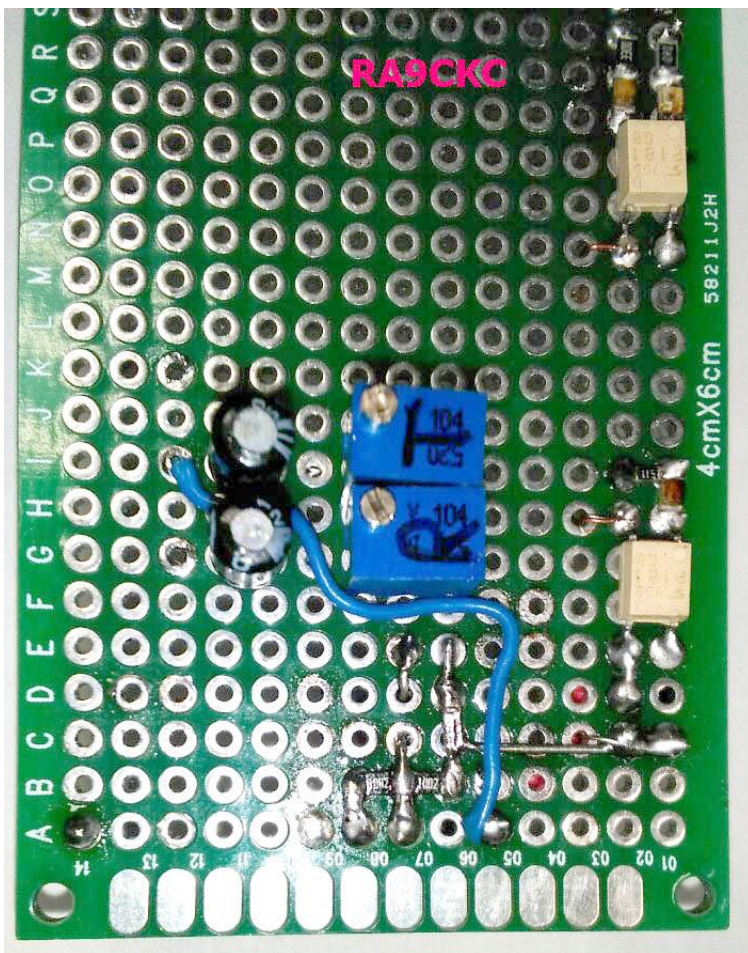
Так как новые светодиоды у меня кончились, использую слегка поджаренные б/у)))



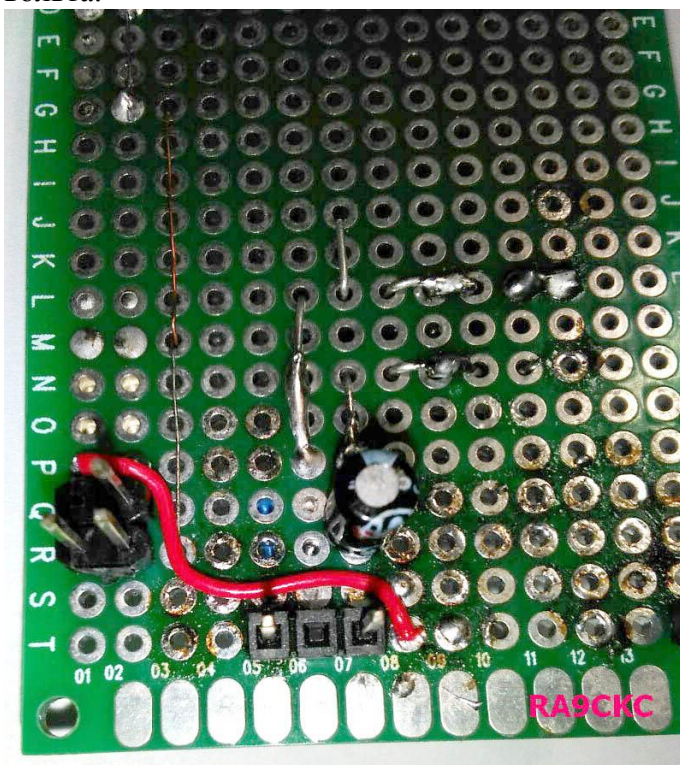
Соединяем перемычкой землю и минусы на оптопарах



Делаем перемычку между DAC1 и положительным выводом конденсатора в цепи ТХ



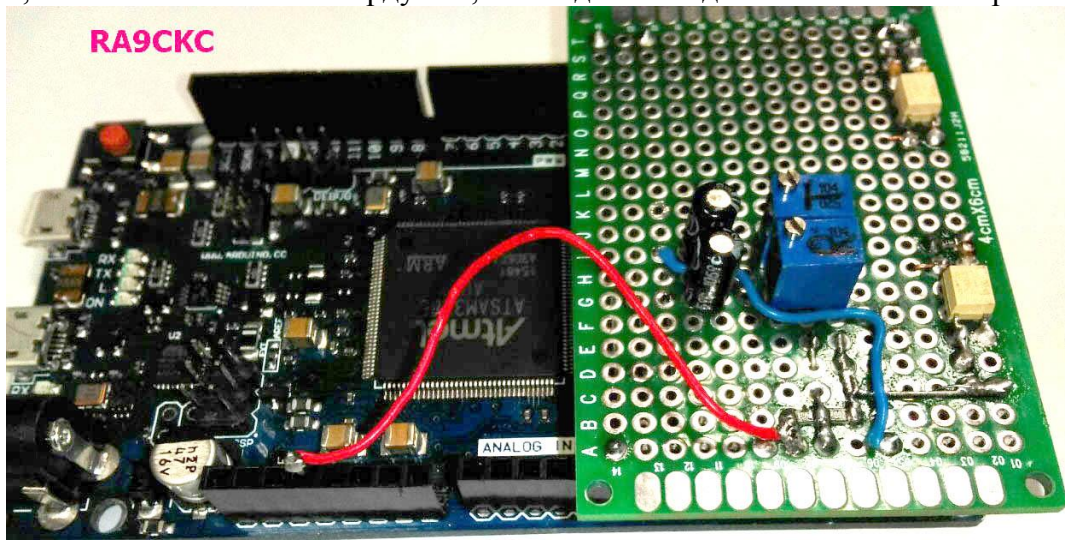
И ещё одну перемычку между оптопарой и резисторами в цепи RX. Сюда нужно будет подать 3,3 вольт.



Собственно на этом минимальная схема шилда готова

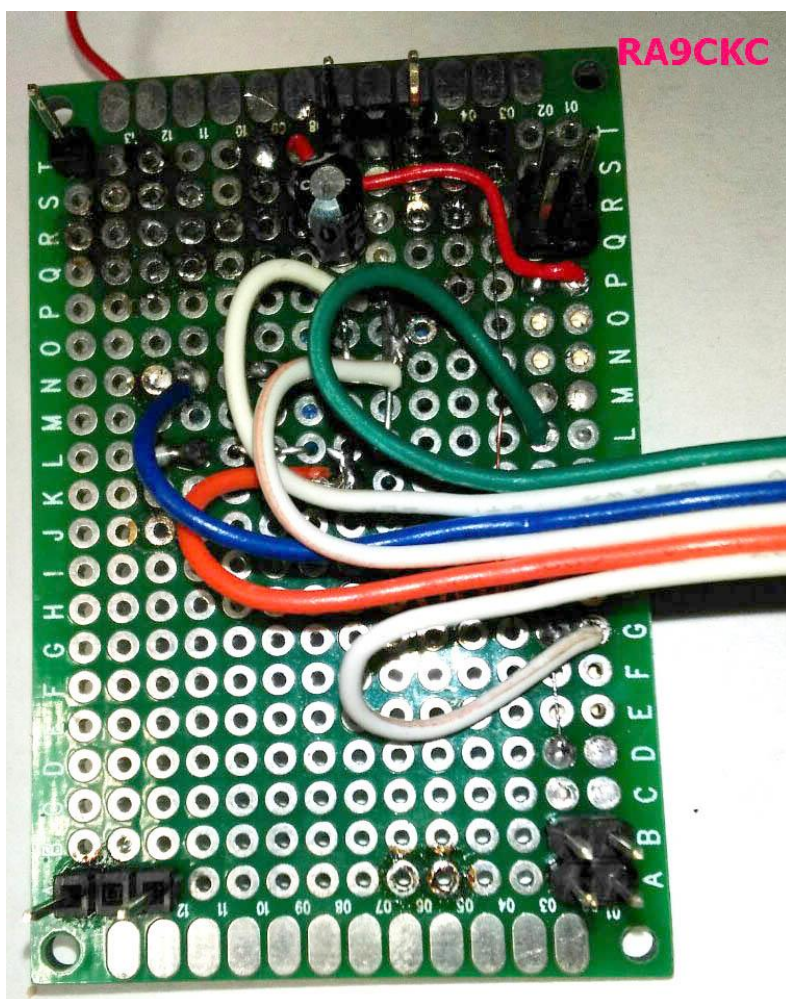


3,3 вольта можно взять с ардуины, либо сделать отдельный стабилизатор на шилде



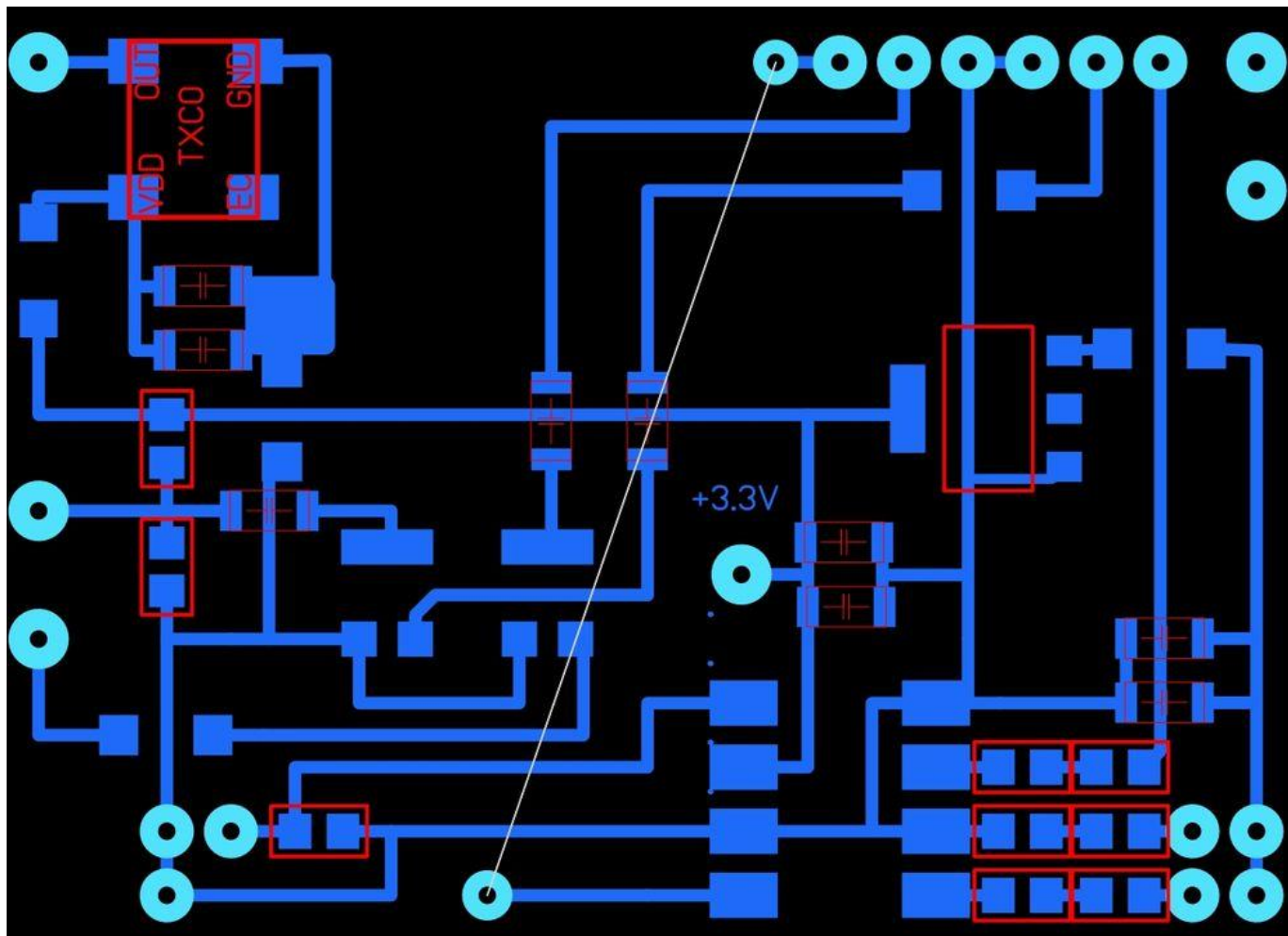
Также, оставлено место под возможную установку осциллятора в любом корпусе.

Финальный штрих - припаиваем хвост)



### 3.4.2.2 От RA9CKC - схема ZUM на оптопарах. Вариант на печатной плате.

Собственно рисунок платы -



Исходник в формате Sprint Layout есть на форуме -  
<https://www.dstar.su/forum/download/file.php?id=883>

**Плата выложена для тех кто хочет сам собрать, а не для коммерческого распространения.**

Есть место под осциллятор.

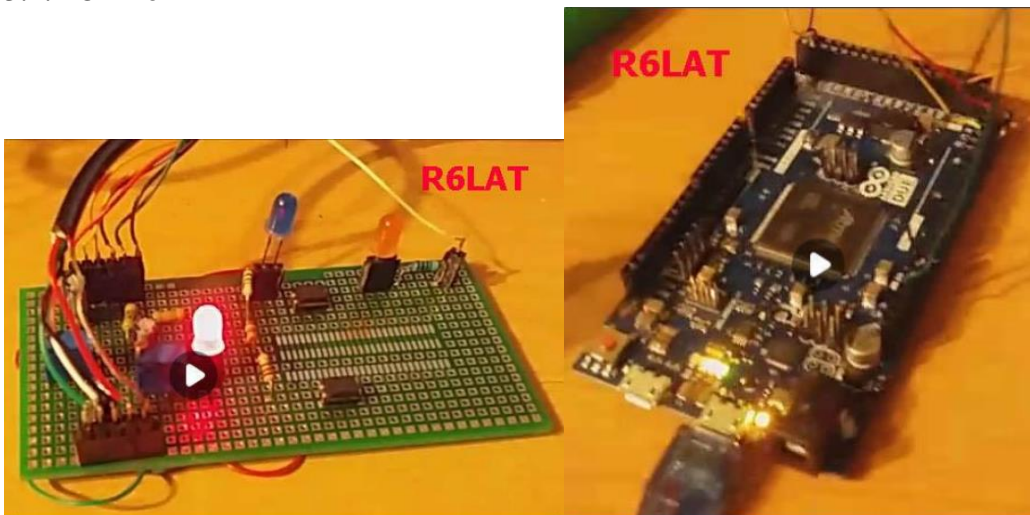
Резисторы SMD 0805. Перемычки - SMD 1206. Конденсаторы SMD 1206, неполярные, кроме двух что стоят в цепях питания - они танталовые. Ещё один танталовый в цепи питания осциллятора. Подстроечники - 3224W. Оптопары - TLP181. Место на плате позволяет поставить туда любые аналогичные, даже в корпусе dip. Стабилизатор - LM1117 на 3.3 вольта. Подойдут любые в корпусе SOT-223, аналогов много. Светодиоды SMD, тип не знаю))) Просто попросил консультанта подобрать светодиоды в корпусе аналогичном 0805. Бумажку с тем что он мне подобрал увы не сохранил( Осциллятор - Epson, программируемый. SMD, размер корпуса 5x7 мм. Параметры для заказа/программирования: питание 3.3 вольта, частота 14.4 МГц. Можно поискать сразу готовый на нужные частоты/напряжение. Частота ещё может быть 12.288 МГц и 19.2МГц - не забудьте раскомментировать в файле Config.h строчку с частотой соответствующей вашему осциллятору. Дроссель в цепи питания осциллятора - SMD 1210, 100uH. Можно собрать несколькими вариантами. Например любители программной настройки могут собрать без подстроечных резисторов, для этого площадки под подстроечниками сделаны пошире



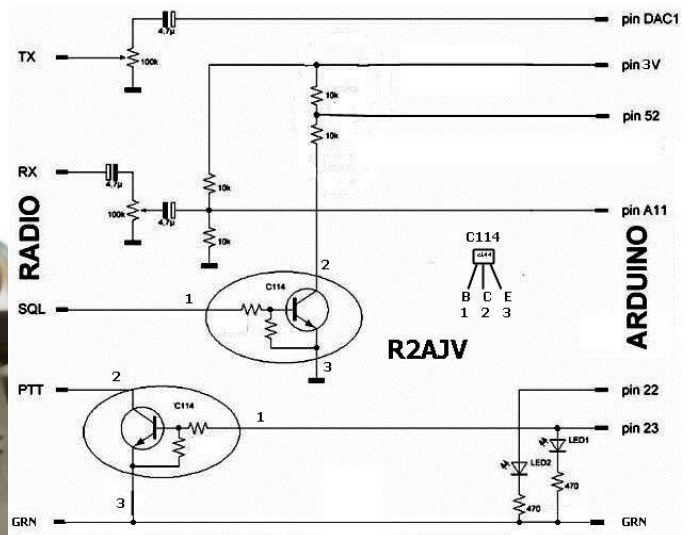
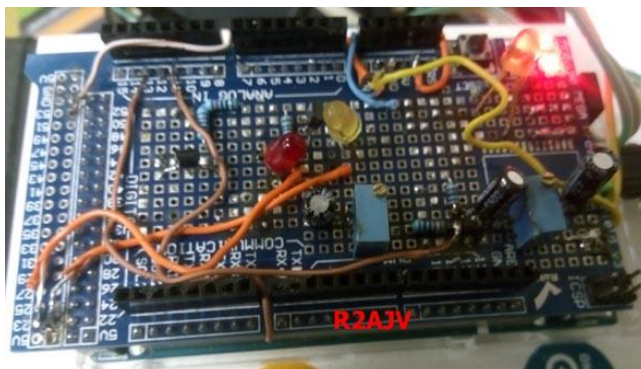
### 3.4.5 От RA9CKC и R9CIR



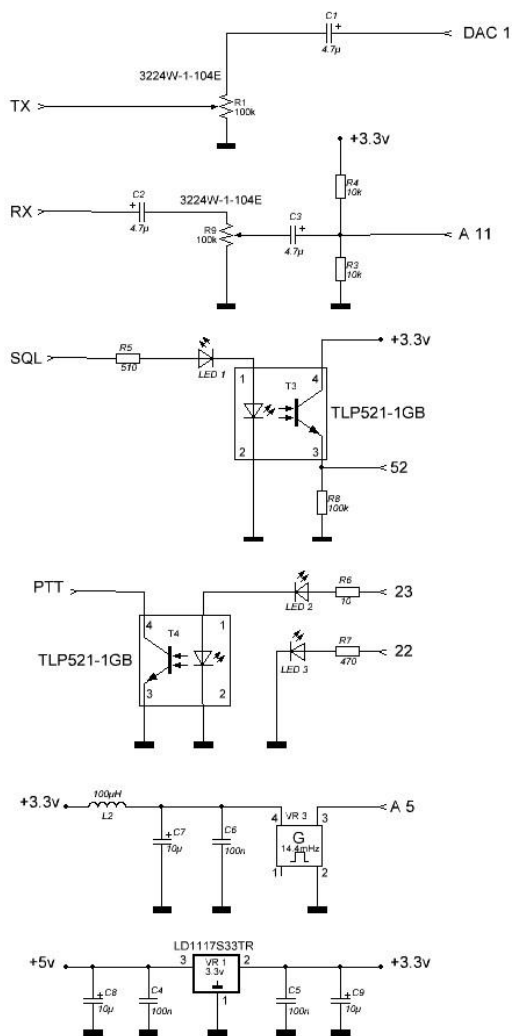
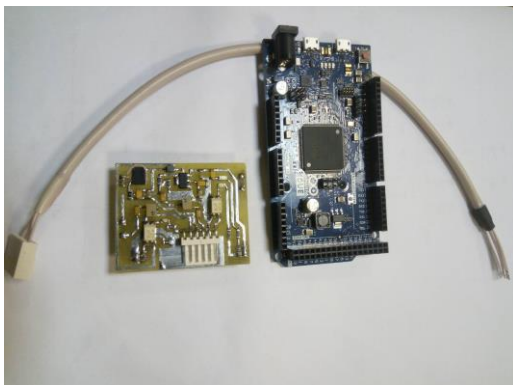
### 3.4.4 От R6LAT



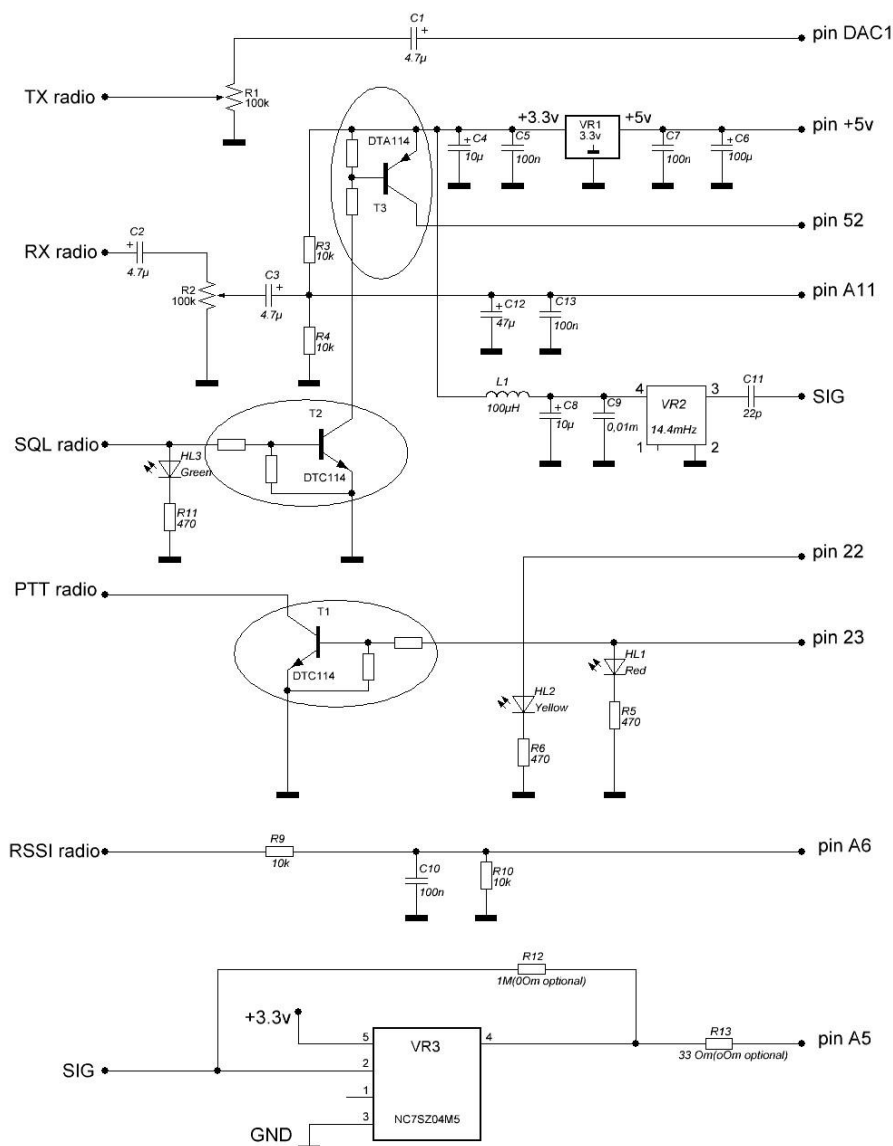
### 3.4.6 От R2AJV - схема ZUM на транзисторах



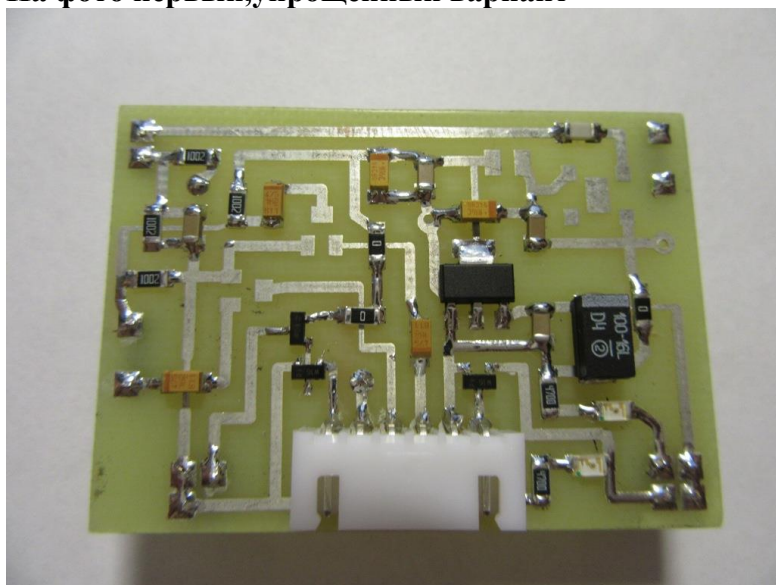
### 3.4.7 От UB3A1A - схема ZUM на оптопарах с линией SQL, осциллятором 14.4 и преобразованием 5v->3v



**А также транзисторный вариант: Схема-тип ZUM - транзисторы**  
**Есть место под осциллятор, реализован RSSI. Печать односторонняя, адаптирована для ЛУТ-технологии.**

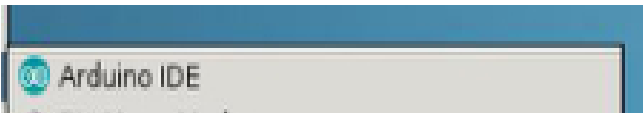


**На фото первый,упрощенный вариант**





## 5. Запустить программу Arduino IDE



### 5.1 Прошиваем Arduino

#### Примечание от RA9CKC:

Если используется внешний осциллятор, надо раскомментировать строчку, которая соответствует частоте используемого осциллятора

Если распиновка ардуино соответствует схеме ZUM, то заливаем проект.

#### Пример config.h для схемы ZUM вариант 1

```
/*
 * This program is distributed under the terms of the GNU General Public License
 * but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
 * MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
 * GNU General Public License for more details.
 *
 * You should have received a copy of the GNU General Public License
 * along with this program; if not, write to the Free Software
 * Foundation, Inc., 675 Mass Ave, Cambridge, MA 02139, USA.
 */

#ifndef CONFIG_H
#define CONFIG_H

// Allow for the use of high quality external clock oscillators
// The number is the frequency of the oscillator in Hertz.
// For 12 MHz
// #define EXTERNAL_OSC 12000000
// For 14.4 MHz
// #define EXTERNAL_OSC 14400000
// For 19.2 MHz
// #define EXTERNAL_OSC 19200000

// Allow the use of the COS line to lockout the modes
// #define USE_COS_AS_LOCKOUT

// Use pins to output the current mode
// #define ARDUINO_MODE_PINS

// For the original Arduino Due pin layout
// #define ARDUINO_DUE_PAPA

// For the ZUM Board V1.0 pin layout
#define ARDUINO_DUE_ZUM_V10

// For the SPINTH board
// #define ARDUINO_DUE_NTH

// To use wider C4FSK filters for DMR, System Fusion and P25 on transmit
// #define WIDE_C4FSK_FILTERS_TX
// To use wider C4FSK filters for DMR, System Fusion and P25 on receive
// #define WIDE_C4FSK_FILTERS_RX

// Pass RSSI information to the host
// #define SEND_RSSI_DATA

#endif
```



## Пример config.h для схемы ZUM вариант 2

```
1  /*
2  *   Copyright (C) 2015 by Jonathan Naylor G4KLX
3  *
4  *   This program is free software; you can redistribute it and/or modify
5  *   it under the terms of the GNU General Public License as published by
6  *   the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or
7  *   (at your option) any later version.
8  *
9  *   This program is distributed in the hope that it will be useful,
10 *   but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
11 *   MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
12 *   GNU General Public License for more details.
13 *
14 *   You should have received a copy of the GNU General Public License
15 *   along with this program; if not, write to the Free Software
16 *   Foundation, Inc., 675 Mass Ave, Cambridge, MA 02139, USA.
17 */
18
19 #if !defined(CONFIG_H)
20 #define CONFIG_H
21
22 #define WANT_DEBUG
23
24 // For the original Arduino Due pin layout
25 // #define ARDUINO_DUE_PAPA
26
27 // For the new Arduino Due pin layout
28 #define ARDUINO_DUE_ZUM
29
30 // For the SP8NTH board
31 // #define ARDUINO_DUE_NTH
32
33 #endif
34
```

Если распиновка ардуино соответствует схеме NTH, то требуется отредактировать файл проекта CONFIG.H

Закомментировать строку для схемы ZUM //, а строку для схемы NTH раскомментировать, убрав //

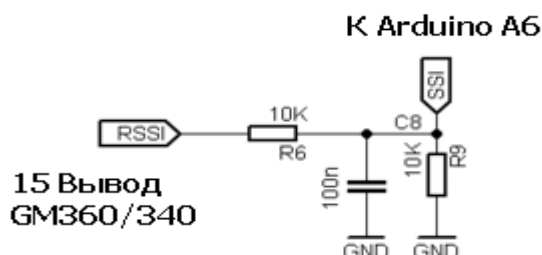
```
1  // For the original Arduino Due pin layout
2  // #define ARDUINO_DUE_PAPA
3
4  // For the ZUM Board V1.0 pin layout
5  // #define ARDUINO_DUE_ZUM_V10
6
7  // For the SP8NTH board
8  #define ARDUINO_DUE_NTH
9
10 // To use wider C4FSK filters for DMR, System Fusion and P25 on transmit
11 // #define WIDE_C4FSK_FILTERS_TX
12 // To use wider C4FSK filters for DMR, System Fusion and P25 on receive
13 // #define WIDE_C4FSK_FILTERS_RX
14
15 // Pass RSSI information to the host
16 // #define SEND_RSSI_DATA
17
18 #endif
19
20 Загрузка завершена.
21 done in 10.950 seconds
22 Set boot flash true
23 CPU reset.
```

## Примечание от RA4NHU:

### RSSI

Для включения возможности отображения уровня принимаемого сигнала в брендмастере или локально на дисплее нужно сделать следующее:

1. Подать через делитель сигнал с 15 вывода моторолы на вывод A6 Arduino.



2. Раскомментировать следующие строки в файле Config.h в проекте MMDVM для Arduino:

```
// To use wider C4FSK filters for DMR, System Fusion and P25 on transmit
// #define WIDE_C4FSK_FILTERS_TX
// To use wider C4FSK filters for DMR, System Fusion and P25 on receive
// #define WIDE_C4FSK_FILTERS_RX

// Pass RSSI information to the host
#define SEND_RSSI_DATA

// Use the modem as a serial repeater for Nextion displays
// #define SERIAL_REPEATER

#endif
```

Прошить Arduino.

3. В файле конфигурации MMDVM.ini на Raspberry проверить наличие и раскомментировать строку `RSSIMappingFile=RSSI.dat`, в секции [Modem], а если её нет, то обновить версию MMDVMHost.

```
[DMR Id Lookup]
File=DMRIds.dat
Time=24

[Modem]
Port=/dev/ttyACM0
# Port=\\.COM3
TXInvert=0
RXInvert=0
PTTInvert=0
TXDelay=100
DMRDelay=0
RXLevel=50
TXLevel=50
# CWidTXLevel=50
# D-StarTXLevel=50
# DMRTXLevel=50
# YSFTXLevel=50
# P25TXLevel=50
OscOffset=0
RSSIMappingFile=RSSI.dat
Debug=0
```

4. Добавить в папку MMDVMHost файл RSSI.dat - <https://drive.google.com/open?id=0B5n0FUSDmu4MX2Q2TU5mODI3NU0>

5. Перезапустить сервис mmdvmhost  
**sudo service mmdvmhost restart**

Значения в файле RSSI.dat получены с помощью программы калибровки MMDVMCal (режим S ), калиброванного высокочастотного генератора и радиостанции GM340. Для разных радиостанций значения несколько отличаются. К примеру, у тех GM340, что были у меня, расхождение около 10 дБ. Поэтому желательно калибровку проводить под конкретную радиостанцию. Суть калибровки заключается в том, что нужно по аналогии с файлом RSSI.dat составить таблицу соответствия подаваемого уровня на вход радиостанции и значения, которое выдаст программа MMDVMCal в режиме S.

Действия примерно следующие:

1. Запускаем программу MMDVMCal, нажимаем S. На экране будут появляться значения в попугаях, пропорциональные напряжению на входе А6 Arduino.
2. Подаём с генератора уровень соответствующий -43 dBm..
3. Записываем значение полученное в программе MMDVMCal. Я записывал значения обозначенные “**evg:** ”
4. Постепенно уменьшая уровень с генератора с шагом в 1 дБ, записываем соответствующий уровень из MMDVMCal в таблицу. Можно снять точки соответствующие общепринятым значениям, то есть S9+40, S9+30, S9+20 и т.д. до S1 в dBm. Соответствующие значения можно найти здесь - <http://cxem.net/izmer/izmer55.php>
5. Таким образом получаются пары значений:

1045 -43

1043 -46

1042 -47

.... и т.д..

которые и записываем в файл RSSI.dat

## 6. НАСТРОЙКА УЗЛА

### 6.1 DMR

#### 6.1.1 Редактирование MMDVM.ini

```
[General]
Callsign=NOCALL
Timeout=600
Duplex=0 # для дуплекса 1
# ModeHang=10
RFModeHang=10
NetModeHang=3
Display=None
Daemon=0

[Info]
RXFrequency=433250000
TXFrequency=433250000
Power=1
Latitude=0.0
Longitude=0.0
Height=0
Location=RU, Moscow
Description=The DMR-DSTAR multi
node
URL=www.dstar.su

[Log]
# Logging levels, 0=No logging
DisplayLevel=1
FileLevel=1
FilePath=.
FileRoot=MMDVM

[CW Id]
#Enable=0
#Time=10

[Modem]
Port=/dev/ttyACM0
#Port=\\.\COM3
TXInvert=0
RXInvert=0
PTTInvert=0
TXDelay=10
DMRDelay=30
RXLevel=50
TXLevel=50
# D-StarTXLevel=50
# DMRTXLevel=50
# YSFTXLevel=50
OscOffset=0
RSSIMappingFile=RSSI.dat
Debug=0

[D-Star]
Enable=1
Module=B
SelfOnly=0

[DMR]
Enable=1
Beacons=0
Id=2500000
ColorCode=1
SelfOnly=0
# Prefixes=234,235
LookupFile=DMRIds.dat
#CallHang=3
#TXHang=4
#Blacklist=
#DstIdBlackListSlot1RF=
#DstIdBlackListSlot2RF=
#DstIdWhiteListSlot1RF=
#DstIdWhiteListSlot2RF=
#DstIdBlackListSlot1NET=
#DstIdBlackListSlot2NET=
#DstIdWhiteListSlot1NET=
#DstIdWhiteListSlot2NET=
#TGRewriteSlot1=0
#TGRewriteSlot2=0
#BMAutoRewrite=0
#BMRewriteReflectorVoicePrompts=0

#DirectDial=0
#TargetTG=9
#RewriteMapSlot1=
#RewriteMapSlot2=

[System Fusion]
Enable=0

[P25]
Enable=0
NAC=293

[D-Star Network]
Enable=1
GatewayAddress=127.0.0.1
GatewayPort=20010
LocalPort=20011
Debug=0

[DMR Network]
Enable=1
Address=master.dstar.su # server 2502
#Address=registry.dstar.su # server
2501
Port=62031
#Jitter=300
# Local=3350
Password=passw0rd
#RSSI=0
Slot1=1

Slot2=1
Debug=0

[System Fusion Network]
Enable=0
LocalAddress=127.0.0.1
LocalPort=3200
GwyAddress=127.0.0.1
GwyPort=4200
Debug=0

[P25 Network]
Enable=0
GatewayAddress=127.0.0.1
GatewayPort=20012
LocalPort=20013
Debug=0

[TFT Serial]
#Port=/dev/ttyAMA0
Brightness=50

[HD44780]
Rows=2
Columns=16

# For basic HD44780 displays (4-bit
connection)
# rs, strb, d0, d1, d2, d3
#Pins=11,10,0,1,2,3

# Device address for I2C
I2CAddress=0x20

# PWM backlight
PWM=0
PWMPin=21
PWMBright=100
PWMDim=16

DisplayClock=1
UTC=0

[Nextion]
#Port=/dev/ttyAMA0
Brightness=50
DisplayClock=1
UTC=0
IdleBrightness=20

[OLED]
Type=3
Brightness=0
Invert=0
```

## 6.2 DSTAR

6.2.1 Устанавливаем параметры dstarrepeater в MMDVM.ini

6.2.2 Установка и настройка ircddbgateway

Переходим в консоль и вводим команды:

```
# cd /tmp
# wget http://repo1.ham-digital.net/debian/dl5di.pk
# sudo apt-key add dl5di.pk
# cd ~
# sudo curl http://repo1.ham-digital.net/raspbian/opendv.list -o /etc/apt/sources.list.d/opendv.list
# sudo apt-get update
# sudo apt-get install ircddbgateway
```

### Примечание от R2AJV:

Альтернативный вариант - сборка из исходников <https://github.com/dl5di/OpenDV.git>

```
sudo apt-get install git
cd /opt
sudo git clone https://github.com/dl5di/OpenDV.git
cd opendv/ircDDBGateway
./configure
make
make install
```

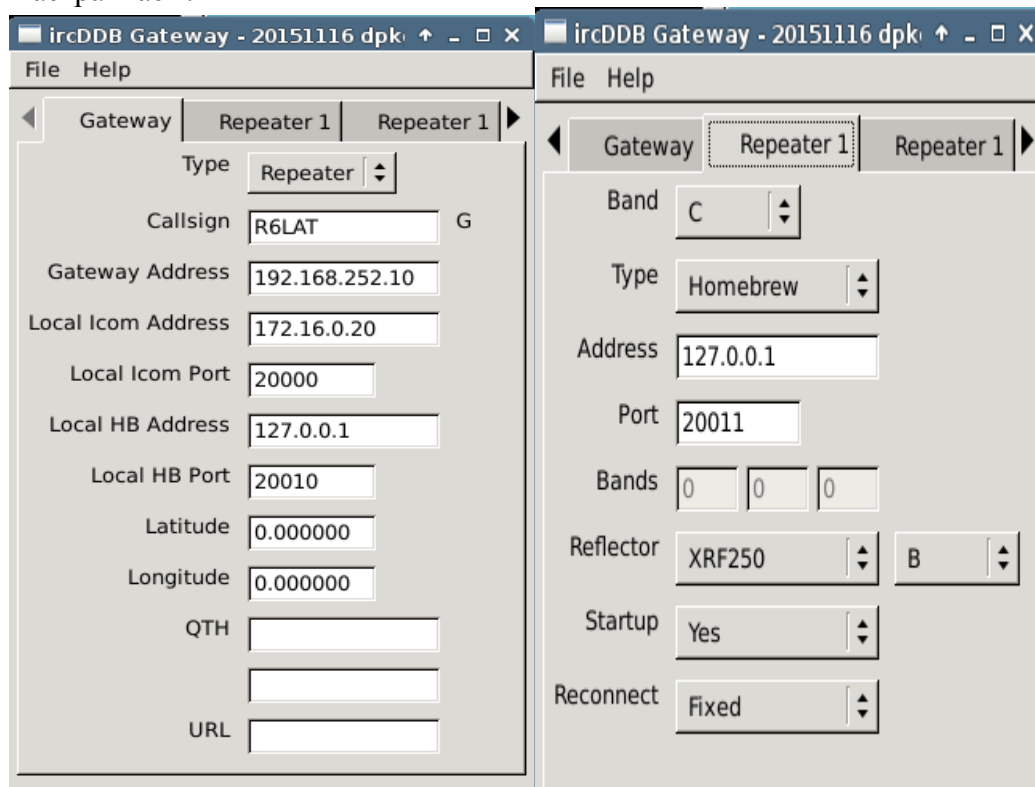
Для самостоятельной сборки требуется доустановить некоторые пакеты

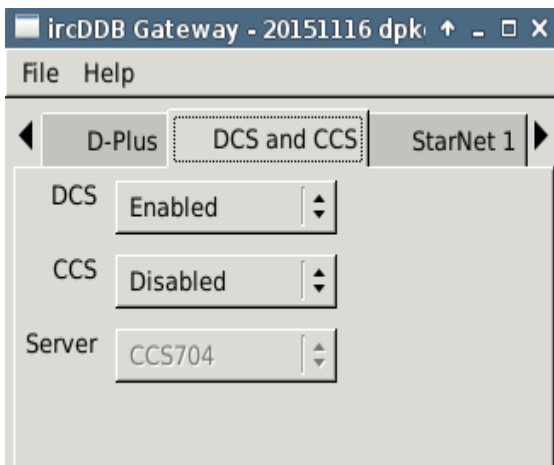
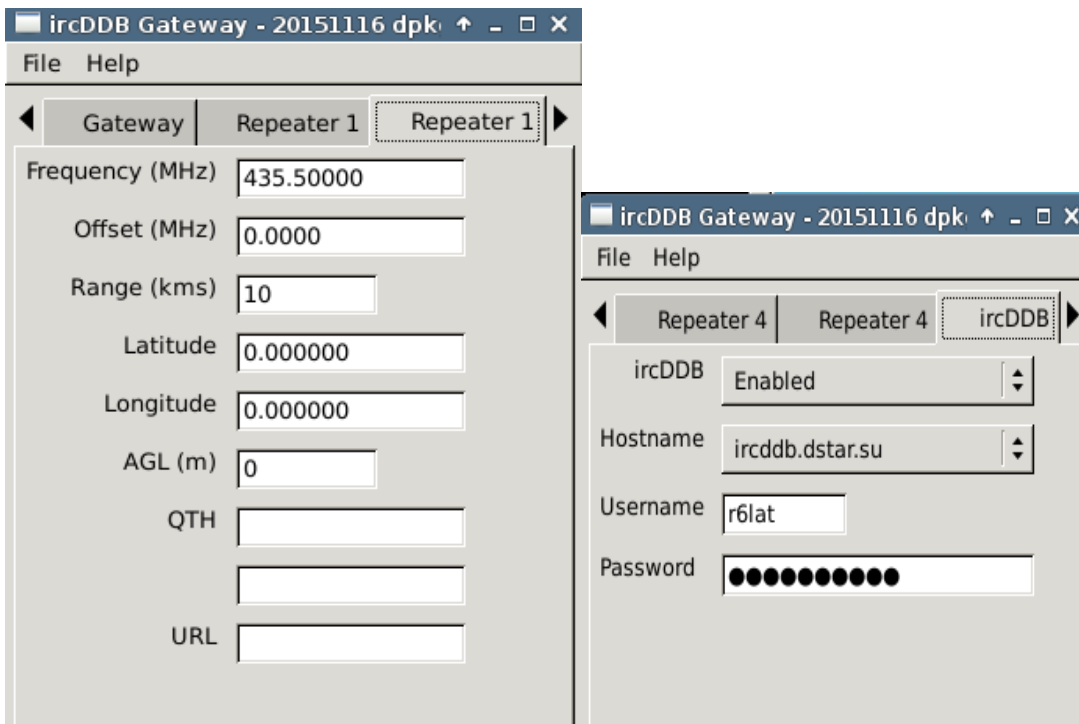
```
sudo apt-get install build-essential libwxgtk3.0-dev portaudio19-dev libusb-1.0-0-dev chkconfig
```

Теперь в консоле пишем команду:

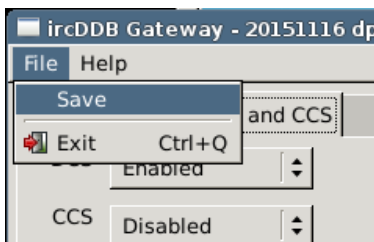
```
# ircddbgatewayconfig
```

Настраиваем:





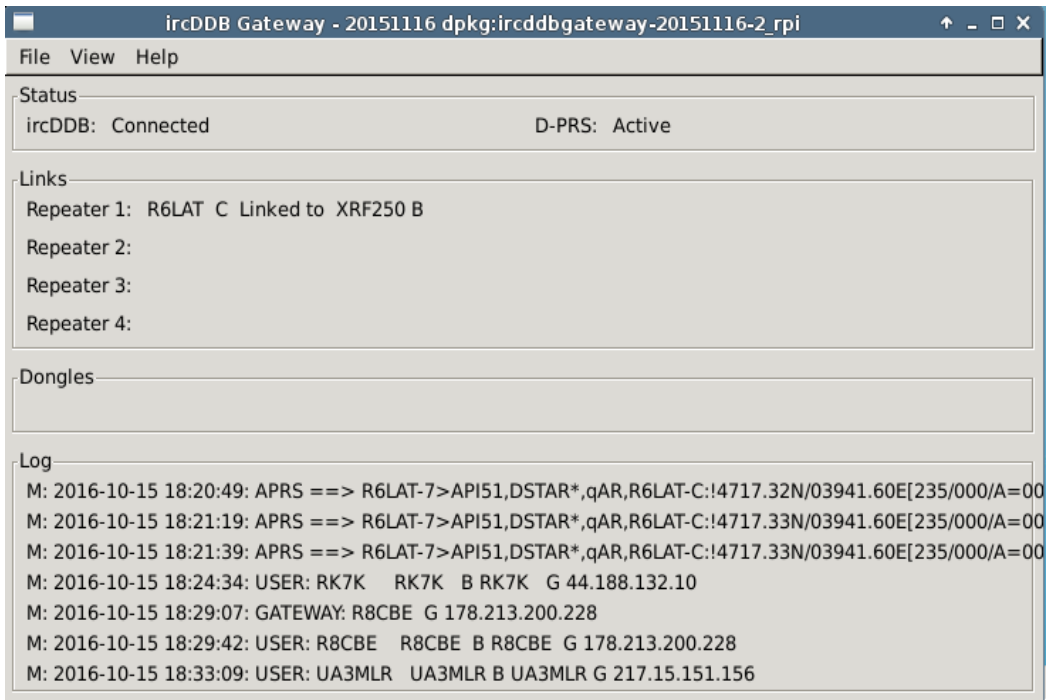
Сохраняем настройки:



Теперь в консоле можно набрать команду:

# ircddbgateway

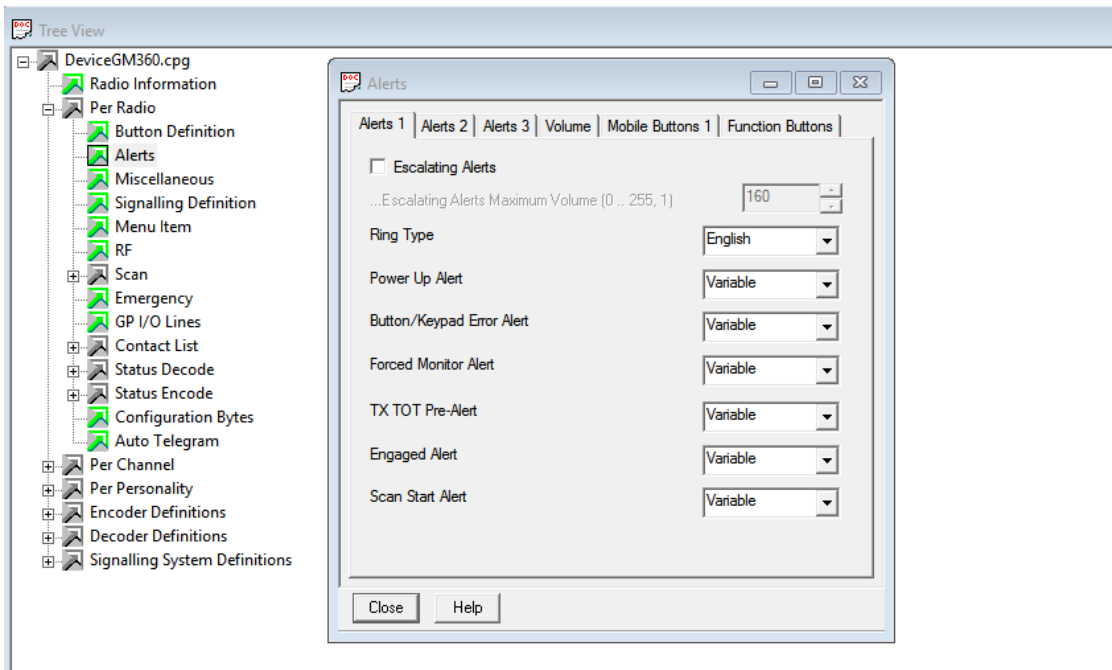
Откроется окно:



Для просмотра состояния статусов, нажмите вкладку View - GUI Update  
 На этом настройка окончена.

## 7. РЕДАКТИРОВАНИЕ НАСТРОЕК СТАНЦИЙ

### 7.1 MOTOROLA GM360



Tree View

- DeviceGM360.cpg
  - Radio Information
  - Per Radio
    - Button Definition
    - Alerts
    - Miscellaneous
    - Signalling Definition
    - Menu Item
    - RF
    - Scan
    - Emergency
    - GP I/O Lines
    - Contact List
    - Status Decode
    - Status Encode
    - Configuration Bytes
    - Auto Telegram
  - Per Channel
  - Per Personality
  - Encoder Definitions
  - Decoder Definitions
  - Signalling System Definitions

Alerts

Alerts 1 | Alerts 2 | Alerts 3 | Volume | Mobile Buttons 1 | Function Buttons

Scan Priority Alert	Disabled
Lone Worker Pre-Alert	Disabled
Channel Free Alert	Disabled
Call Failed Alert	Disabled
Voice Storage Recording Alert	Disabled
Voice Storage Full Alert	Disabled
Voice Storage Warning Alert	Disabled
Cancel Message Alert	Disabled

Close Help

Alerts

Alerts 1 | Alerts 2 | Alerts 3 | Volume | Mobile Buttons 1 | Function Buttons

Enable Feature Alert - Button P1	Disabled
Enable Feature Alert - Button P2	Disabled
Enable Feature Alert - Button P3	Disabled
Enable Feature Alert - Button P4	Disabled
Disable Feature Alert - Button P1	Disabled
Disable Feature Alert - Button P2	Disabled
Disable Feature Alert - Button P3	Disabled
Disable Feature Alert - Button P4	Disabled

Close Help

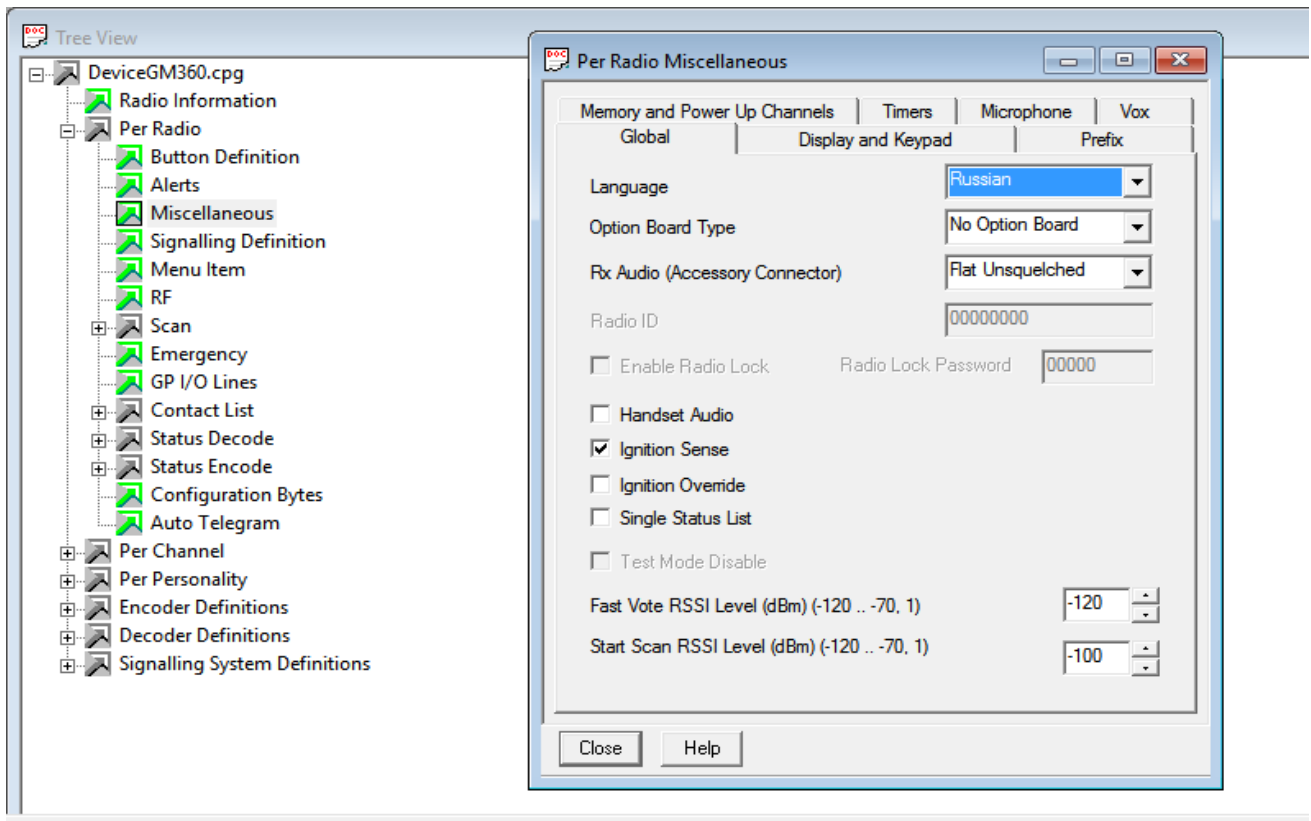
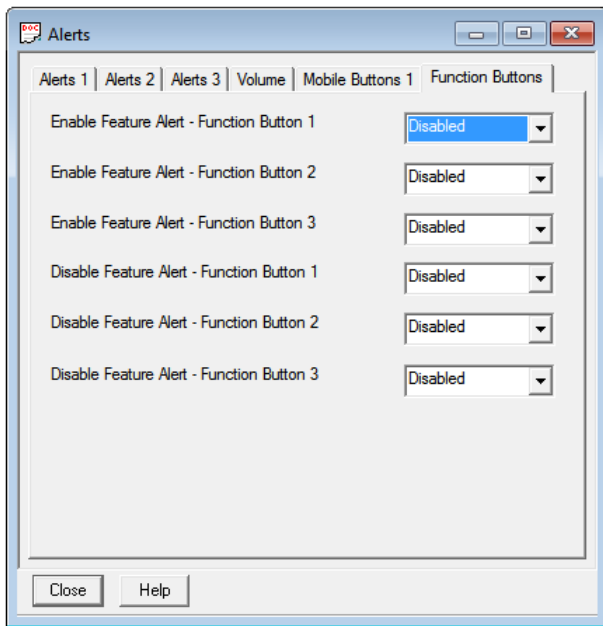
Alerts

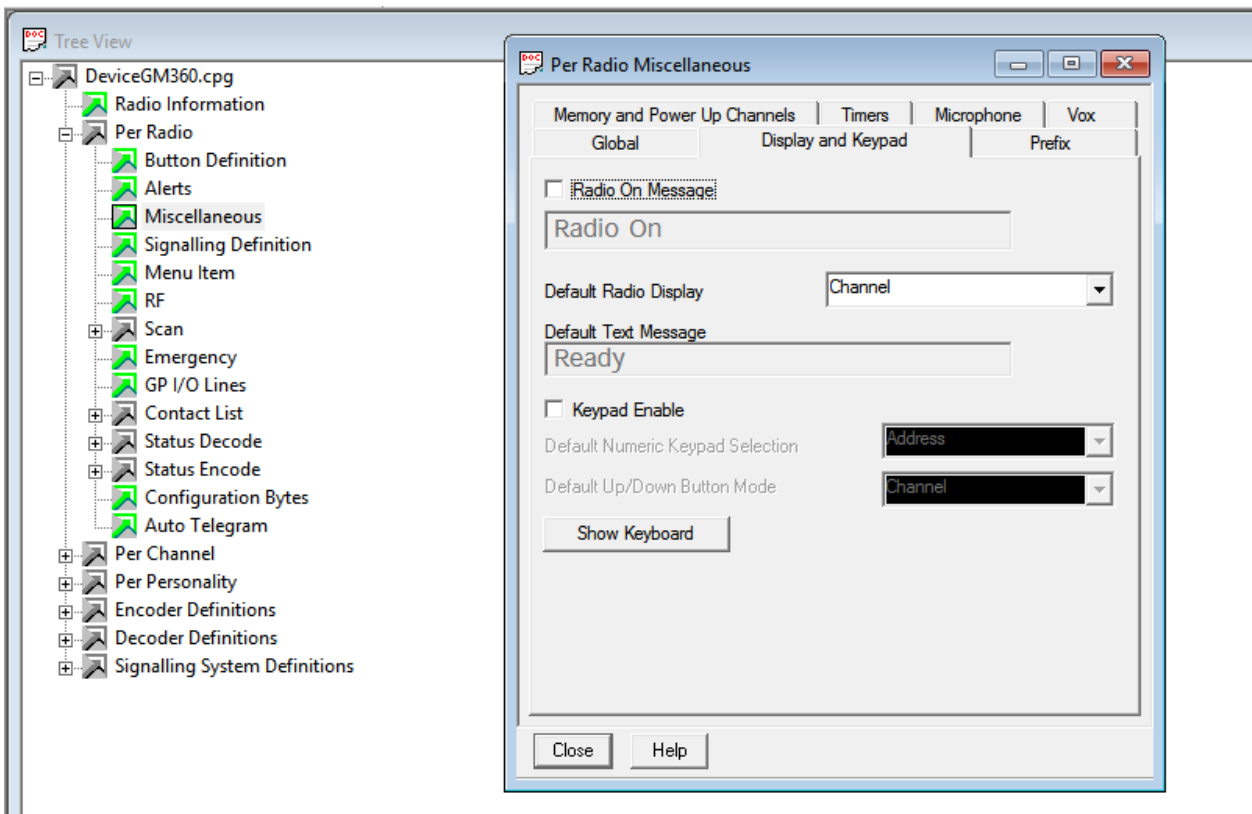
Alerts 1 | Alerts 2 | Alerts 3 | Volume | Mobile Buttons 1 | Function Buttons

Scan Stop Alert	Disabled
Priority Call Decode Alert	Disabled
Incoming Ringing Tone	Disabled
Outgoing Ringing Tone	Disabled
Incoming Emergency Decode Alert	Disabled
Monitor Alert	Disabled
Keypad Acknowledge	Disabled

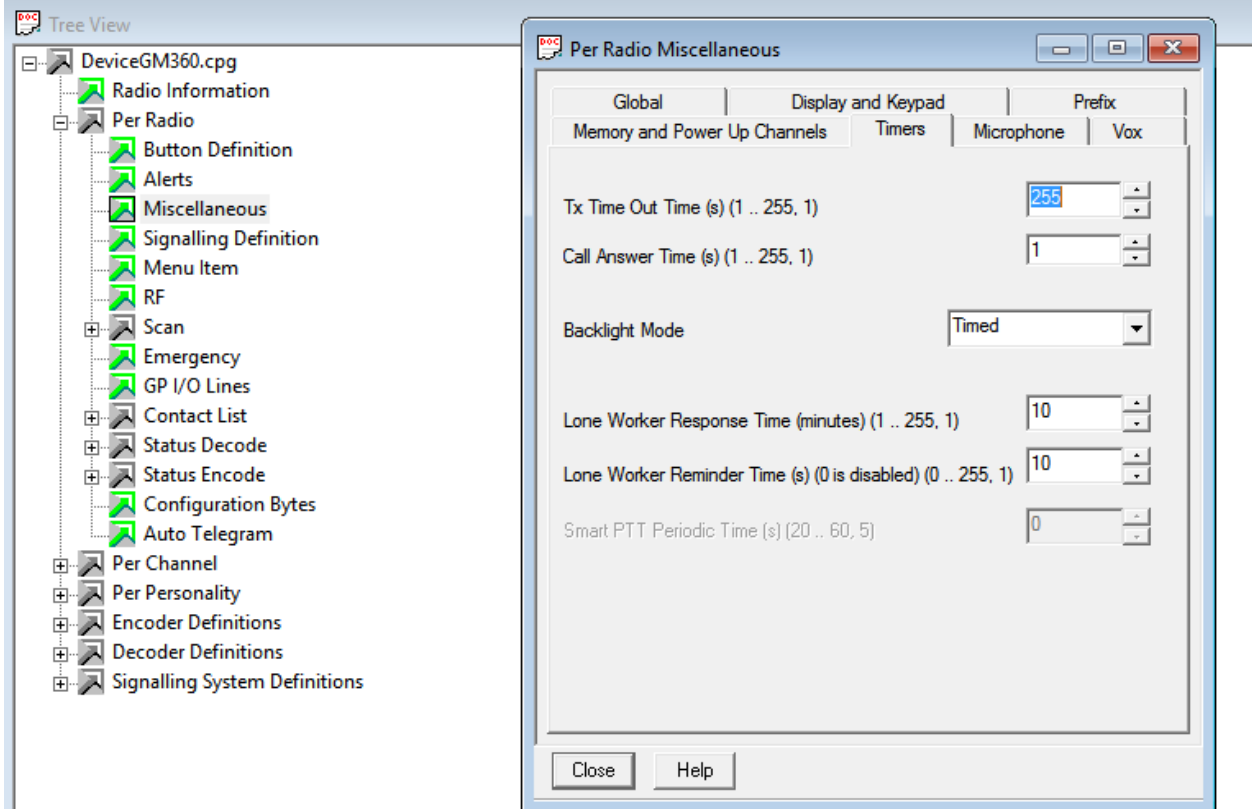
Close Help



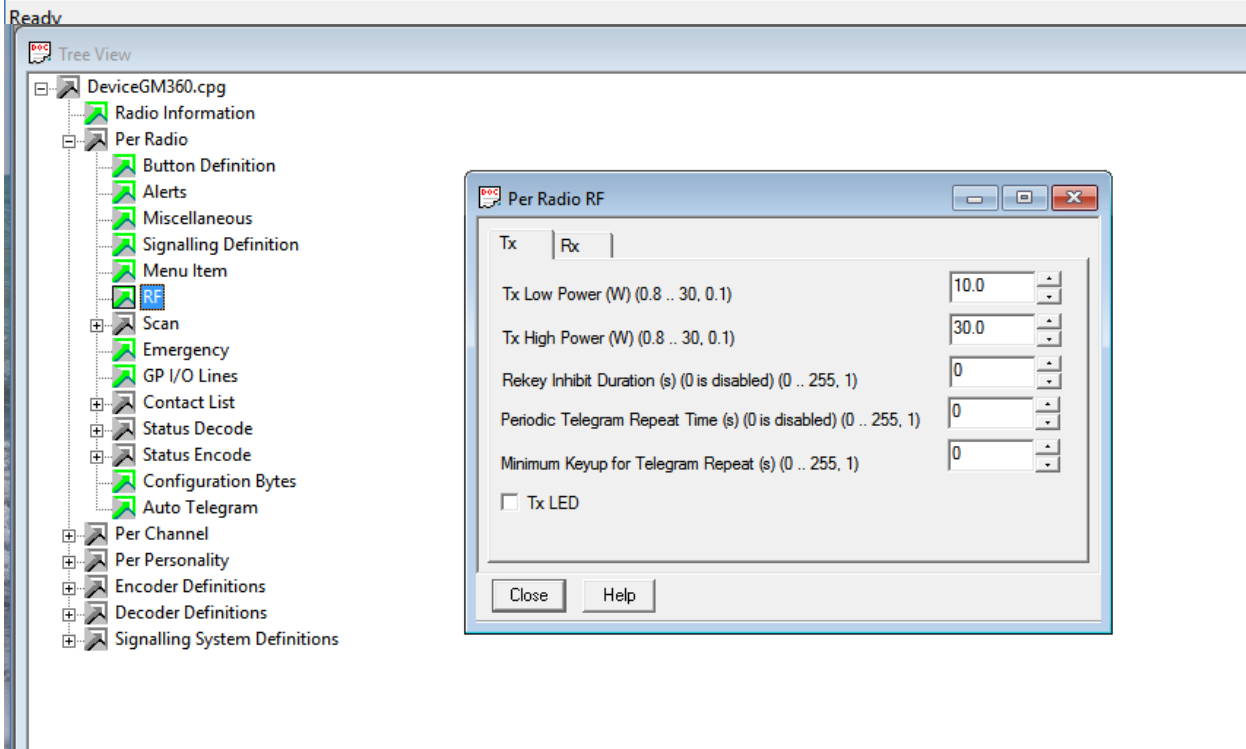
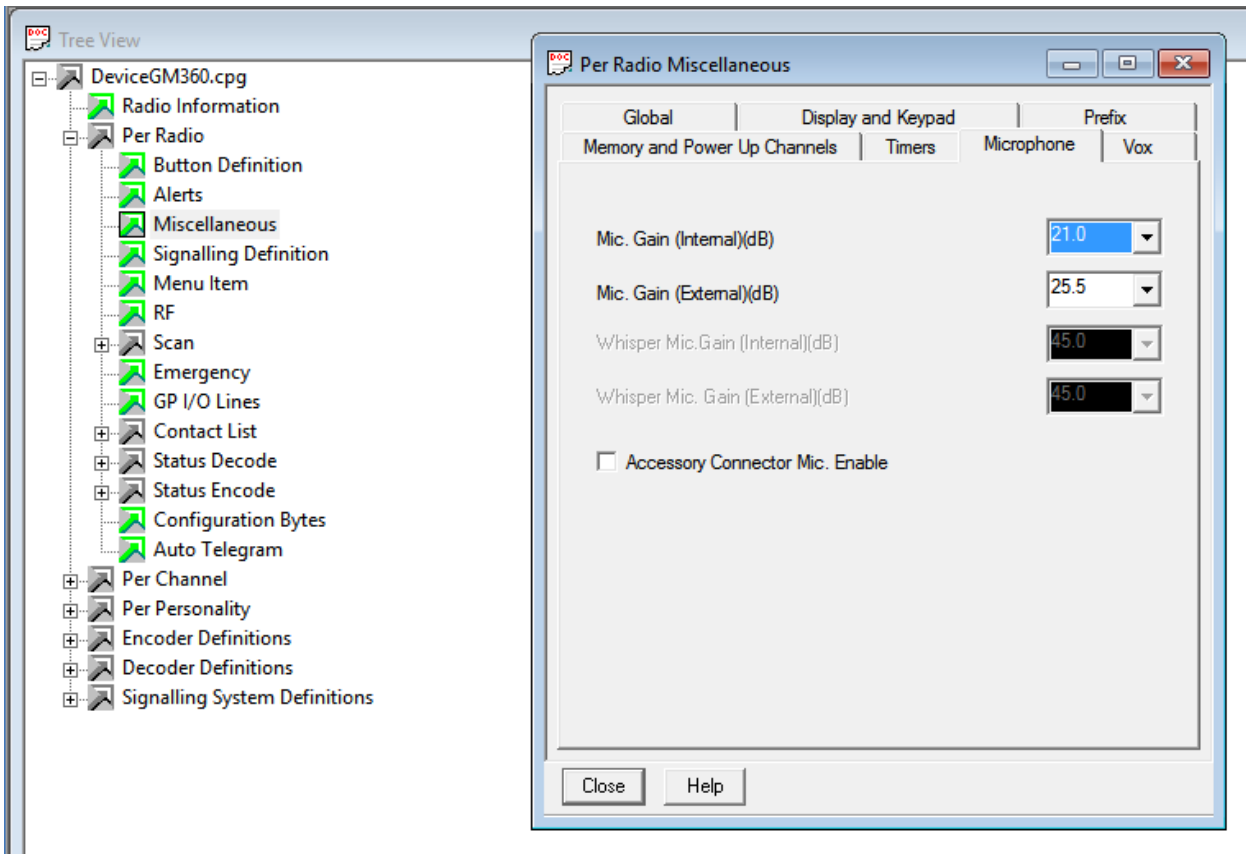




Ready



Ready



Tree View

- DeviceGM360.cpg
  - Radio Information
    - Per Radio
      - Button Definition
      - Alerts
      - Miscellaneous
      - Signalling Definition
      - Menu Item
      - RF
      - Scan
      - Emergency
      - GP I/O Lines
      - Contact List
      - Status Decode
      - Status Encode
      - Configuration Bytes
      - Auto Telegram
      - Per Channel
      - Per Personality
      - Encoder Definitions
      - Decoder Definitions
      - Signalling System Definitions

Per Radio RF

Tx Rx

Auto Reset Time (s) (1 .. 60, 1) 7

External Alarm Option Always On - Individual Call

External Alarm Duration (s) (2 .. 32, 1) 2

Hook Type Disabled

Authorisation Request Monitor Time (s) (0 is disabled) (0 .. 32, 1) 0

Channel Busy LED

Close Help

Ready

Tree View

- DeviceGM360.cpg
  - Radio Information
    - Per Radio
      - Button Definition
      - Alerts
      - Miscellaneous
      - Signalling Definition
      - Menu Item
      - RF
      - Scan
      - Emergency
      - GP I/O Lines
      - Contact List
      - Status Decode
      - Status Encode
      - Configuration Bytes
      - Auto Telegram
      - Per Channel
      - Per Personality
      - Encoder Definitions
      - Decoder Definitions
      - Signalling System Definitions

Per Radio GP I/O Lines

Accessory Package General I/O Package

Pin #	Function	Active Level	Debounce Enable
3	Data PTT	Low	<input type="checkbox"/>
4	Disabled	Low	<input type="checkbox"/>
6	Disabled	Low	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Carrier Detect	High	<input type="checkbox"/>
9	Disabled	Low	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Disabled	Low	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Disabled	Low	<input checked="" type="checkbox"/>

Accessory Power Up Delay (ms) (0 .. 6300, 100) 500

Accessory Debounce Duration (ms) (50 .. 750, 50) 100

Close Help

Ready

Tree View

- Per Channel
  - Per Channel - 1
  - Per Channel - 2
  - Per Channel - 3
  - Per Channel - 4
  - Per Channel - 5
  - Per Channel - 6
  - Per Channel - 7
  - Per Channel - 8
  - Per Channel - 9
  - Per Channel - 10
  - Per Channel - 11
  - Per Channel - 12
  - Per Channel - 13
  - Per Channel - 14
  - Per Channel - 15
  - Per Channel - 16
  - Per Channel - 17
  - Per Channel - 18
  - Per Channel - 19
  - Per Channel - 20
  - Per Channel - 21
  - Per Channel - 22
  - Per Channel - 23
  - Per Channel - 24
  - Per Channel - 25
  - Per Channel - 26

Per Channel-1 of 255

TX/RX | Display | PL/DPL | Miscellaneous

TX Frequency (MHz)

... Reference Frequency

RX Frequency (MHz)

... Reference Frequency

Channel Spacing

Power Level

Noise Blanker

1 of 255

Close Help

Tree View

- Per Channel
  - Per Channel - 1
  - Per Channel - 2
  - Per Channel - 3
  - Per Channel - 4
  - Per Channel - 5
  - Per Channel - 6
  - Per Channel - 7
  - Per Channel - 8
  - Per Channel - 9
  - Per Channel - 10
  - Per Channel - 11
  - Per Channel - 12
  - Per Channel - 13
  - Per Channel - 14
  - Per Channel - 15
  - Per Channel - 16
  - Per Channel - 17
  - Per Channel - 18
  - Per Channel - 19
  - Per Channel - 20
  - Per Channel - 21
  - Per Channel - 22
  - Per Channel - 23
  - Per Channel - 24
  - Per Channel - 25
  - Per Channel - 26

Per Channel-1 of 255

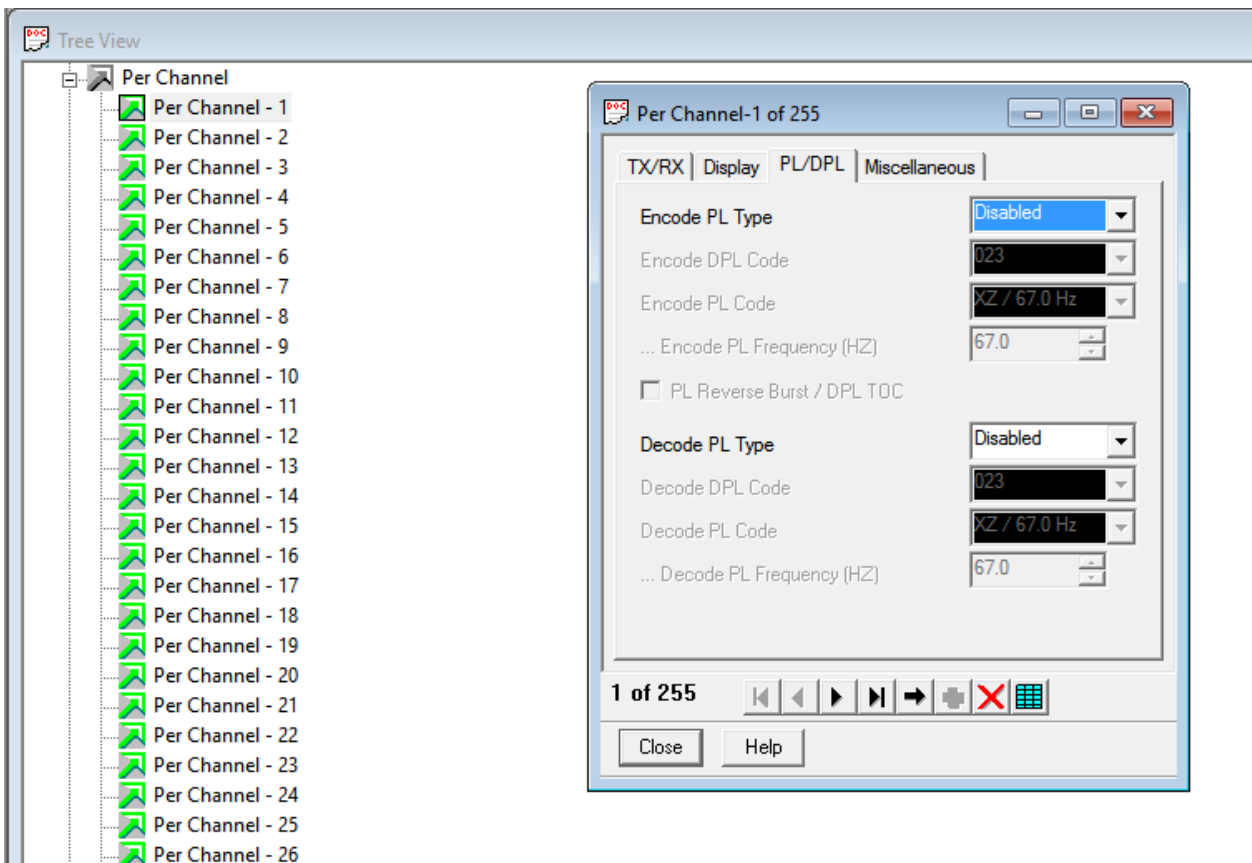
TX/RX | Display | PL/DPL | Miscellaneous

Alphanumeric Channel Alias

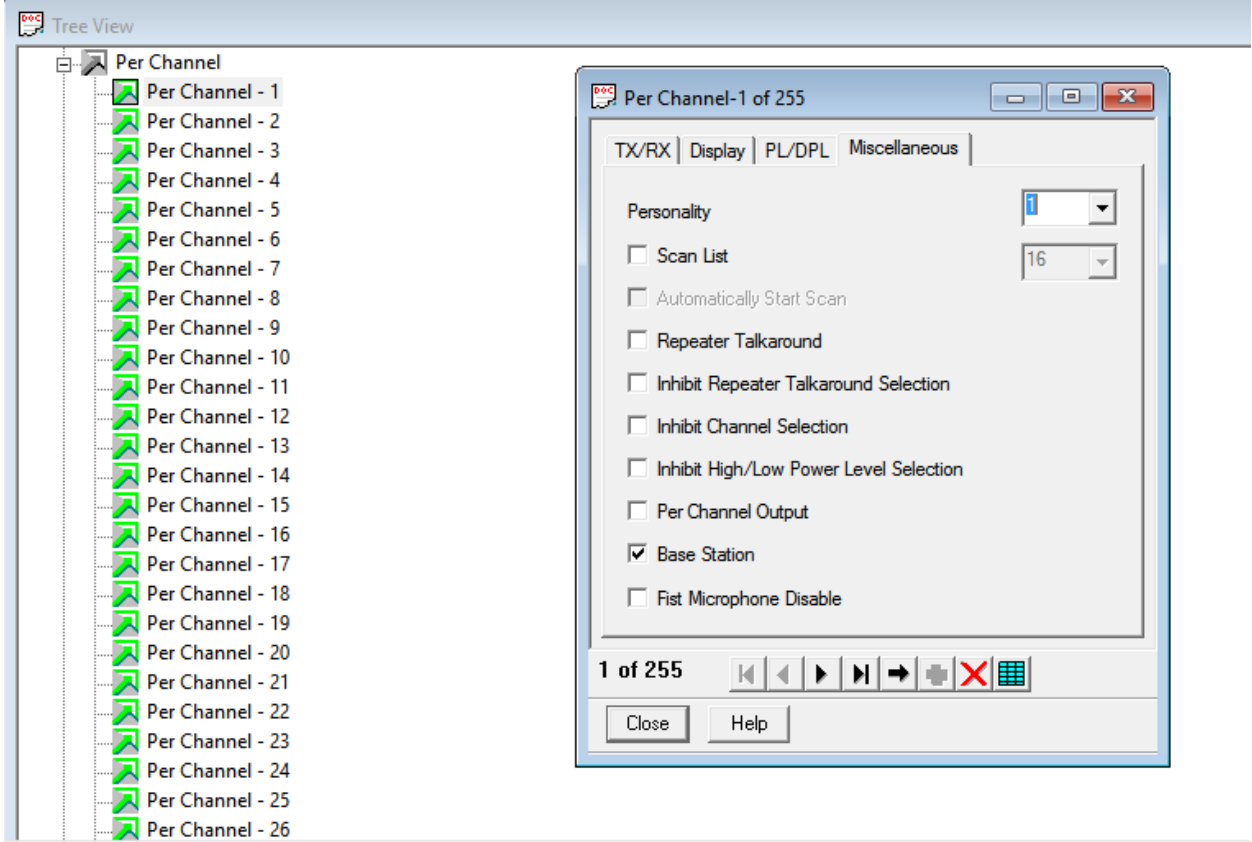
Show Keyboard

1 of 255

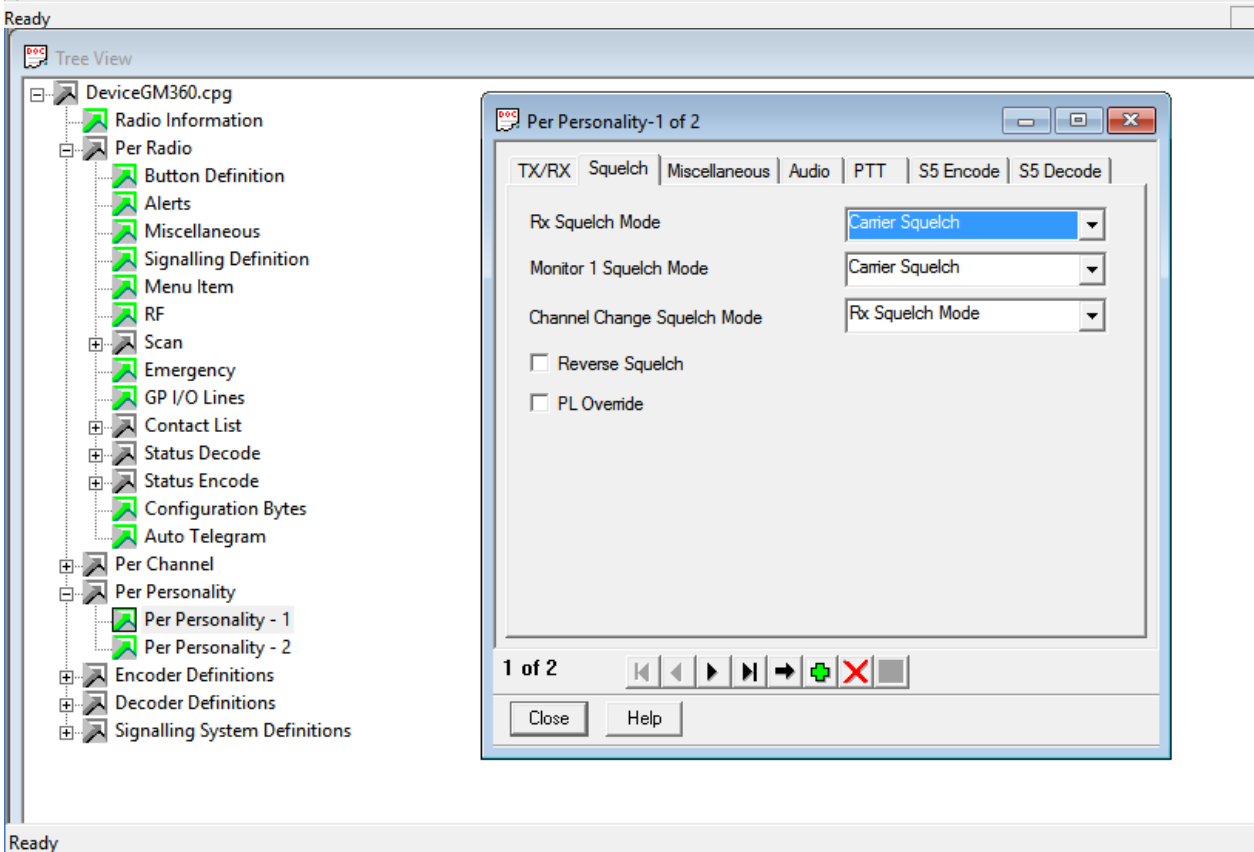
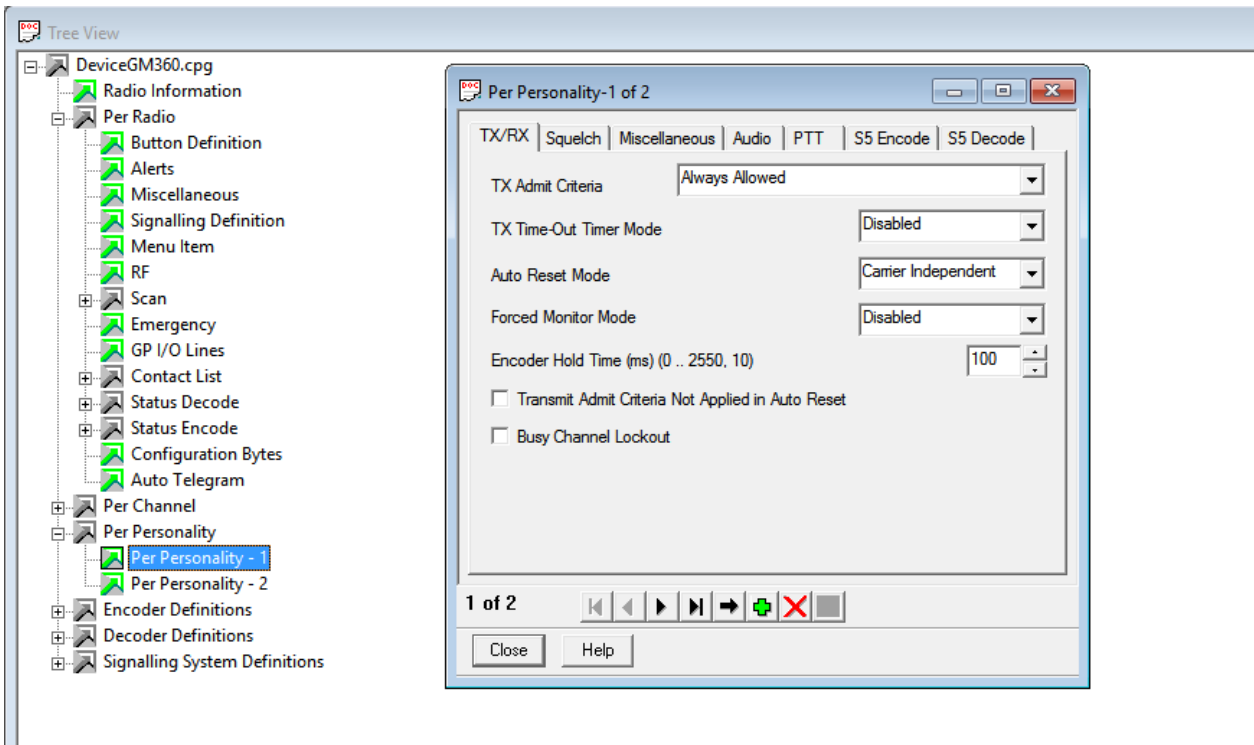
Close Help

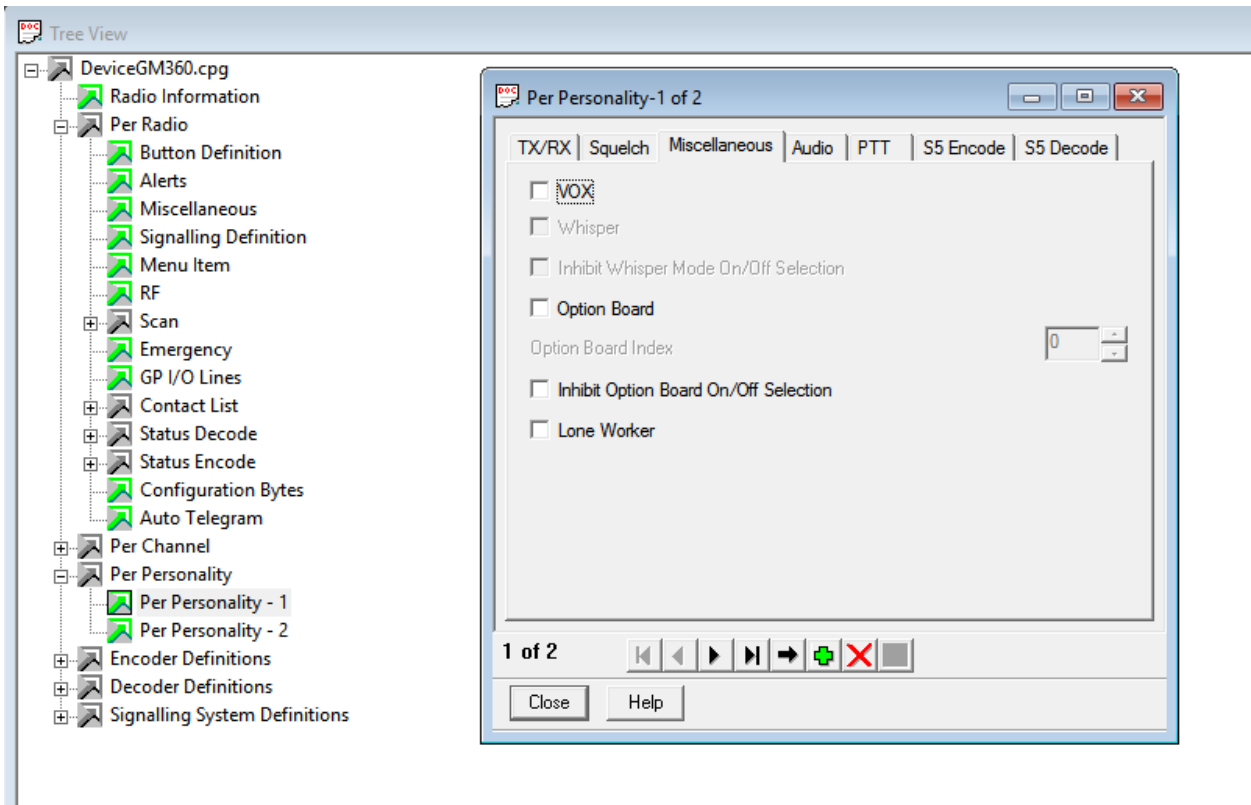


Ready

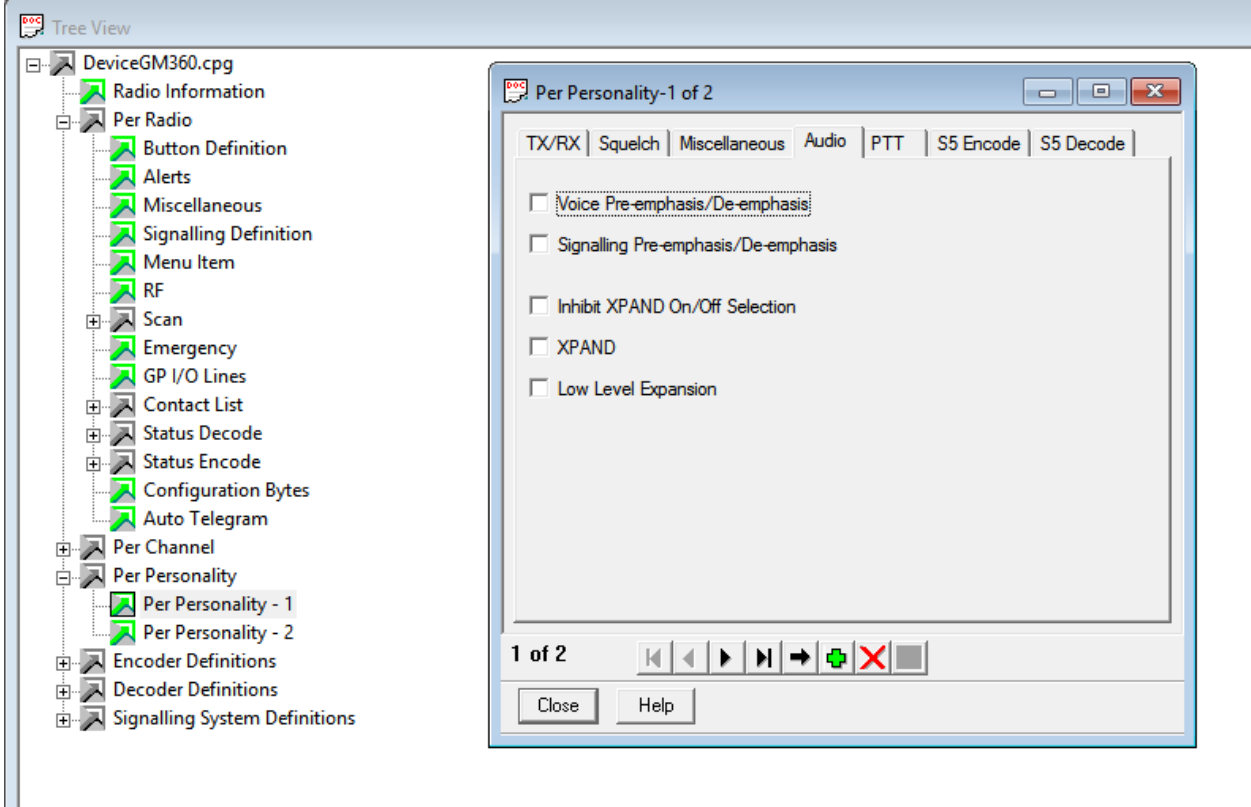


Ready



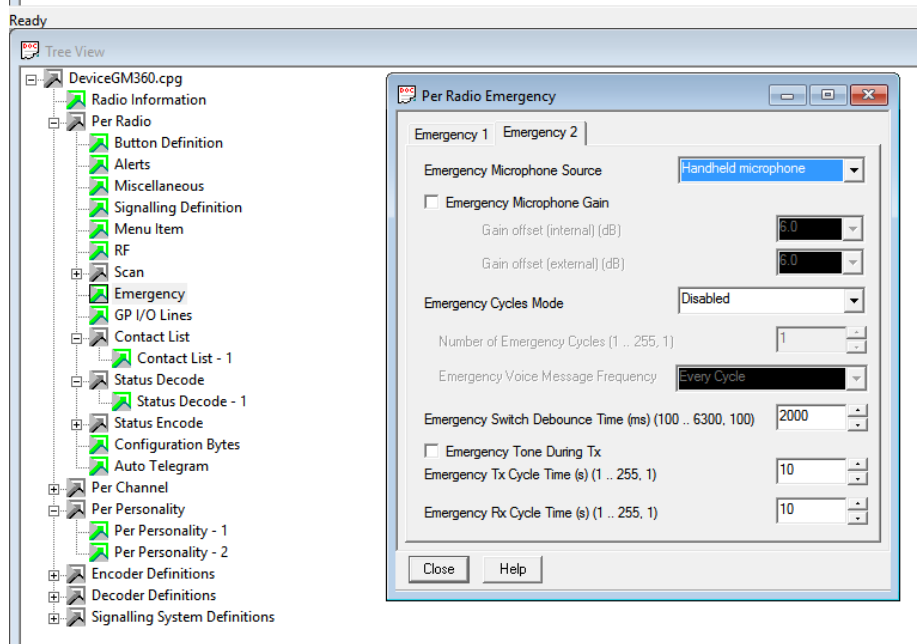
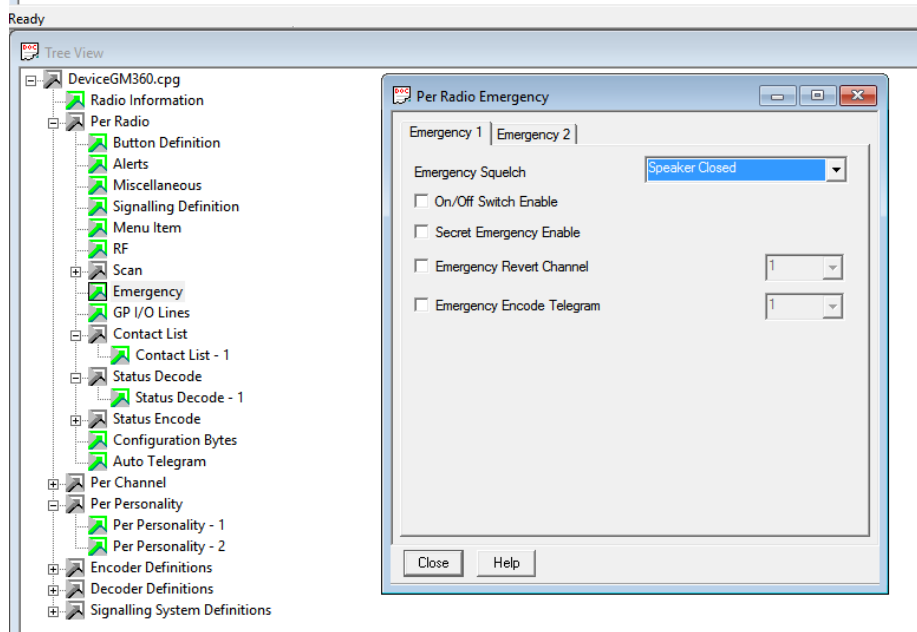
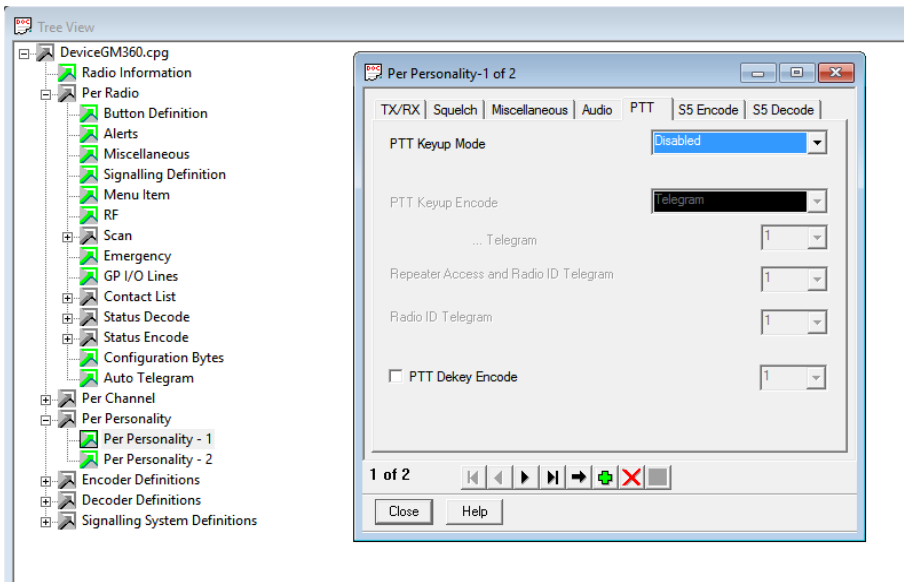


Ready



Ready





Ready

## 8. КАЛИБРОВКА сигналов RX/TX

1. Запускаем образ
2. Заходим в систему
3. Останавливаем все сервисы
4. Запускаем калибровку

### 8.1 Отстраиваем RX (прием сигнала с MOTOROLA GM360)

- Напряжение на контакте arduino должно быть 1.650в
- Вещаем на радиостанцию должны появиться следующие строки

```
192.168.1.53 — Подключение к удаленному рабочему столу
RX Level: 36%
RX Level: 35%
RX Level: 34%
Levels: inverted: no, max: 64, min: -127, diff: 191, centre: -31
RX Level: 33%
RX Level: 32%
RX Level: 31%
RX Level: 30%
Levels: inverted: yes, max: 168, min: -188, diff: 296, centre: -40
Levels: inverted: yes, max: 51, min: -137, diff: 188, centre: -43
Levels: inverted: yes, max: 79, min: -157, diff: 236, centre: -39
Levels: inverted: yes, max: 89, min: -182, diff: 271, centre: -46
Levels: inverted: no, max: 101, min: -164, diff: 265, centre: -31
Levels: inverted: yes, max: 147, min: -166, diff: 313, centre: -9
Levels: inverted: no, max: 142, min: -121, diff: 263, centre: 10
Levels: inverted: no, max: 123, min: -174, diff: 297, centre: -25
Levels: inverted: yes, max: 82, min: -185, diff: 267, centre: -51
Levels: inverted: yes, max: 119, min: -159, diff: 278, centre: -28
Levels: inverted: yes, max: 71, min: -192, diff: 263, centre: -60
Levels: inverted: yes, max: 112, min: -183, diff: 295, centre: -35
Levels: inverted: yes, max: 94, min: -136, diff: 230, centre: -21
RX Level: 29%
RX Level: 28%
RX Level: 27%
RX Level: 26%
RX Level: 25%
RX Level: 24%
RX Level: 23%
RX Level: 22%
RX Level: 21%
RX Level: 20%
RX Level: 19%
RX Level: 18%
RX Level: 17%
RX Level: 16%
RX Level: 15%
RX Level: 14%
RX Level: 13%
RX Level: 12%
RX Level: 11%
RX Level: 10%
Levels: inverted: yes, max: 36, min: -44, diff: 80, centre: -4
Levels: inverted: yes, max: 39, min: -58, diff: 97, centre: -9
Levels: inverted: yes, max: 32, min: -62, diff: 94, centre: -15
```

- Добиваемся кнопками R и г значение 0 (center)
- Запоминаем установленное значение и вносим его в MMDVM.ini

```
[Modem]
Port=/dev/ttyACM0
#Port=\\.\COM3
TXInvert=0
RXInvert=0
PTTInvert=0
TXDelay=10
DMRDelay=30
RXLevel=50 ←
TXLevel=50
# D-StarTXLevel=50
# DMRTXLevel=50
# YSFtxLevel=50
OscOffset=0
#RSSIMultiplier=1
#RSSIOffset=10
Debug=0
```

- Сохранить ini-файл и перезапустить процесс  
*sudo systemctl stop mmdvmhost.service*  
*sudo systemctl start mmdvmhost.service*  
или тупо :) перезагрузить малину  
*sudo reboot*

### Примечание от RA9СКС:

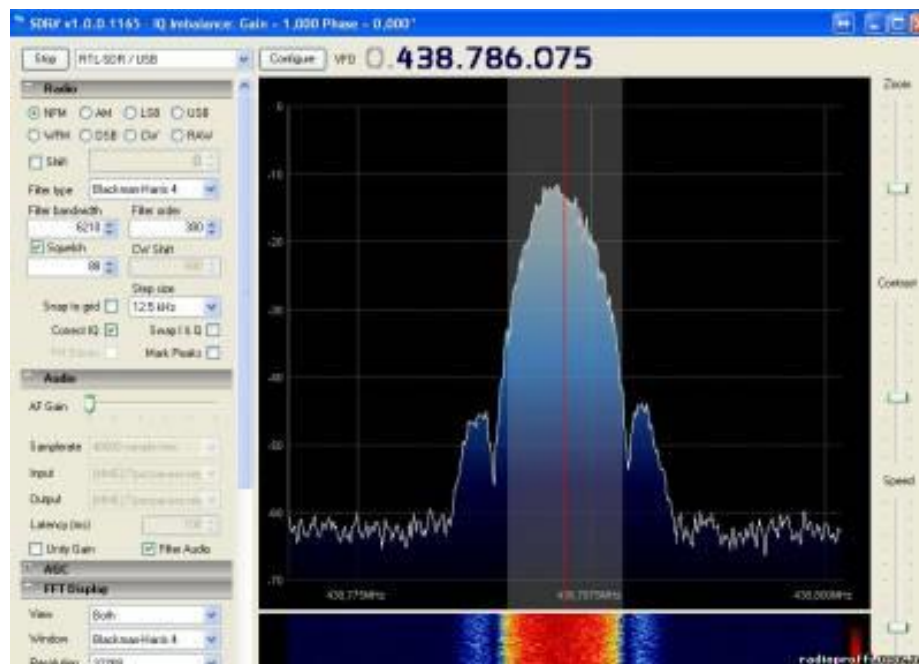
Если настраивать на слух, то в качестве контрольной станции лучше брать китайца (мд-380), он более чувствителен к настройкам TX, чем Hytera. Примерно так же в своё время использовали ID-31 для настройки узлов д-стар.

## 8.2 Отстраиваем TX (передачу сигнала с MOTOROLA GM360)

- Напряжение на контакте arduino должно быть 1.620в
- Выбираем D ,нажимаем на пробел ,станция должна встать на передачу.

При этом станция выдает сигнал 1.2 Khz подстроить сигнал нужно будет подстроить под девиацию 2.75 Khz

Очень удобно наблюдать за формой и девиацией сигнала с помощью USB -донгла и программы СДР -ШАРП



- Добиваемся кнопками T и t оптимальной девиации
- Запоминаем установленное значение и вносим его в MMDVM.ini

```
[Modem]
Port=/dev/ttyACM0
#Port=\\.\COM3
TXInvert=0
RXInvert=0
PTTInvert=0
TXDelay=10
DMRDelay=30
RXLevel=50
TXLevel=50
# D-StarTXLevel=50
# DMRTXLevel=50
# YSFLevel=50
OscOffset=0
#RSSIMultiplier=1
#RSSIOffset=10
Debug=0
```

### Примечание от RA4NHU

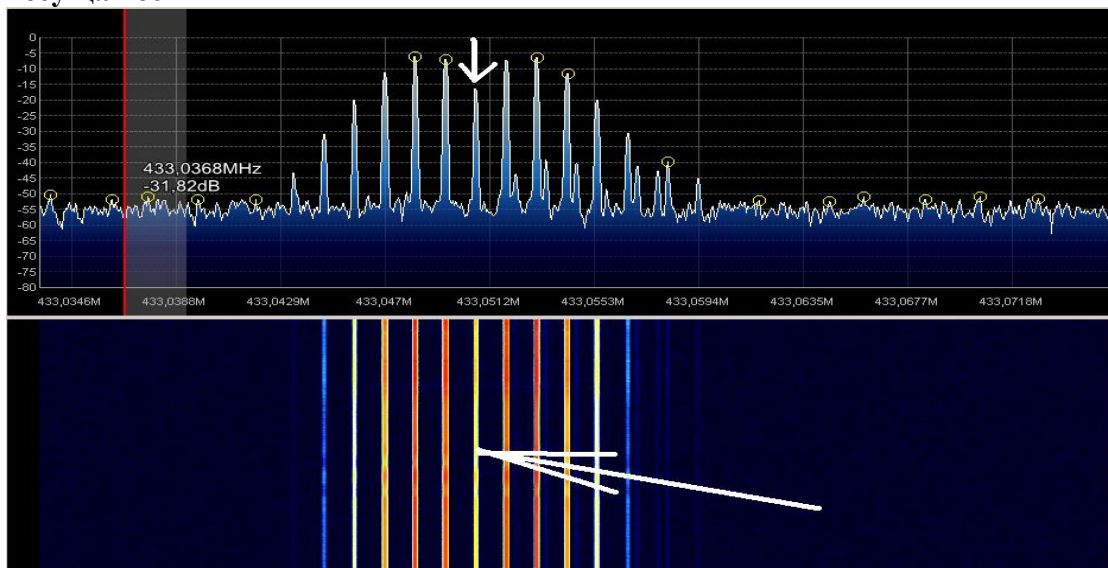
Передачу можно настроить несколькими способами.

1. Изменяя настройку потенциометра TX или значения **TXLevel** добиться уверенного приёма и декодирования от ретранслятора абонентскими радиостанциями.

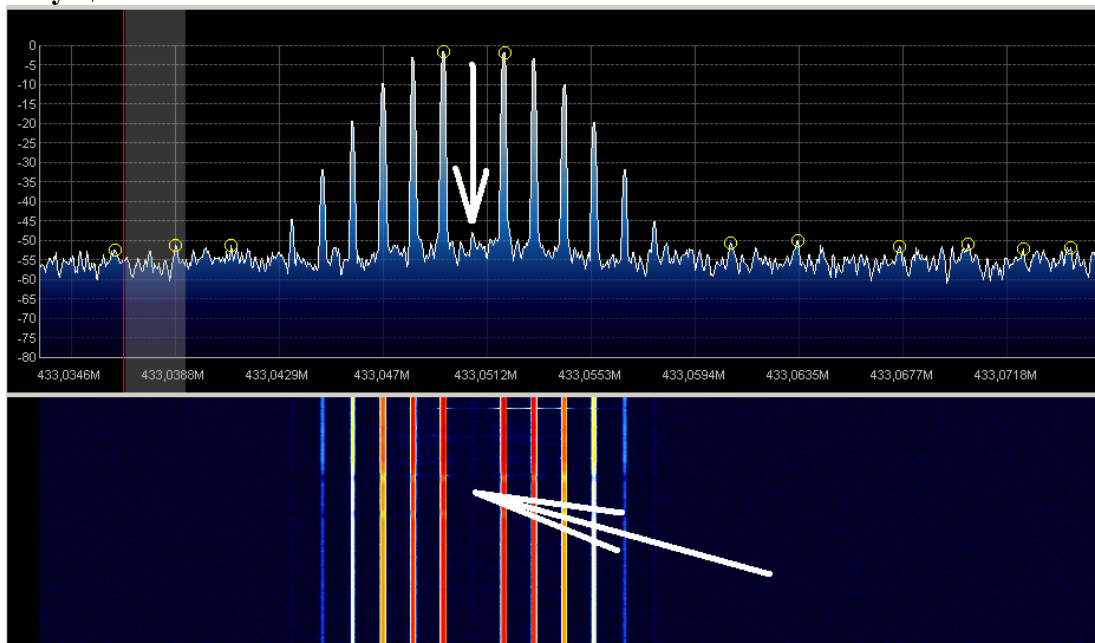
2. Если есть возможность измерить девиацию, то нужно запустить программу MMDVMCal, включить режим калибровки для DMR (D), включить передачу нажав пробел (передающая радиостанция должна быть нагружена на эквивалент или подключена к антенне!). После чего подобрать положение резистора TX или значения **TXLevel** для девиации 2749 Гц.

3. Если девиацию померить нечем, то можно настроить при помощи SDR донгла по спектру. Для этого нужно выставить уровень на передачу **TXLevel=50** (возможно этого значения не хватит и его необходимо будет увеличить). Установить резистором TX минимальное значение выходного уровня. Далее увеличивая уровень смотрим на спектр сигнала, и устанавливаем такое положение резистора TX при котором центральная частота (несущая), будет либо совсем не видна или минимальна.

### Несущая есть



### Несущей нет



При этом девиация будет равна ~2880 Гц. Для установки девиации близкой к 2749 Гц, нужно уменьшить **TXLevel** примерно на 3. То есть, если было 50 нужно установить 47.

Настройку приёма производить изменяя настройку потенциометра RX и изменяя значение **RXLevel** по уверенному приёму абонентских радиостанций и минимальному значению ошибок (BER). На величину ошибок может повлиять конкретный экземпляр приёмной радиостанции.

- Сохранить ini-файл и перезапустить процесс  
`sudo systemctl stop mmdvmhost.service`

***sudo systemctl start mmdvmhost.service***

или тупо :) перезагрузить малину

***sudo reboot***

Команда	Действие
H/h	Help Помощь
I	Toggle transmit inversion (включить инверсию по передаче)
i	Toggle receive inversion (включить инверсию по приему)
P/p	Toggle PTT inversion (инверсия выхода PTT, pin 23)
Q/q	Quit (выход)
R	Increase receive level (увеличение уровня сигнала приема)
r	Decrease receive level (уменьшение уровня сигнала приема)
T	Increase transmit level (увеличение уровня сигнала передачи)
t	Decrease transmit level (уменьшение уровня сигнала передачи)
D	Set DMR Deviation Mode. Generates a 1.2Khz Sinewave. Set radio for 2.75 Khz Deviation
d	Return to DMR mode (меняет мод на D-STAR)
S/s	RSSI Mode. Режим для калибровки S-Метра.
<space>	Toggle transmit (активация передачи)

#### Примечание от UB1AAM

По поводу инверсии

RxInv активирование этой функции ведёт к инвертированию полярности принимаемого сигнала. Эта функция необходима, т. к. приёмные тракты радиостанций часто инвертируют принимаемый сигнал, используя, например, инвертирующие усилители или преобразование частоты с подмешиванием сигнала локального генератора выше частоты приемного сигнала.

Т.е. здесь есть возможность попробовать перевернуть сигнал под свой используемый аппарат. Соответствует пунктам в MMDVM.ini

Для UP4DAR была такая табличка:

P/станция	Band	TxDelay	TxGain	TxDcShift	RxDDeviation	RxInv
Standard C5200D	70cm	80	10	0	26	Off
YAESU FT7800	70cm	70	-30	0	63	Off
YAESU FT-897	70cm	60	20	0	75	Off
Kenwood TM-V7E	70cm	60	-50	0	45	On
Kenwood TM-D700	70cm	75	60	0	31	Off
Kenwood TH-F7E	70cm	60	-33	0	37	On
ICOM IC-E2820	70cm	96	26	0	36	Off
ICOM IC-7000	70cm	50	-4	0	45	On
Kenwood TM-V71E	70cm	96	65	0	26	Off
Kenwood TM-V71E	2m	55	40	0	40	On
ICOM IC-706MKIIG	70cm	60	-10	0	65	Off

#### Примечание от RA9СКС

Задержка в начале передачи складывается из нескольких факторов. Особенности приёмной станции, скорость/стабильность соединения с интернетом, некоторые нюансы схемы шилда, даже версия ардуины вносит свои коррективы. Факторов много, пока нет времени со всеми разбираться(

## 9. Полезные ссылки

- Yahoo Group: <https://groups.yahoo.com/groups/mmdvm/>
- Исходники MMDVM: <https://github.com/g4klx/>
- Рабочие образы системы для узлов:  
<http://www.dmr-utah.net/support/mmdvm/images/>  
<https://yadi.sk/d/c98ZKpF03DtDtP>  
<http://ua6hjq.qrz.ru/voip/mmdvm-img.htm>
- BrandMeister Wiki <https://bm.pd0zry.nl/index.php/Homebrew/MMDVM>
- Blog: <http://www.mmdvm.com/>
- Тема на форуме dstar.su <https://www.dstar.su/forum/viewtopic.php?f=62&t=712>
- Тема на форуме radiocult.ru <http://radiocult.ru/forum/viewtopic.php?f=37&t=396>