

УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ СПУТНИКОВЫХ, КАБЕЛЬНЫХ И ЭФИРНЫХ РЕСИВЕРОВ



Основные
функциональные
схемы

Принципиальные
схемы
ресиверов

Выбор
оборудования
и его установка

УДК 621.397.446
ББК 32.94-52
Ф11

Федоров В. К.

Ф11 Устройство и ремонт спутниковых, кабельных и эфирных ресиверов. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 512 с.

ISBN 978-5-97060-152-5

Книга представляет собой справочное пособие по ремонту цифровых ресиверов (приёмников) стандарта DVB первого поколения для спутникового, кабельного и эфирного телевизионного вещания. Приводятся описания и методики ремонта всех DVB-S-ресиверов для приёма СТВ-программ Триколор ТВ и других провайдеров. В представленном материале содержатся уникальные схемы, составленные автором путём реверсинга готовых устройств (создание принципиальной электрической схемы устройства по его печатным платам).

Издание предназначено для широкого круга специалистов, занимающихся ремонтом электронной техники, как начинающих, так и имеющих определённый опыт в сфере сервисного обслуживания аппаратуры.

УДК 621.397.446
ББК 32.94-52

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-97060-152-5

© Федоров В. К., 2015
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	11
1 Основы спутникового, кабельного и эфирного ТВ-вещания стандарта DVB	13
1.1. История создания стандарта.....	14
1.2. Общая характеристика стандарта DVB-S.....	14
1.3. Общая характеристика стандарта DVB-C	15
1.4. Общая характеристика стандарта DVB-T.....	17
2 Функциональные схемы построения DVB-ресиверов	20
2.1. Функциональная схема построения DVB-ресиверов и цифровых абонентских терминалов для приёма программ, сжатых по стандарту MPEG-2	21
2.2. Функциональная схема построения DVB-ресиверов и цифровых абонентских терминалов для приёма программ, сжатых по стандарту MPEG-4	22
3 Входные NIM- и HALF-NIM-модули стандарта DVB.....	24
3.1. NIM-модуль BS2F7VZ0194A стандарта DVB-S.....	25
3.2. HALF-NIM-модуль BS2S7VZ0502 стандарта DVB-S	31
3.3. HALF-NIM-модуль CMD1316L/FHJP-3 стандарта DVB-C с RF-модулятором	34
3.4. NIM-модуль DTS1-A30FF1(W) стандарта DVB-S.....	35
3.4.1. Устройство и параметры NIM-модуля DTS1-A30FF1(W) стандарта DVB-S.....	35
3.4.2. Принципиальная схема NIM-модуля DTS1-A30FF1(W) стандарта DVB-S.....	37
3.4.3. Инициализация и управление регистрами ИМС MAX2118 и GX1101р.....	39
3.4.4. Характерные неисправности модуля DTS1-A30FF1(W) и методы их устранения	41
3.5. NIM-модуль EDS-SS21SAP стандарта DVB-S.....	42
3.5.1. Устройство и параметры NIM-модуля EDS-SS21SAP	42
3.5.2. Принципиальная схема NIM-модуля EDS-SS21SAP	44
3.5.3. Инициализация и управление регистрами ИМС STB6000 и STV0299B.....	47
3.5.4. Характерные неисправности модуля EDS-SS21SAP и методы их устранения	49
3.6. NIM-модули EDS-1547FFxx+ стандарта DVB-S	49
3.6.1. Устройство и параметры NIM-модулей EDS-1547FFxx+	50
3.6.2. Принципиальная схема NIM-модулей EDS-1547FFxx+	51
3.6.3. Характерные неисправности модулей EDS-1547FFxx+ и методы их устранения	53
3.7. Half-NIM-модуль TDCU2345TH39A стандартов DVB-C, DVB-T	55
3.7.1. Устройство и параметры Half-NIM-модуля TDCU2345TH39A	55
3.7.2. ИМС РЧ-преобразователя TUA6034.....	55
3.7.3. Принципиальная схема Half-NIM-модуля TDCU2345TH39A. Характерные неисправности и методы их устранения.....	58
3.8. NIM-модуль TDMA-G002D стандарта DVB-C.....	59
3.8.1. Устройство и параметры NIM-модуля TDMA-G002D	60
3.8.2. Принципиальная схема NIM-модуля TDMA-G002D. Характерные неисправности и методы их устранения	60
4 Однокристалльные декодеры для DVB-ресиверов	65
4.1. Принципы построения однокристалльных декодеров	66
4.2. STi5518 – однокристалльный декодер для цифровых ресиверов.....	66
4.3. EMMASL(PS) – однокристалльный декодер для цифровых ресиверов.....	71
4.3.1. Основные характеристики ИМС семейства EMMASL(PS).....	72
4.3.2. Функциональное описание ИМС семейства EMMASL(PS).....	73

4.3.3. Конфигурация выводов ИМС семейства EMMASL(PS)	75
4.4. Однокристалльный декодер цифровых абонентских терминалов Ali M3329C.....	77
5 Оборудование рабочего места, инструмент и расходные материалы	79
6 Общая методика поиска неисправностей цифровых ресиверов и их устранение	82
7 Восстановление и обновление программного обеспечения (ПО) ресиверов	84
7.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232	85
7.2. Восстановление ПО ресиверов с помощью JTAG-интерфейса	87
7.3. Восстановление ПО ресиверов с помощью EJTAG интерфейса.....	90
8 СТВ-ресиверы BIG SAT BS-S 501 Xtra, GLOBO 4100C	93
8.1. Основные характеристики.....	94
8.2. Структурная схема	95
8.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	96
8.4. Поиск неисправностей и их устранение	101
8.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	102
8.4.2. Восстановление ПО посредством EJTAG-интерфейса.....	103
8.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение.....	103
8.5. Производство ресиверов и их качество.....	104
9 СТВ-ресиверы BOX 500, GLOBO 7010CXE, OPTICUM 7100CXE	106
9.1. Основные характеристики.....	107
9.2. Структурная схема	108
9.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	109
9.4. Поиск неисправностей и их устранение	114
9.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	114
9.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение.....	115
9.5. Производство ресиверов и их качество.....	116
10 СТВ-ресивер COSMOSAT 7400	117
10.1. Основные характеристики.....	118
10.2. Структурная схема	118
10.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	119
10.4. Поиск неисправностей и их устранение	125
10.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	125
10.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение	125
10.5. Производство ресиверов и их качество.....	127
11 СТВ-ресивер DRE-4000	128
11.1. Основные характеристики.....	129
11.2. Структурная схема	130
11.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	131
11.4. Поиск неисправностей и их устранение	137
11.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	138
11.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса.....	138
11.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение.....	138
11.5. Работа с НТВ+, Радуга ТВ.....	141
11.6. Производство ресиверов и их качество.....	141
12 СТВ-ресиверы DRE-4500, DRS-4500	142
12.1. Основные характеристики.....	143

12.2.	Структурная схема	144
12.3.	Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	145
12.3.1.	Конструкция и принципиальная электрическая схема основных плат.....	145
12.3.2.	Устройство и принципиальная электрическая схема коре-модулей на однокристалльных AVC-декодерах NP4 и NP4+	154
12.3.3.	Принципы функционирования коре-модулей.....	154
12.3.4.	Однокристалльный AVC-декодер NP4.....	155
12.3.5.	Коре-модуль на основе ИМС NP4	156
12.3.6.	Однокристалльный AVC-декодер NP4.....	157
12.3.7.	Коре-модуль на основе ИМС NP4+.....	157
12.3.8.	Конструкция и принципиальная электрическая схема панели управления и источника питания	171
12.4.	Поиск неисправностей и их устранение	172
12.4.1.	Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	172
12.4.2.	Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса.....	173
12.4.3.	Аппаратные неисправности и их устранение.....	173
12.5.	Производство ресиверов и их качество.....	175
13	СТВ-ресиверы DRE-5000, DRE-5500, DRS-5001, DRS-5003 и GS-7300	176
13.1.	Основные характеристики ресиверов.....	177
13.2.	Структурная схема	178
13.3.	Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	180
13.4.	Поиск неисправностей и их устранение	188
13.5.	Работа с НТВ+, Радуга ТВ.....	192
13.6.	Производство ресиверов и их качество.....	192
14	СТВ-ресиверы CALAXY INNOVATIONS GI S1125 (GI S1126) и GLOBO (OPTICUM) 4060 (4160) CX	194
14.1.	Основные характеристики.....	195
14.2.	Структурная схема	197
14.3.	Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	198
14.4.	Поиск неисправностей и их устранение	207
14.4.1.	Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	207
14.4.2.	Восстановление ПО посредством EJTAG-интерфейса.....	207
14.4.3.	Аппаратные неисправности и их устранение.....	207
14.5.	Производство ресиверов и их качество.....	209
15	СТВ-ресивер GLOBO X80	210
15.1.	О проекте ТЕЛЕКАРТА.....	211
15.2.	Основные характеристики.....	211
15.3.	Структурная схема	212
15.4.	Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	213
15.5.	Поиск неисправностей и их устранение	218
15.5.1.	Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	218
15.5.2.	Восстановление ПО посредством EJTAG-интерфейса.....	219
15.5.3.	Аппаратные неисправности и их устранение.....	220
15.6.	Производство ресиверов и их качество.....	221
16	СТВ-ресивер GOLDEN INTERSTAR GI-S770CR Xpeed Class.....	222
16.1.	Основные характеристики.....	223
16.2.	Структурная схема	224
16.3.	Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	225
16.4.	Поиск неисправностей и их устранение	231

16.4.1. Программное восстановление ресивера	232
16.4.2. Восстановление ПО посредством EJTAG-интерфейса	233
16.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение	234
16.5. Работа с НТВ+ и РАДУГА ТВ	236
16.6. Производство ресиверов и их качество	236
17 СТВ-ресивер GOLDEN INTERSTAR GI-S805CI Xpeed Class	237
17.1. Основные характеристики	238
17.2. Структурная схема	239
17.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема	240
17.4. Поиск неисправностей и их устранение	247
17.4.1. Восстановление ПО ресивера	247
17.4.2. Восстановление ПО посредством EJTAG-интерфейса	248
17.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение	248
17.5. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОП ТВ	250
17.6. Производство ресиверов и их качество	250
18 СТВ-ресиверы GS CI-7101S, GS-7001S	251
18.1. Основные характеристики	252
18.2. Структурная схема	253
18.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема	254
18.4. Поиск неисправностей и их устранение	261
18.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232	261
18.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса	262
18.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение	262
18.5. Работа ресиверов с САМ-модулем и донглом системы криптокодирования DRE-CRYPT для приёма программ ТРИКОЛОП ТВ	263
18.6. Работа с НТВ+, Радуга ТВ	263
18.7. Производство ресиверов и их качество	263
19 СТВ- и КТВ-ресиверы HUMAX серии 5000	264
19.1. Основные характеристики	265
19.2. Структурная схема	266
19.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема	268
19.4. Поиск неисправностей и их устранение	271
19.4.1. Восстановление и обновление ПО	271
19.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение	271
19.5. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОП ТВ	274
20 СТВ-ресиверы HUMAX серии 8x00	275
20.1. Основные характеристики	276
20.2. Общие характеристики и структурная схема	277
20.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема	279
20.4. Восстановление и обновление ПО	285
20.5. Поиск неисправностей и их устранение	286
20.6. Доработки ресиверов	287
20.7. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОП ТВ	288
21 СТВ-ресиверы HUMAX серии ACE	289
21.1. Основные характеристики	290
21.2. Структурная схема	291
21.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема	293

21.4. Восстановление и обновление ПО.....	299
21.5. Поиск неисправностей и их устранение	299
21.6. Работа с НТВ+	301
22 СТВ-ресиверы HUMAX серии F1.....	302
22.1. Основные характеристики.....	303
22.2. Структурная схема	303
22.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	305
22.4. Восстановление и обновление ПО.....	309
22.5. Поиск неисправностей и их устранение	309
22.6. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОР ТВ	312
23 СТВ-ресиверы HUMAX серии FOX	313
23.1. Основные характеристики.....	314
23.2. Структурная схема	315
23.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	316
23.4. Поиск неисправностей и их устранение, восстановление и обновление ПО	317
23.5. Работа с НТВ+	317
24 СТВ-ресиверы HUMAX PVR-9100	318
24.1. Основные характеристики.....	319
24.2. Структурная схема	320
24.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	323
24.4. Восстановление и обновление ПО. Инсталляция и настройка.....	330
24.5. Поиск неисправностей и их устранение	330
24.6. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОР ТВ	332
24.7. Монтаж и создание видеороликов, записанных на HDD-накопитель.....	332
25 СТВ-ресиверы HYUNDAI HSS-5160NA	334
25.1. Основные характеристики.....	335
25.2. Структурная схема	335
25.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	337
25.4. Поиск неисправностей и их устранение	341
25.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232	342
25.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение.....	342
25.5. О производстве ресиверов и их качестве.....	344
26 СТВ-ресиверы @STAR ASR-3530 MA, GLOBALTEQ GSR 3530A CX, LUMAX DV-728.....	345
26.1. Основные характеристики.....	346
26.2. Структурная схема	346
26.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	348
26.4. Поиск неисправностей и их устранение	353
26.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	354
26.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса.....	355
26.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение	355
26.5. О производстве ресиверов и их качестве.....	356
27 СТВ-ресиверы LUMAX DV-748, DV748	357
27.1. Основные характеристики.....	358
27.2. Структурная схема	359
27.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	360
27.4. Поиск неисправностей и их устранение	372

	27.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	372
	27.4.2. Восстановление ПО ресивера DV748 посредством EJTAG-интерфейса.....	374
	27.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение.....	374
	27.5. Производство ресиверов и их качество.....	376
28	СТВ-ресиверы SAMSUNG DSB-A300V, DSB-A300W, DSB-S300F, DSB-B350V и DSB-B350W	377
	28.1. Основные характеристики.....	378
	28.2. Структурная схема.....	379
	28.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	380
	28.4. Поиск неисправностей и их устранение.....	385
	28.4.1. Восстановление или обновление ПО ресивера.....	385
	28.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение.....	386
29	СТВ-ресивер Topfield 5000CI	390
	29.1. Основные характеристики.....	391
	29.2. Структурная схема.....	391
	29.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	393
	29.4. Поиск неисправностей и их устранение.....	398
	29.4.1. Восстановление и обновление программного обеспечения.....	398
	29.4.2. Аппаратные неисправности ресивера и их устранение.....	399
	29.5. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОП ТВ.....	400
30	КТВ-ресивер HUMAX ND-1010C	401
	30.1. Основные характеристики.....	402
	30.2. Структурная схема.....	402
	30.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	404
	30.4. Восстановление и обновление ПО.....	409
	30.5. Аппаратные неисправности и их устранение.....	410
	30.6. Производство ресиверов и их качество.....	412
31	КТВ-ресивер KAON KCF-H220SCO.....	413
	31.1. Основные характеристики.....	414
	31.2. Структурная схема.....	414
	31.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	415
	31.4. Поиск неисправностей и их устранение.....	421
	31.4.1. Восстановление и обновление ПО.....	421
	31.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса.....	422
	31.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение.....	423
	31.5. Производство ресиверов и их качество.....	424
32	КТВ-ресиверы SAMSUNG серий DCB-9401 и DCB-B260. Эфирные ТВ-ресиверы SAMSUNG серий DTV-9401 и DTV-B260	425
	32.1. Основные характеристики.....	426
	32.2. Структурная схема.....	427
	32.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	429
	32.4. Поиск неисправностей и их устранение.....	434
	32.4.1. Восстановление и обновление ПО ресиверов через интерфейс RS-232.....	434
	32.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса.....	435
	32.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение.....	435
	32.5. Производство ресиверов и их качество.....	437
33	КТВ-ресиверы SAMSUNG серии DCB-P850	438
	33.1. Основные характеристики ресиверов.....	439

33.2. Структурная схема	440
33.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	442
33.4. Поиск неисправностей и их устранение	448
33.5. Производство ресиверов и их качество.....	451
34 Эфирный ТВ-ресивер DVT-1001-1	452
34.1. Основные характеристики.....	453
34.2. Структурная схема ресивера.....	453
34.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	454
34.4. Поиск неисправностей и их устранение	460
34.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	460
34.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса.....	462
34.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение	462
34.5. Производство ресиверов и их качество.....	464
35 Эфирный ТВ-ресивер GS TE-8310.....	465
35.1. Основные характеристики.....	466
35.2. Структурная схема	466
35.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	468
35.4. Поиск неисправностей и их устранение	475
35.4.1. Восстановление ПО ресивера.....	476
35.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение	476
35.5. Производство ресиверов и их качество.....	478
36 Эфирный ТВ-ресивер MITSUBISHI BLACK DIAMOND BD68STB.....	479
36.1. Основные характеристики.....	480
36.2. Структурная схема	480
36.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема.....	482
36.4. Поиск неисправностей и их устранение	486
36.4.1. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса.....	487
36.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение	487
36.5. Производство ресиверов и их качество.....	489
37 Эфирный ТВ-ресивер ROADSTAR DVB-2004TP	490
37.1. Основные характеристики.....	491
37.2. Структурная схема	491
37.3. Принципиальная схема и конструкция.....	492
37.4. Поиск неисправностей и их устранение	497
37.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232.....	497
37.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса.....	499
37.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение	499
37.5. Производство ресиверов и их качество.....	500
Приложение 1. ТРИКОЛОП ТВ – общедоступное многопрограммное спутниковое ТВ. (О проекте и его реализации)	501
1. История организации проекта ДТН ТРИКОЛОП ТВ в России.....	501
2. ТРИКОЛОП ТВ движется на восток	502
3. Переход ТРИКОЛОП ТВ к системе вещания DVB-S2.....	503
4. Проект ТРИКОЛОП HD – шаг в будущее цифрового СТВ-вещания в России	504
Приложение 2. Выбор оборудования для приёма СТВ и его установка	506
1. Краткая теория спутникового вещания.....	506
2. Выбор оператора спутникового вещания.....	506

3. Состав оборудования для приёма спутникового ТВ.....	507
4. Параболические антенны.....	507
5. Понижающий конвертер (LNB).....	507
6. СТВ-ресиверы.....	508
7. Установка и настройка комплекта для приёма СТВ.....	509
8. Подключение ресивера к ТВ-приёмнику.....	510

Список литературы	511
--------------------------------	------------

3.5.4. Характерные неисправности модуля EDS-SS21SAP и методы их устранения

Как показывает статистика, наиболее часто встречается неисправность модуля, при которой полностью отсутствует принимаемый сигнал. Гораздо реже встречается дефект, при котором периодически пропадает принимаемый сигнал в процессе работы ресивера. Косвенным признаком является полное отсутствие индикации уровня входного сигнала и его качества на соответствующих индикаторах экранного меню. Данный дефект может быть вызван в результате как выхода из строя преобразователя РЧ, так и нарушения в работе QPSK-демодулятора. (При этом нужно быть уверенным в работоспособности внешнего понижающего конвертора, его соединения с модулем (отсутствие пробоев и замыканий в кабеле снижения) и наличии питающего конвертора напряжения.)

Для доступа к элементам модуля его выпаивают из основной платы и подсоединяют к ней посредством 26-проводного шлейфа. Подключают ресивер к конвертору и антенне, точно настроенной на любой спутник, принимаемый в конкретной местности. В меню ручной настройки устанавливают параметры передачи любого рабочего транспондера этого спутника. Производят измерения напряжений, инжектируемого в кабель снижения (+13 или 18 В, в зависимости от поляризации принимаемого сигнала) и питающих узлы модуля. При их отсутствии или отклонении от нормы проверяют цепи их формирования от источника питания до модуля.

Приступают к проверке цепей входного компенсирующего усилителя на транзисторе VT1 и симметричного делителя РЧ-сигнала. Анализатором спектра проверяют сигнал РЧ на выходе LOOP. (Для этой цели можно использовать рабочий ресивер, подключив его к выходу обхода). Если сигнал РЧ отсутствует или сильно уменьшен, заменяют VT1.

Проверяют частотомером генерацию задающего кварцевого генератора 4 МГц, в составе ИМС D1, на её выводе 23. При отсутствии колебаний на этом выводе пропаивают кварц и D1 (при необходимости BQ1 заменяют). Затем осциллографом или анализатором шины I2C проверяют наличие сигналов SCL и SDA на входе D1. Если они в норме, заменяют D1. Если сигналы по шине I2C на D1 не приходят, проверяют сигналы SCL и SDA, поступающие на D2 от управляющего контроллера ресивера, и наличие колебаний обрзцовой частоты 4 МГц на 1 выводе DD2. Если они в норме, пропаивают D2, и при неустранении дефекта её заменяют.

Мультиметром измеряют напряжение на управляющем входе ГУНа (вывод 31 ИМС D1). При его нестабильности или хаотическом изменении частоты заменяют D1. Если в петле ФАПЧ отсутствуют быстрые или скачкообразные изменения амплитуды корректирующего сигнала, осциллографом необходимо проконтролировать форму и амплитуду I- и Q-составляющих на выходе D1. Шумоподобные сигналы на этих выводах должны иметь амплитуду от 700 до 900 мВ. При их отсутствии D1 заменяют. В противном случае поиск неисправности продолжают в цепях D2.

Практически ИМС D2 выходит из строя редко, и работоспособность модуля обычно восстанавливается путём пропайки D2 и элементов её обвязки. Очень часто нарушение приёма возникает в результате утечки или потери ёмкости электролитического конденсатора C23 модуля, который в целях профилактики необходимо заменить даже при его исправности.

В табл. 3.14 приведены нормативные напряжения в различных узлах модуля. Для замены ИМС модуля необходимо использовать рекомендации монтажа интегральных схем в корпусах QFN и TQFP.

Таблица 3.14. Напряжения в важных узлах NIM-модуля EDS-SS21SAP

Вывод	Напряжение	Вывод	Напряжение	Вывод	Напряжение
Коллектор VT1	1.95 В	Выв. 5,6 DD1	4.8 В	Выв. 8 DD1	0.029 В
Выв. 10 DD1	3.5 В	Выв. 11 DD1	0.91 В	Выв. 12 DD1	3.1 В
Выв. 13 DD1	0.9 В	Выв. 14, 15 DD1	3.75 В	Выв. 17, 18 DD1	1.06 В
Выв. 21 DD1	3.35 В	Выв. 22 DD1	1 В	Выв. 23 DD1	1.3 В
Выв. 24 DD1	0.38 В	Выв. 26 DD1	3.4 В	Выв. 28 DD1	3.4 В
Выв. 29 DD1	3.3 В	Выв. 31 DD1	1.2 В		

3.6. NIM-модули EDS-1547FFxx+ стандарта DVB-S

Входные NIM-модули (Network Interface Module) EDS-1547FFxx+ пришли на смену модулю EDS-SS21SAP, описанному в п. 3.5. Они также спроектированы китайской фирмой EARDA и предназначены для работы в цифровых ресиверах, принимающих ТВ-программы в стандарте DVB-S.

3.6.1. Устройство и параметры NIM-модулей EDS-1547FFxx+

Высокочастотное преобразование осуществляется ИМС РЧ-преобразователя STB6000 фирмы STMicroelectronics. В отличие от предшественника, в описываемых ниже модулях демодуляция I- и Q-составляющих осуществляется QPSK-демодулятором STx0288 той же фирмы. Она имеет, по сравнению с широко распространённой ранее ИМС STV0299B, улучшенные электрические характеристики, повышенные сервисные возможности. В частности, задействована функция «слепого» поиска, позволяющая производить настройку на принимаемые каналы с неизвестными параметрами передачи цифрового DVB-S-сигнала.

Описываемые модули применяются в широко распространённых на территории СНГ цифровых STB-ресиверах DRS-4500, DRS-5001, DRS-5003 и DRE-5500 фирмы DIGI RAUM, а также GS-7300 фирмы GENERAL SATELLITE, которые используются для приёма программ непосредственного ТВ-вещания ТРИКОЛОП ЦЕНТР и ТРИКОЛОП СИБИРЬ. Модули также можно использовать для замены не подлежащих восстановлению NIM-модулей EDS-SS21SAP в ресиверах DRE-5000, снятых в настоящее время с производства.

Как и в случае с предшественником, качество выпускаемых модулей оставляет желать лучшего. Несмотря на высокое качество применяемых в них электронных компонентов, выход из строя конечных изделий по-прежнему происходит из-за плохого монтажа комплектующих элементов на заводе-изготовителе. В эксплуатации находится огромное количество ресиверов, оснащённых модулями EDS-1547FFxx+. Ниже приводятся описание их устройства, принципиальная схема, а также данные по ИМС QPSK-демодулятора STx0288.

Модули выпускаются в двух конструктивных исполнениях: EDS-1547FF1x+ – вертикальное и EDS-1547FF2x+ – горизонтальное. Всего существуют три модификации модуля: А, В и С (последняя буква в обозначении).

Структурная схема модуля изображена на рис. 3.19. Входной сигнал от внешнего понижающего конвертера поступает через «F»-разъём на усилитель, компенсирующий затухания сигнала в кабеле снижения. Он выполнен на СВЧ-транзисторе BFG325W/XR фирмы NXP. Усиленный сигнал ответвляется на выходной разъём обхода (LOOP) модуля для подключения дополнительного ресивера.

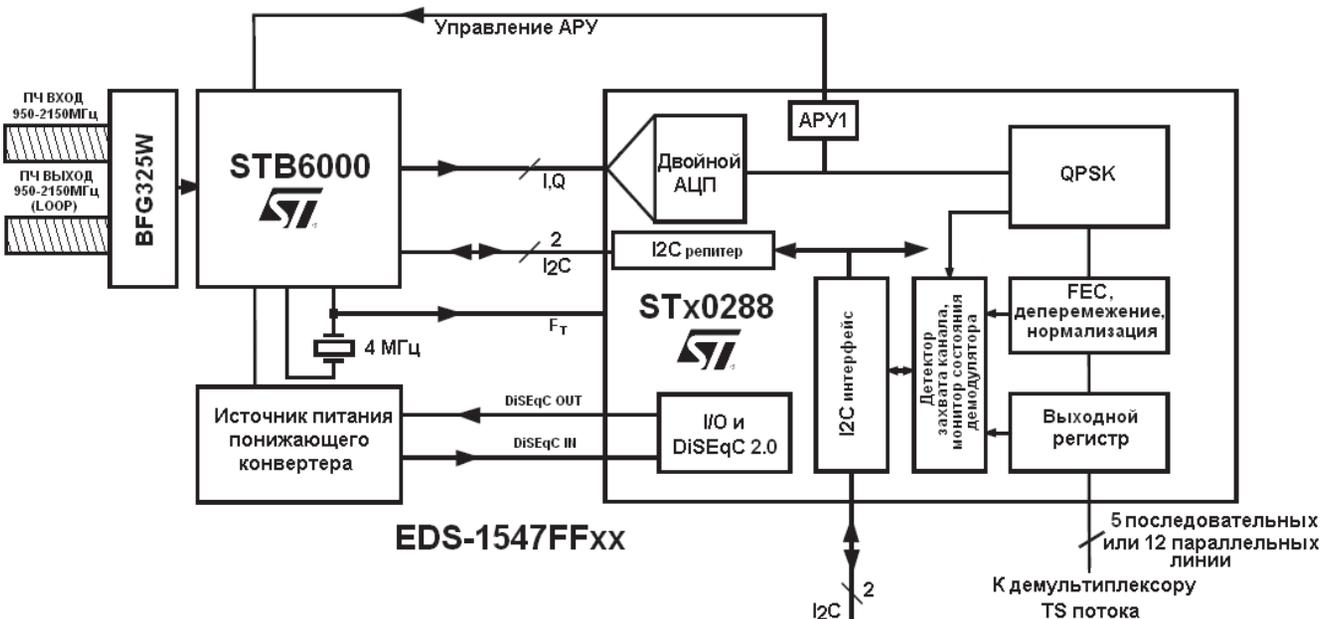


Рис. 3.19. Структурная схема NIM-модуля EDS-1547FF1x+

Кроме этого, сигнал со второго плеча ответвителя поступает на вход РЧ-преобразователя с нулевой ПЧ, выполненный на ИМС STB6000. В её составе имеются схемы АРУ, I- и Q-смесители с программно регулируемым ФНЧ, гетеродин с петлёй фазовой автоподстройки частоты ФАПЧ. Более подробно ИМС STB6000, её управляющие регистры и процесс инициализации при включении описаны в п. 3.5. ИМС работает с входными цифровыми сигналами стандарта DVB-S диапазона частот 950...2150 МГц, передаваемых с символьной скоростью от 1 до 45 Мсимв/с. Управление схемами РЧ-преобразователя осуществляется по интерфейсу I2C, от управляющего процессора ресивера непосредственно или через I2C-репитер (ретранслятор), входящий в состав QPSK-демодулятора.

Сигналы I- и Q-составляющих с выхода STB6000 поступают на АЦП в составе ИМС QPSK-демодулятора STx0288. В модуле используется улучшенный, по сравнению с STV0299B, демодулятор, имеющий дополни-

тельные функциональные возможности. Сигналы I и Q преобразуются вдвоенным АЦП в восьмиразрядную цифровую форму с частотой дискретизации до 120 МГц. ИМС, помимо стандарта DVB-S, позволяет декодировать сигналы стандарта DIRECTV™. Оцифрованные сигналы после интерполятора проходят цифровой косинусоквадратичный фильтр Найквиста с коэффициентами скругления 0.35 и 0.20. Демодулятор имеет две петли цифровой АРУ. Первая предназначена для управления коэффициентом усиления входного РЧ-преобразователя, а вторая – внутренними исполнительными цепями ИМС. Из полученного сигнала генератором с цифровой подстройкой частоты восстанавливаются тактовые импульсы, которые синхронизируют работу узлов преобразования QPSK-сигналов в транспортный поток TS.

ИМС с помощью находящегося в её составе порта ввода/вывода может управлять переключением питания внешнего конвертора, диапазонов приёма и инжектировать в кабель снижения сигналы системы DiSEqC. Схема источника питания конвертора на рисунке показана условно и в состав модуля не входит. Параметры приёма сигналов QPSK устанавливаются по шине I2C, работающей на частотах до 4 МГц, управляющим процессором ресивера. ИМС имеет режим репитера. При этом сигналы шины I2C пересылаются на дополнительную шину, работающую на частоте до 400 КГц. По дополнительной шине возможно управление дополнительной ИМС (например, как в описанном модуле, РЧ-преобразователем). Отличительной особенностью ИМС STx0288 от предшественницы STV0299В является наличие функции слепого сканирования полосы частот принимаемого сигнала. При этом ИМС в автоматическом режиме определяет несущую пакета данных, символьную скорость принимаемого потока и значение свёрточного кода для работы декодера внутреннего кода. Полное сканирование всех принимаемых сигналов транспондеров проводится за несколько минут.

ИМС изготовлена по 90-нм технологии и выпускается в 64-выводном корпусе TQFP. Используются три напряжения: 3.3 В, 2.5 В, 1.0 В – для питания интерфейсов ввода/вывода, аналоговой части входного АЦП и ядра ИМС соответственно. В составе ИМС имеется встроенный регулятор напряжения 1.0 В для питания ядра, управляющий внешним ключевым транзистором. В рабочем режиме потребляемая мощность ИМС не превышает 200 мВт (при внутренней тактовой частоте 100 МГц, потоке 30 Мбит/с и выколоте коде 7/8). В дежурном режиме потребляемая мощность не превышает 50 мВт.

Модуль может принимать сигналы системы DVB-S с входным уровнем в диапазоне –65...–25 дБм и символьной скоростью от 1 до 45 Мбит/с. Он преобразовывает их в TS. Свёрточный декодер Виттерби внутреннего кода обрабатывает ошибки со значениями 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 с длиной кодового ограничения $K = 7$. Также осуществляются контроль пакетных ошибок и их исправление с помощью декодера внешнего кода Рида-Соломона. Функционирование модуля возможно при температуре 0...60 °С (температура хранения –20...70 °С) и влажности не более 85% (при хранении не более 95%).

Геометрические размеры в миллиметрах и нумерация выводов модуля EDS-1547FF1x+ соответствуют модулю EDS-SS21SAP и показаны на рис. 3.17. Размеры EDS-1547FF2x+ показаны на рис. 3.20. Нумерация выводов всех модулей идентична и соответствует модулю EDS-SS21SAP, показана в табл. 3.11.

3.6.2. Принципиальная схема NIM-модулей EDS-1547FFxx+

Принципиальная схема EDS-1547FFxx+ (преобразователя РЧ и QPSK-демодулятора) модификации С в вертикальном исполнении показана на рис. 3.21. Входной сигнал ПЧ подаётся через входной разъём на вход компенсирующего усилителя, собранного на СВЧ-транзисторе VT1. Нормализованный с выхода усилителя сигнал поступает через симметричный делитель (трансформатор на элементах L6, L7, R8) на выходной разъём (петля обхода для подключения второго ресивера), а также на РЧ-преобразователь D1. ФНЧ на элементах L1–L3, C5–C7, C15–C17 предотвращают проникновение СВЧ-колебаний в цепи питания модуля.

Частота гетеродина формируется ИМС D1 с помощью внутренней схемы ФАПЧ. Она определяет номер принимаемого канала. Установка частоты производится по шине I2C. Схема первой петли АРУ состоит из детектора и усилителя-формирователя в составе QPSK-демодулятора D2 и исполнительной цепи – усилителя, управляемого напряжением, в составе ИМС D1. Схема АРУ поддерживает амплитуду сигналов I и Q на выходе преобразователя РЧ на постоянном уровне при изменении входного сигнала в пределах –65...–25 дБм.

Управление ИМС D1 осуществляется по шине I2C через репитер в составе QPSK-демодулятора D2. Работа узлов D1 синхронизируется образцовым генератором, стабилизированным кварцем BQ1. Эти же колебания синхронизируют ИМС D2.

Сигналы I и Q с выхода РЧ-преобразователя поступают на ИМС D2, которая обеспечивает полное преобразование цифрового потока в сигнал TS. Входной сигнал оцифровывается внутренним вдвоенным восьмибитным АЦП. При этом восстанавливаются несущая частота и тактирующие импульсы. После АЦП цифровой сигнал проходит цепи компенсации смещения постоянной составляющей, вносимой во входные сигналы РЧ-преобразователем. На выходе компенсатора установлена схема детектора первой петли АРУ, управляющая регулируемым входным усилителем РЧ-преобразователя D1.

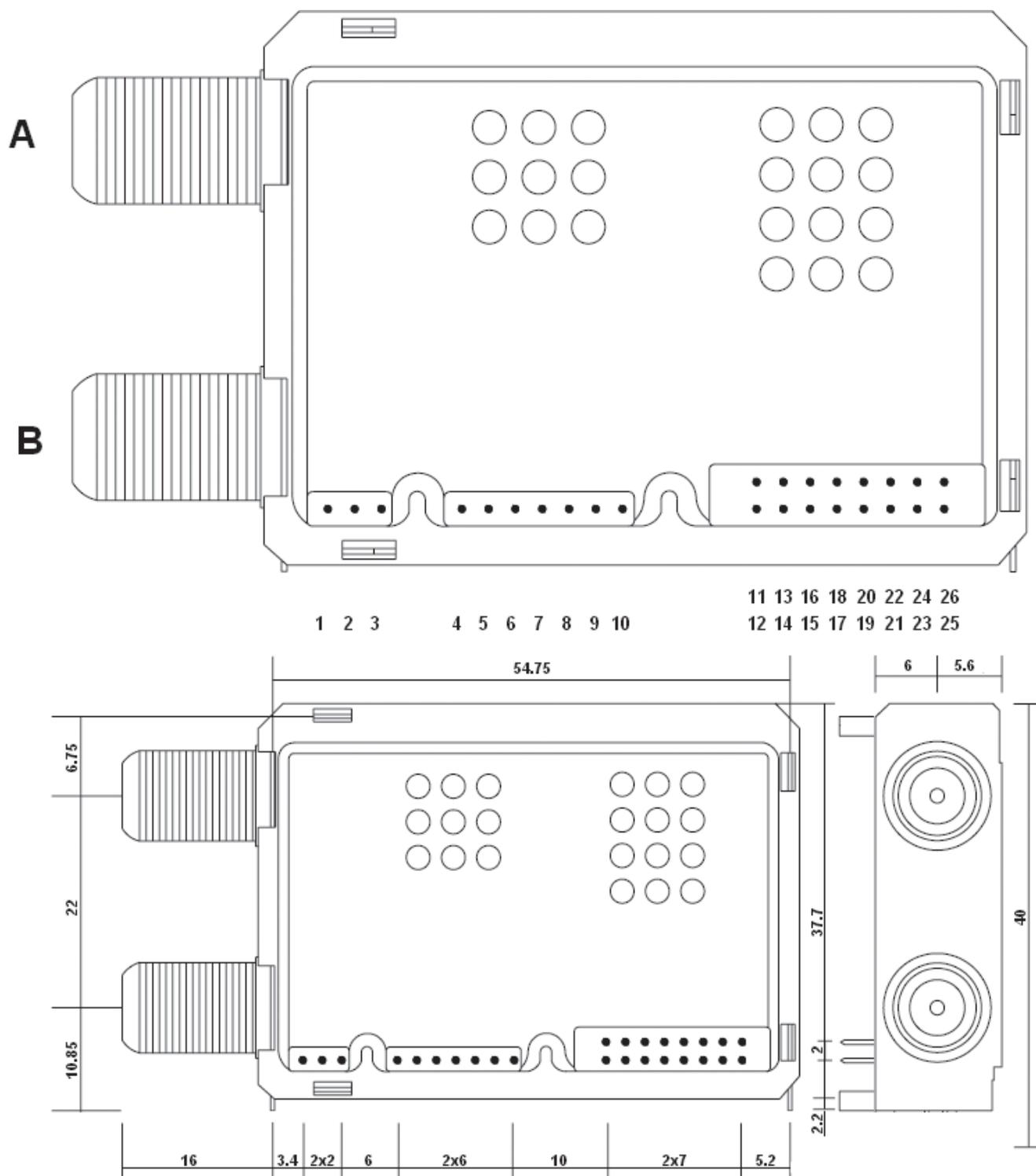


Рис. 3.20. Геометрические размеры NIM-модуля EDS-1547FF2x+

Оцифрованные сигналы последовательно проходят фильтр Найквиста, интерполятор и вторую внутреннюю петлю цифровой АРУ и подаются на декодер Виттерби, цепи дегеремежения по Форни, а также декодирования Рида-Соломона. Сигнал со скорректированными ошибками проходит последовательно компенсатор энергетической дисперсии и синхронинвертор. Полученный в результате сигнал TS поступает на выход ИМС и, соответственно, на выход NIM-модуля. Соответствующие узлы ИМС оценивают качество принимаемого канала, которое фиксируется в её регистрах, а также используются для «слепого» сканирования и точной установки параметров принимаемого цифрового сигнала. Управление узлами D2 осуществляется по шине I2C. Использование репитера шины I2C в составе D2 снижает количество управляющих линий для контроля над D1 и D2 с четырёх до двух.

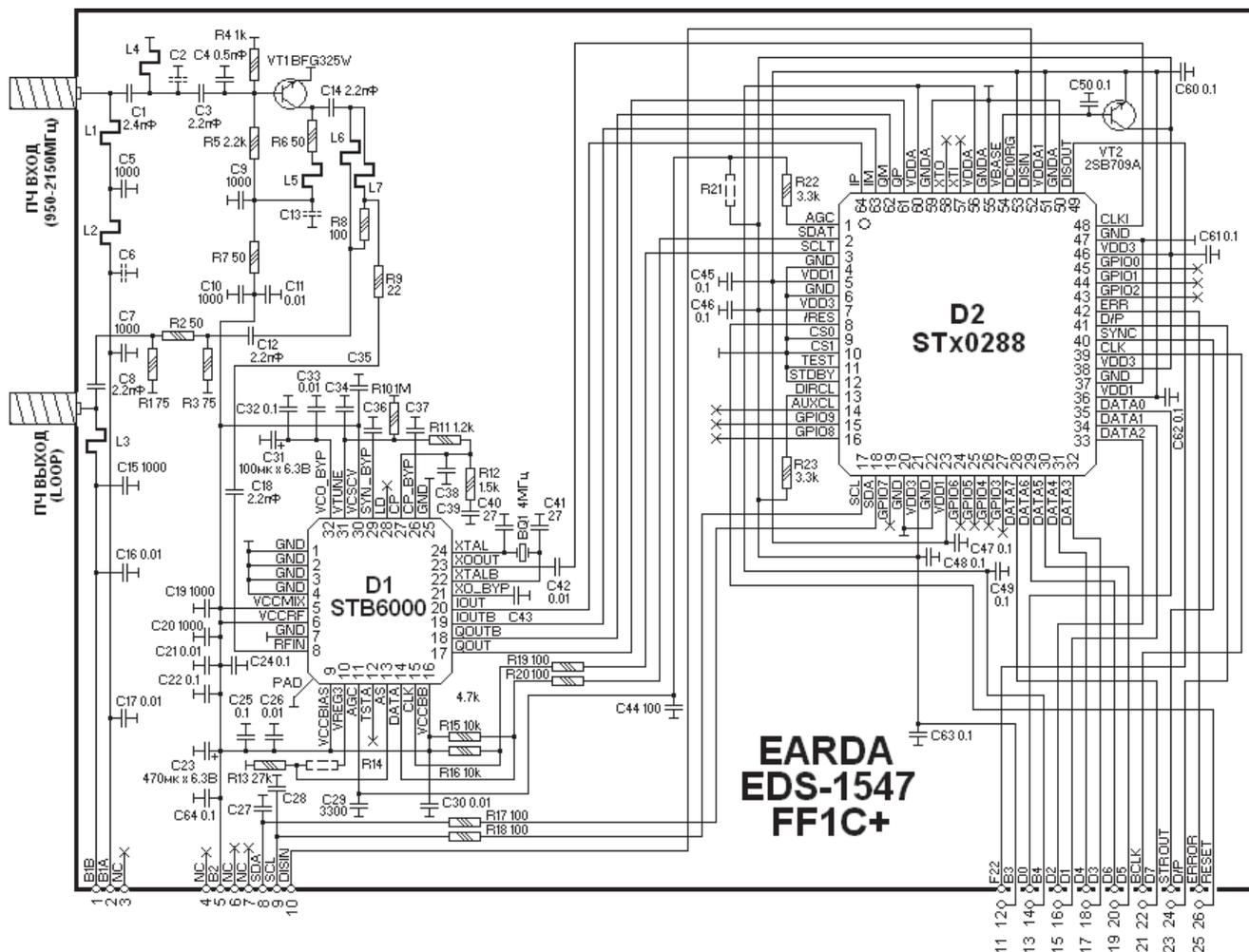


Рис. 3.21. Принципиальная электрическая схема NIM-модуля EDS-1547FF1C+

Питание ядра QPSK-демодулятора D2 осуществляется напряжением +1.0 В, получаемым стабилизатором с выходным ключом на VT2 из напряжения питания +2.5 В. Периферийные устройства ИМС питаются от напряжения +3.3 В. Подача на ИМС питающих напряжений осуществляется по правилу, при котором первым подаётся напряжение +2.5 В, а затем +3.3 В. Снимаются питающие напряжения в обратной последовательности.

Для работы модуля необходимы напряжения питания 5 ± 0.25 В, 3.3 ± 0.165 В и 2.5 ± 0.125 В. Потребляемый от источников питания ток не превышает 220, 50 и 350 мА соответственно. Для устойчивой работы входных цепей линию 5 В желательно питать от отдельного линейного стабилизатора KA7805.

Модификация модулей А и В отличается тем, что у них выводы 30 и 32 ИМС DD1 соединены, а ёмкости С31 и С33 отсутствуют. Также у них отсутствует ёмкость С9 и установлена ёмкость С13 1000 пФ. В модификации А установлен VT1, произведённый в Гонконге, С – в Малайзии. Внешний вид внутренних элементов NIM-модуля EDS-1547FF1C+ показан на рис. 3.22.

Управление ИМС STB6000 (через репитер QPSK-демодулятора) и STV0299В осуществляется стандартным управляющим интерфейсом I2С. Он функционирует на рабочих частотах до 400 КГц в режиме fast mode. Подробно с этим процессом можно ознакомиться в п. 3.5.

ИМС STx0288 имеет один управляющий адрес: для записи – D0h, для чтения – D1h.

3.6.3. Характерные неисправности модулей EDS-1547FFxx+ и методы их устранения

Как и в случае с ранее описанными различными NIM-модулями, наиболее часто встречается их неисправность, при которой полностью отсутствует принимаемый сигнал. Гораздо реже встречается дефект, при котором периодически пропадает принимаемый сигнал в процессе работы ресивера, либо происходит в процессе работы рассыпание изображения или его полный фризинг (заморозка, остановка). Дополнительным

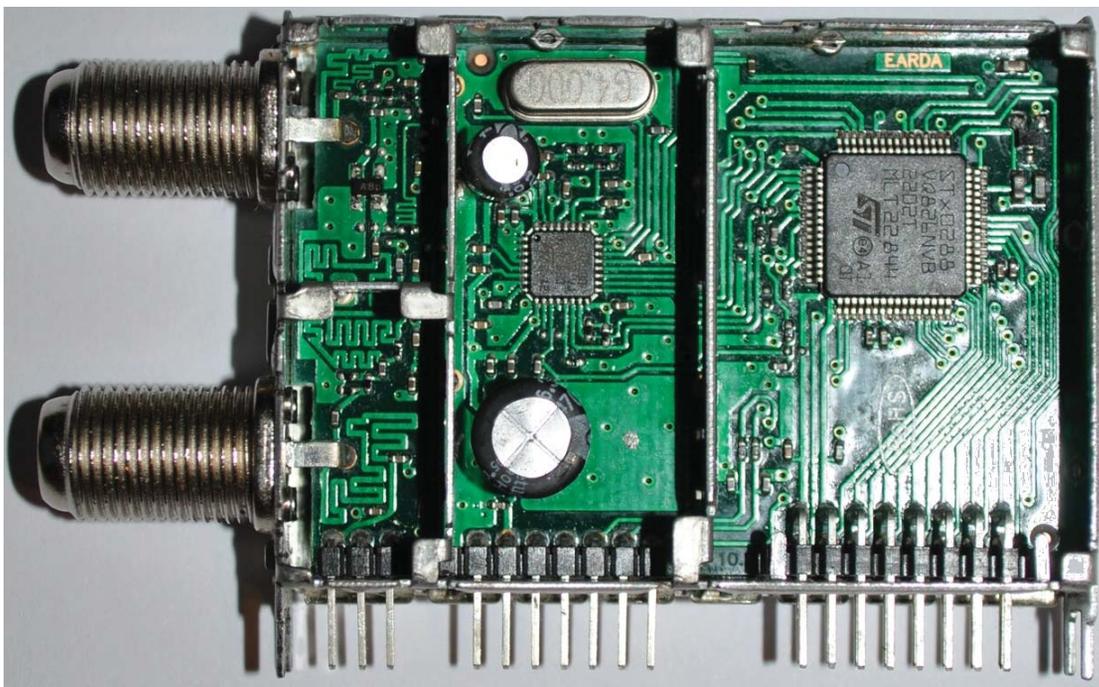


Рис. 3.22. Внешний вид внутренних элементов NIM-модуля EDS-1547FF1C+

признаком при этом является полное отсутствие индикации уровня входного сигнала и его качества на соответствующих индикаторах экранного меню. Данный дефект проявляется в результате как выхода из строя преобразователя РЧ, так и нарушения в работе QPSK-демодулятора.

Прежде чем производить ремонт NIM-модулей EDS-1547FFxx+, нужно быть уверенным в работоспособности внешнего понижающего конвертора, его соединения с модулем (отсутствие пробоев и замыканий в кабеле снижения) и наличии питающего конвертор напряжения.

Для доступа к элементам модуля его выпаивают из основной платы ресивера и подсоединяют к ней посредством 26-проводного шлейфа. Подключают NIM-модуль к конвертору и антенне, точно настроенной на любой спутник, принимаемый в конкретной местности. В меню ручной настройки устанавливают параметры передачи любого рабочего транспондера этого спутника.

Контролируют напряжение инжектируемого в кабель снижения (+13 или 18 В, в зависимости от поляризации принимаемого сигнала). Производят контроль напряжений, питающих узлы модуля. При их отсутствии или отклонении от нормы проверяют цепи их формирования от источника питания до модуля.

Далее следует проверить цепи входного компенсирующего усилителя на транзисторе VT1 и симметричного делителя РЧ-сигнала. Анализатором спектра проверяют сигнал РЧ на выходе LOOP. (Для этой цели можно воспользоваться рабочим ресивером, подключив его к выходу LOOP.) Если сигнал РЧ отсутствует или сильно уменьшен, заменяют VT1.

Проверяют частотомером или осциллографом генерацию задающего кварцевого генератора 4 МГц, в составе ИМС D1, на её выводе 23. При отсутствии колебаний на этом выводе пропаивают кварц и D1 и при необходимости BQ1 заменяют. Затем осциллографом или анализатором шины I2C контролируют наличие сигналов SCL и SDA на входе D1. Если они в норме, заменяют D1. Если сигналы по шине I2C на D1 не приходят, проверяют сигналы SCL и SDA, поступающие на D2 от управляющего контроллера ресивера, и наличие колебаний образцовой частоты 4 МГц на 1 выводе DD2. При их норме пропаивают D2, и при устранении дефекта её заменяют.

Для проверки ГУНа в составе РЧ-преобразователя мультиметром измеряют напряжение на управляющем входе генератора (вывод 31 ИМС D1). Если оно нестабильно или хаотически изменяется, заменяют D1. Если в петле ФАПЧ отсутствуют быстрые или скачкообразные изменения амплитуды корректирующего сигнала, осциллографом необходимо проконтролировать форму и амплитуду I- и Q-составляющих на выводе D1. Они представляют собой шумоподобные сигналы и должны иметь амплитуду от 700 до 900 мВ. При их отсутствии D1 заменяют. В противном случае поиск неисправности продолжают в цепях D2.

ИМС D2 выходит из строя нечасто, и работоспособность модуля обычно восстанавливается путём пропайки D2 и элементов её обвязки. Наиболее часто встречающийся дефект выхода из строя D2 – в результате пробоя транзистора VT2. При этом его и D2 необходимо заменить.

Очень часто нарушение приёма возникает в результате утечки или потери ёмкости электролитических конденсаторов С23, С31 модуля, которые в целях профилактики необходимо заменить даже при его исправности.

3.7. Half-NIM-модуль TDCU2345TH39A стандартов DVB-C, DVB-T

Half-NIM-модуль TDCU2345TH39A спроектирован фирмой SAMSUNG (в настоящее время снят с производства) и предназначен для приёма цифровых ТВ-программ стандарта DVB-T и DVB-C в ДМВ-диапазоне частот (474–858 МГц) и их преобразования на ПЧ. Модуль также может работать с сигналами аналогового телевидения стандартов PAL/SECAM/NTSC при подключении к нему внешнего VSB-демодулятора, преобразующего ПЧ в полный цветной ТВ-аналоговый видеосигнал с сигналом звукового сопровождения.

3.7.1. Устройство и параметры Half-NIM-модуля TDCU2345TH39A

Модуль TDCU2345TH39A имеет стандартный входной коннектор IEC169 – 24 с входным сопротивлением 75 Ом с выходом режима обхода (LOOP). Модуль может принимать цифровые сигналы DVB-T в режимах 2k и 8k и DVB-C-сигналы с 4 QAM (QPSK), 16, 32, 64, 128 и 256 QAM-модуляциями. Для работы модуля необходимы следующие напряжения при потребляемых токах: Vamp – 5 В (20 мА), В2 (питание РЧ-преобразователя) – –5 В (120 мА) и ВТ (напряжение настройки) – 30 В (20 мА).

Входной РЧ-сигнал стандарта DVB-T от приёмной антенны поступает на преобразователь РЧ, входящий в состав модуля. Преобразователь выполнен на ИМС TUA6034-T фирмы INFINEON. (На основе данного модуля также собраны DVB-T ТВ-приёмники модели JVC LT-20DA6SK.) Преобразователь переносит сигнал требуемого для приёма канала на промежуточную частоту (ПЧ).

3.7.2. ИМС РЧ-преобразователя TUA6034

ИМС TUA6034 (серии TAIFUN) представляет собой РЧ-преобразователь, предназначенный для работы аналоговых и цифровых ТВ-приёмников и видеорекордеров. Он представляет собой смеситель-гетеродин с цифровым управлением и стабилизацией частоты гетеродина посредством петли ФАПЧ. ИМС функционирует в системах ТВ-вещания PAL, SECAM, NTSC, DVB-T, DVB-C, ATSC и ISDB-T.

Преобразователь имеет детектор АРУ, работающий в диапазоне входных частот 51...858 МГц, имеющий 5 программируемых порогов срабатывания с двумя постоянными времени срабатывания системы АРУ. Гетеродин имеет пониженный уровень вносимых фазовых шумов, критически влияющих на обрабатываемые цифровые сигналы. Вся полоса частот входного сигнала разделяется на три канала: низкочастотного LOW-, среднечастотного MID- и высокочастотного HIGH-поддиапазонов. Рекомендуемые границы частотных поддиапазонов входного сигнала и соответствующие им пределы генерации гетеродина показаны в табл. 3.15. Широкополосный смеситель имеет высокий входной импеданс для HIGH-поддиапазона и низкий для двух других. Переключение поддиапазонов осуществляет внутренний коммутатор. Симметричный выход ПЧ с низким выходным импедансом (500 Ом/40 пФ) обеспечивает согласование с полосовым фильтром ПЧ SAW (на поверхностных акустических волнах).

Таблица 3.15. Границы частотных диапазонов рабочих частот ИМС TUA6034 для различных систем ТВ

Поддиапазон	Вход РЧ, МГц		Частота гетеродина, МГц	
	Min	Max	Min	Max
DVB-C, DVB-T				
LOW	48.25	154.25	87.15	193.15
MID	161.25	439.25	200.15	478.15
HIGH	447.25	863.25	486.15	902.15
ATSC				
LOW	55.25	157.25	101	203
MID	163.25	451.25	201	479
HIGH	457.25	863.25	503	907
ISDB-T				
LOW	93	167	150	224
MID	173	467	230	524
HIGH	473	767	530	824

Установка частоты гетеродина и петли ФАПЧ осуществляется посредством интерфейса I2C. Интерфейс сопрягается с управляющими микроконтроллерами, имеющими напряжения питания 3,3 и 5 В. Возможно

назначение до четырёх независимых адресов I2C, что позволяет использовать ИМС в ТВ-приёмниках с возможностью приёма параллельных каналов. Для настройки гетеродина напряжения настройки и ошибки ФАПЧ формируются управляющим выходным каскадом, работающим с повышенными напряжениями и четырьмя значениями тока подкачки. Для получения образцовой частоты используется генератор с внешним кварцевым резонатором. Включенный за ним делитель с шестью значениями позволяет использовать резонаторы с различными рабочими частотами. Захват частоты индицирует специальный флаг регистра. В нерабочем режиме ИМС можно перевести в энергосберегающий режим.

ИМС выпускается в корпусах типа TSSOP-38 и VQFN-48, а также имеет защиту от электростатических потенциалов (ESD).

ИМС TUA6034 можно разделить на несколько функциональных блоков (рис. 3.23):

- 1) блок смесителей-гетеродинов;
- 2) блок схемы ФАПЧ;
- 3) блок системы АРУ;
- 4) блок интерфейса I2C.

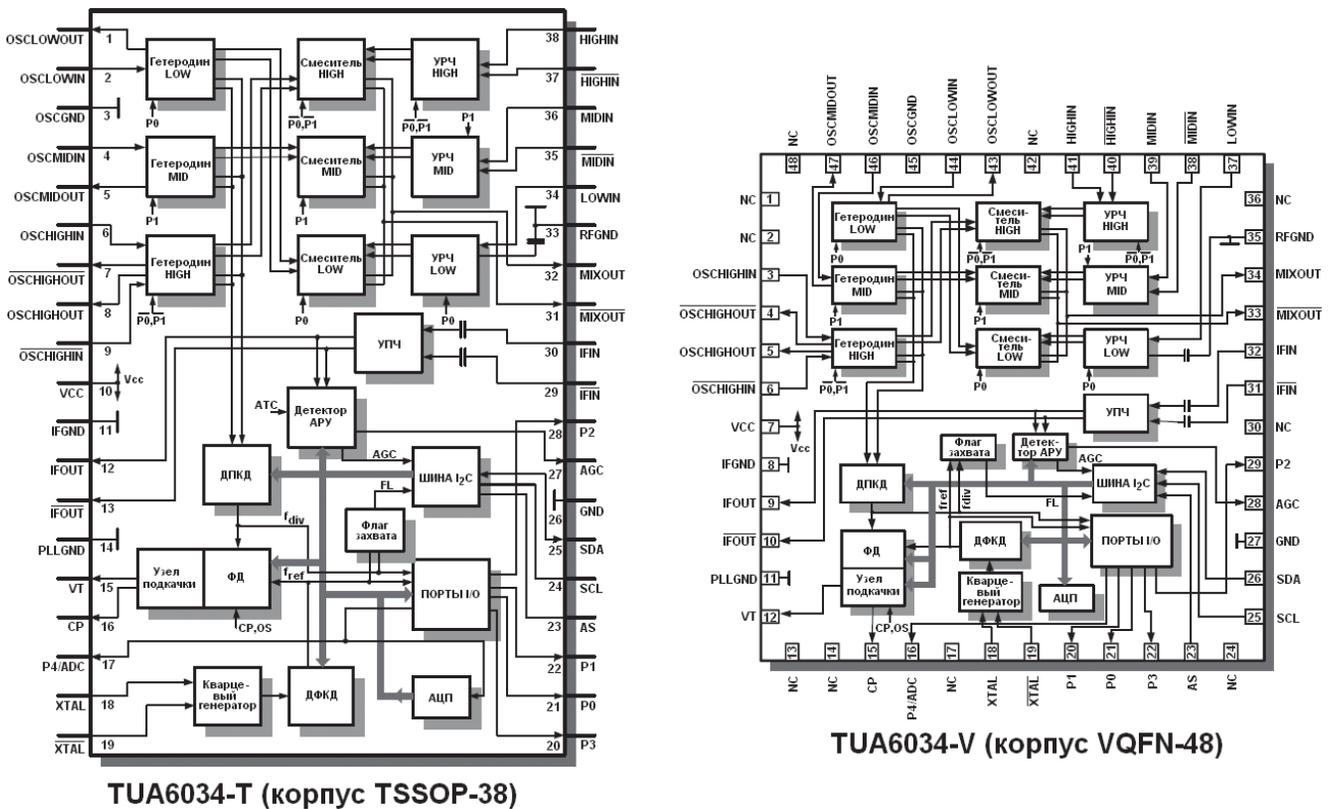


Рис. 3.23. Функциональная схема ИМС TUA6034

Блок смесителей-гетеродинов включает в себя три параллельных канала LOW-, MID- и HIGH-поддиапазонов. Входные сигналы поступают на входные усилители РЧ с высокоомным небалансным входом для первого канала и низкоомным балансным для двух других. Гетеродины LOW- и MID-поддиапазонов – двухвыводные небалансные, HIGH-поддиапазона – четырёхвыводный балансный. Все три смесителя балансные, что позволяет эффективно подавлять нечётные гармоники продуктов преобразования частот.

Внешние полосовые фильтры, включаемые на входе ИМС, делят входные сигналы ТВ-каналов на три поддиапазона. Переключение поддиапазонов производится с помощью линий трёх портов I/O, имеющих на выходе ключевые pnp-транзисторы. Сигналы поддиапазонов подаются на индивидуальные внешние полосовые MOSFET-усилители, перестраиваемые полосовые каналные фильтры и затем на соответствующий вход ИМС. Входной сигнал усиливается и преобразуется активным смесителем под воздействием соответствующего гетеродина на промежуточную частоту ПЧ. Преобразованный сигнал подаётся либо на внешний полосовой фильтр ПЧ SAW непосредственно, либо через встроенный в ИМС усилитель промежуточной частоты УПЧ, имеющий балансные вход/выход и низкое выходное сопротивление.

Блок-схема ФАПЧ обеспечивает установку частоты гетеродинов и стабильность её генерации. Сигнал соответствующего гетеродина, помимо смесителя, подаётся на вход делителя с переменным коэффициентом

деления ДПКД (N = 256...32767). Полученный сигнал сравнивается по частоте и фазе в фазовом детекторе ФД с эталонной частотой. Эталонная частота получается из колебаний кварцевого генератора, делённых делителем с фиксированным коэффициентом деления ДФКД (K = 128, 80, 64, 32, 28 или 24). При использовании кварцевого резонатора на частоту 4 МГц получается сетка частот 31.25, 50, 62.5, 125, 142.86 или 166.67 КГц.

ФД имеет два выхода с четырьмя уровнями тока подкачки. Если на вход ФД приходит сначала срез делённого сигнала гетеродина, а затем срез задающего сигнала, на выходе появляется положительный токовый импульс, соответствующий длительности различия фаз срезов. Если же срез задающего сигнала опережает срез делённого сигнала, то на выходе ФД появляется отрицательный импульс. Если импульсы синфазные, то выход токовой подкачки CP переходит в высокоомное состояние (захват частоты и фазы, то есть ФАПЧ находится в режиме захвата).

Активный ФНЧ (внутренний усилитель, внешняя RC-цепь и нагрузочный резистор подтяжки к напряжению настройки $V_{th} = 30...33$ В) преобразует токовые импульсы в напряжение ошибки. В тестовом режиме, когда тестовые биты T2–T0 находятся в состоянии 010, выход подкачки также переводится в высокоомное состояние. Для производства настройки внешних полосовых фильтров выход VT может быть выключен контрольным битом OS. Если гетеродины находятся в нерабочем состоянии, схема ФАПЧ устанавливает на выходе VT напряжение 33 В. Посредством установки битов OS, T2–T0 выходной ток подкачки может быть установлен в четыре различных значения. Это даёт возможность программирования величины отклика системы ФАПЧ на изменение параметров сигналов, генерируемых гетеродинами (например, компенсации неравномерности амплитуды колебаний).

Детектор захвата ФАПЧ сбрасывает флаг захвата FL, если ширина токового импульса подкачки больше периода колебаний кварцевого генератора (250 нс при частоте генерации 4 МГц). Следовательно, при FL = 1 максимальное отклонение частоты гетеродина от заданной посредством ДПКД будет

$$\Delta F = \pm I_p * (K_{vco} / f_{xtal}) * (C_1 + C_2) / (C_1 * C_2),$$

где I_p – ток подкачки, K_{vco} – коэффициент усиления гетеродина, f_{xtal} – частота кварцевого генератора и C_1, C_2 – внешние ёмкости в цепи петли ФАПЧ. Например, если при частоте задающего сигнала 62.5 КГц схема ФАПЧ выйдет из состояния захвата, флаг FL будет сброшен через 16 мкс. Если флаг FL будет сброшен, то его повторная установка будет возможна только при уменьшении длительности импульса подкачки менее 250 нс в восьми последовательных импульсах частоты кварцевого генератора.

Блок системы АРУ детектирует уровень результирующей ПЧ и формирует напряжение АРУ для управления усилением внешних полосовых MOSFET-усилителей. Порог и время срабатывания системы АРУ устанавливаются через интерфейс I2C.

Блок интерфейса I2C обеспечивает управление ИМС внешним управляющим контроллером. Последовательная информация от него поступает на контроллер интерфейса I2C в составе ИМС.

ИМС может принимать четыре значения адреса (табл. 3.16) в зависимости от напряжения на выводе AS. Всего для записи доступны пять управляющих регистров, и один регистр статуса SB предназначен для чтения информации о состоянии узлов ИМС.

Таблица 3.16. I2C-адрес ИМС TUA6034 в зависимости от напряжения на выводе AS

AS	Байт адреса							
	D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0(LSB)
ЗАПИСИ								
(0–0,1) *Vcc	1	1	0	0	0	0	0	0
(0,2–0,3) *Vcc	1	1	0	0	0	0	1	0
(0,4–0,6) *Vcc	1	1	0	0	0	1	0	0
(0,9–1) *Vcc	1	1	0	0	0	1	1	0
ЧТЕНИЯ								
(0–0,1) *Vcc	1	1	0	0	0	0	0	1
(0,2–0,3) *Vcc	1	1	0	0	0	0	1	1
(0,4–0,6) *Vcc	1	1	0	0	0	1	0	1
(0,9–1) *Vcc	1	1	0	0	0	1	1	1

Управляющие регистры (табл. 3.17) устанавливают следующие параметры. Регистры DB1, DB2 (Divider Byte) устанавливают частоту гетеродина, соответствующую частоте принимаемого ТВ-канала. Биты N0–N14 определяют коэффициент деления основного 15-битного делителя, который вычисляют по формуле

$$N = 2^{14} * N14 + 2^{13} * N13 + \dots + 2^5 * N5 + 2^4 * N4 + 2^3 * N3 + \dots + 2^0 * N0.$$

Таблица 3.17. Управляющие регистры ИМС TUA6034

Регистр	Адрес	По умолчанию	Контрольный байт							
			D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0(LSB)
ЗАПИСЬ										
DB1	00h	1xxxxxxb	0	N14	N13	N12	N11	N10	N9	N8
DB2	01h	xxxxxxxb	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	N0
CB	02h	11001xx1b	1	CP	T2	T1	T0	RSA	RSB	OS
BB	03h	00000000b	–	–	–	P4	P3	P2	P1	P0
AB	04h	0010xxxxb	ATC	AL2	AL1	AL0	0	0	0	0
ЧТЕНИЕ										
SB	–	00h	POR	FL	1	1	AGC	A2	A1	A0

Биты регистра CB (Control Byte) предназначены для установки следующих функций. Бит CP определяет ток подкачки управляющей цепи ФАПЧ: 0 – 50 или 125, 1 – 250 или 650 мкА. Биты T2–T0 используются для контроля и диагностики ИМС. Если T2, T1, T0 установлены в 000 или 001, ИМС функционирует в нормальном режиме с током подкачки в пределах 50–250 мкА. При 010 выход CP переводится в высокоомное состояние. Сочетание 011 включает доступ вместо байта BB к байту AB. При 100 с делителя ДПКД сигнал подаётся на вывод P0, а с ДФКД на P1. Значение 101 не используется. А при 110 и 111 активируется расширенный режим с током подкачки в пределах 50–250 и 125–650 мкА соответственно. Также биты T2, T1 вместе с битами RSA и RSB определяют коэффициент деления ДФКД. Возможна установка следующих значений: 0000 – 80, 0001 – 128, xx10 – 24 и xx11 – 64 (безразлично, x = 0 или 1), 1100 – 32 и 1101 – 28. Бит OS управляет выходом напряжения настройки VT. При его сбросе выход активен, при установке в 1 вывод переводится в высокоомное состояние.

Линии порта I/O управляются битами P4–P0 регистра BB (Bandswitch Byte). Линии P3–P0 порта используются для коммутации внешних полосовых MOSFET-усилителей и имеют на выходе pnp-транзисторы. Если соответствующий бит установлен 0, линия порта неактивна и находится в высокоомном состоянии. Если бит равен 1, то линия активна. Линия P4 также может устанавливаться в высокоомное и активное состояние, а на выходе имеет pnp-транзистор.

Биты регистра AB (Auxiliary Byte) устанавливаются следующие функции. Бит ATC устанавливает время срабатывания системы АРУ. Если он сброшен, то $t = 2$ сек. При установлении бита в 1 $t = 50$ мсек. Биты AL2–AL0 устанавливают порог срабатывания системы АРУ. Возможна установка следующих значений. При 000 и 001 порог срабатывания равен 115 дБмкВ на балансном выходе ПЧ, 010 – 102 дБмкВ, 011 – 109 дБмкВ, 100 – 106 дБмкВ, 101 – 103 дБмкВ. При использовании внешних цепей АРУ биты устанавливаются в 110, а при 111 внутренняя система АРУ деактивирована.

Регистр SB (Status Byte) выводит следующую информацию о состоянии ИМС. Бит POR, установленный в 1, говорит о том, что напряжение, поданное на ИМС, в норме и регистры установлены в значения по умолчанию. При снижении напряжения питания ИМС ниже 3,2 В бит сбрасывается в 0. Бит FL, установленный в 1, сигнализирует о захвате частоты системой ФАПЧ. Бит AGC устанавливается в 1, когда активирована система АРУ. Биты A2–A0 являются цифровыми выходами встроенного АЦП, вход которого совмещён с линией P4 порта I/O.

3.7.3. Принципиальная схема Half-NIM-модуля TDCU2345TH39A.

Характерные неисправности и методы их устранения

На рис. 3.24 показана принципиальная схема Half-NIM-модуля. Основой преобразователя РЧ является ИМС D1 TUA6034-T, описанная выше и имеющая три независимых преобразователя РЧ-сигнала в сигнал ПЧ, управляемая по шине I2C. Сигнал РЧ подаётся через входной ИЕС-разъём на вход усилителя, компенсирующего затухания сигнала в соединительном кабеле, собранного на СВЧ-транзисторе VT1. Сигнал с выхода усилителя подаётся через симметричный делитель на трансформаторе T1 на выходной ИЕС-разъём (петля обхода для подключения второго ресивера) и на входные полосовые фильтры.

В модуле используется преобразование сигналов только ДМВ-диапазонов, выделенных в Европе для цифрового вещания. Поэтому реально применяется лишь канал HIGH (450–870 МГц). Рабочая частота полосового фильтра устанавливается путём подачи управляющего напряжения на входящие в его состав варикапы VD6, VD12, VD13. Коммутируемый усилитель на двухзатворном полевом транзисторе VT5 переводится в рабочее состояние путём подачи постоянного управляющего напряжения на второй затвор приходящим с порта ввода-вывода ИМС D1 напряжением коммутации. На первые затворы подаётся напряжение первой петли АРУ с OFDM-демодулятора.

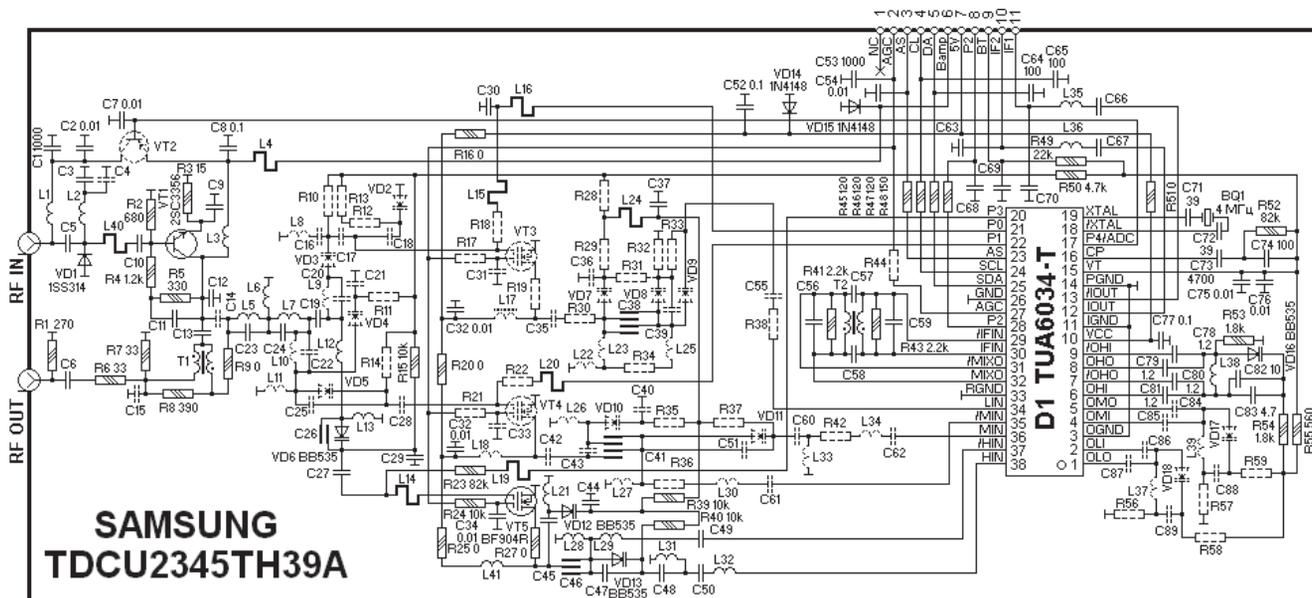


Рис. 3.24. Принципиальная электрическая схема HALF-NIM-модуля TDCU2345TH39A

Выделенный сигнал соответствующего канала ДМВ-диапазона подаётся в HIGH-преобразователь DD1. Там он смешивается с частотой высокочастотного гетеродина, стабилизированной схемой с фазовой автоподстройкой частоты. Образцовой частотой является сигнал внутреннего стабильного генератора, стабилизируемого кварцем BQ1. Частота гетеродина определяет номер принимаемого частотного канала и устанавливается по шине I2C. Полученный сигнал ПЧ подаётся на выход модуля.

Выход из строя преобразователя РЧ приводит к отсутствию принимаемого ресивером сигнала при подаче сигнала DVB-T от антенны. При этом работоспособность экранной графики устройства сохраняется. Программные индикаторы уровня показывают отсутствие сигнала.

Вначале следует измерить все питающие модуль напряжения. Для диагностики и ремонта модуля достаточно снять его верхний экран. При этом будет обеспечен доступ к основным компонентам модуля. Анализатором спектра проверяют сигнал РЧ на выходе RF OUT. При его отсутствии или сильном уменьшении заменяют VT1 модуля. При отсутствии анализатора спектра можно воспользоваться рабочим ресивером, подключив его к выходу обхода. Частотомером измеряют частоту генерации задающего кварцевого генератора 4 МГц, входящего в состав D1. Если она в норме, проверяют шину I2C модуля. При отсутствии каких-либо сигналов проверяют наличие схемной связи: ИМС декодера → ИМС демодулятора → IC1.

Измеряют напряжение на выводе 20 D1. На нём должен быть высокий уровень. Проверяют анализатором спектра прохождение сигнала через усилитель на транзисторе VT5. При отсутствии сигнала на выходе необходимо его заменить. Переключают ресивер на ТВ-канал, вещающий в стандарте DVB-T, и проверяют сигнал ПЧ на выходе D1 анализатором спектра. В случае его отсутствия заменяют D1. Контролируя анализатором спектра прохождение сигнала ПЧ через каскады усилителя ПЧ, убеждаются в его функционировании. Часто дефект отсутствия приёма возникает в результате утечки в электролитических конденсаторах в цепях питания модуля или потери их ёмкости.

По данной методике возможно восстановление неисправностей, связанных с выходом из строя преобразователя РЧ других модулей различных фирм-производителей.

3.8. NIM-модуль TDMA-G002D стандарта DVB-C

NIM-модуль TDMA-G002D (рис. 3.25) спроектирован фирмой LG (в настоящее время снят с производства) и предназначен для приёма цифровых ТВ-программ стандарта DVB-C в диапазоне частот (51–858 МГц) и их преобразования в транспортный поток TS MPEG-2. Модуль также может работать с сигналами аналогового телевидения стандартов PAL/SECAM/NTSC при подключении к нему внешнего VSB-демодулятора. TDMA-G002D имеет стандартный входной коннектор IEC169 – 24 с входным сопротивлением 75 Ом с выходом режима обхода (LOOP).



Рис. 3.25. Внешний вид NIM-модуля TDMA-G002D

3.8.1. Устройство и параметры NIM-модуля TDMA-G002D

Входной цифровой поток может принимать значение символьной скорости в диапазоне 0,87–11,7 МБод. QAM-демодулятор позволяет преобразовывать сигналы с 4 QAM (QPSK), 16, 32, 64, 128 и 256 QAM-модуляциями. Для работы модуля необходимы следующие напряжения при потребляемых токах: В1 – 5В (20 мА), В2 – 5В (120 мА), В3 – 30В (20 мА), В4 – 5В (40 мА) и В6 – 3,3 В (250 мА).

Входной РЧ-сигнал кабельной сети поступает на преобразователь, входящий в состав NIM-модуля TDMA-G002D фирмы LG (рис. 3.26). Преобразователь выполнен на ИМС TUA6030 фирмы INFINEON и переносит сигнал, требуемый для приёма канала, на промежуточную частоту (ПЧ). Частоты канала выделяются полосовым фильтром X6874D фирмы EPCOS, настроенным на среднюю частоту 36,125 МГц и выполненным в корпусе SIP5D. Фильтр предназначен для работы в стандарте DVB-T эфирного цифрового ТВ, но ввиду схожих характеристик каналов, выделенных для вещания обеих систем, используется в кабельных NIM-модулях.



Рис. 3.26. Структурная схема NIM-модуля TDMA-G002D

С выхода фильтра сигнал через компенсирующий усилитель ПЧ поступает на преобразователь QAM/TS-MPEG2, входящий в состав ИМС TDA10021HT фирмы PHILIPS (NXP). ИМС оцифровывает сигнал на ПЧ и обеспечивает цифровое преобразование и коррекцию. Последовательно производятся деперемезание, коррекция ошибок по Риду-Соломону RS(255, 239, T = 8), компенсация энергетической дисперсии, обратная инверсия первого пакета TS и формирование сигнала TS на выходе в параллельном виде. Далее TS преобразуется в стандартные аналоговые сигналы в основной схеме ресивера на базе однокристалльной ИМС для цифровых абонентских терминалов.

3.8.2. Принципиальная схема NIM-модуля TDMA-G002D. Характерные неисправности и методы их устранения

На рис. 3.27 показана принципиальная схема преобразователя РЧ и QAM-демодулятора NIM-модуля TDMA-G002D. Основой преобразователя РЧ является ИМС D1 TUA6030, имеющая три независимых преобразователя РЧ-сигнала в сигнал ПЧ, управляемая по шине I2C. Сигнал ПЧ подаётся через входной ИЕС-разъём на вход усилителя, компенсирующего затухания сигнала в соединительном кабеле, собранного на СВЧ-транзисторе VT1. Сигнал с выхода усилителя подаётся через симметричный делитель на трансформаторе Т1 на выходной ИЕС-разъём (петля обхода для подключения второго ресивера) и на входные полосовые фильтры.

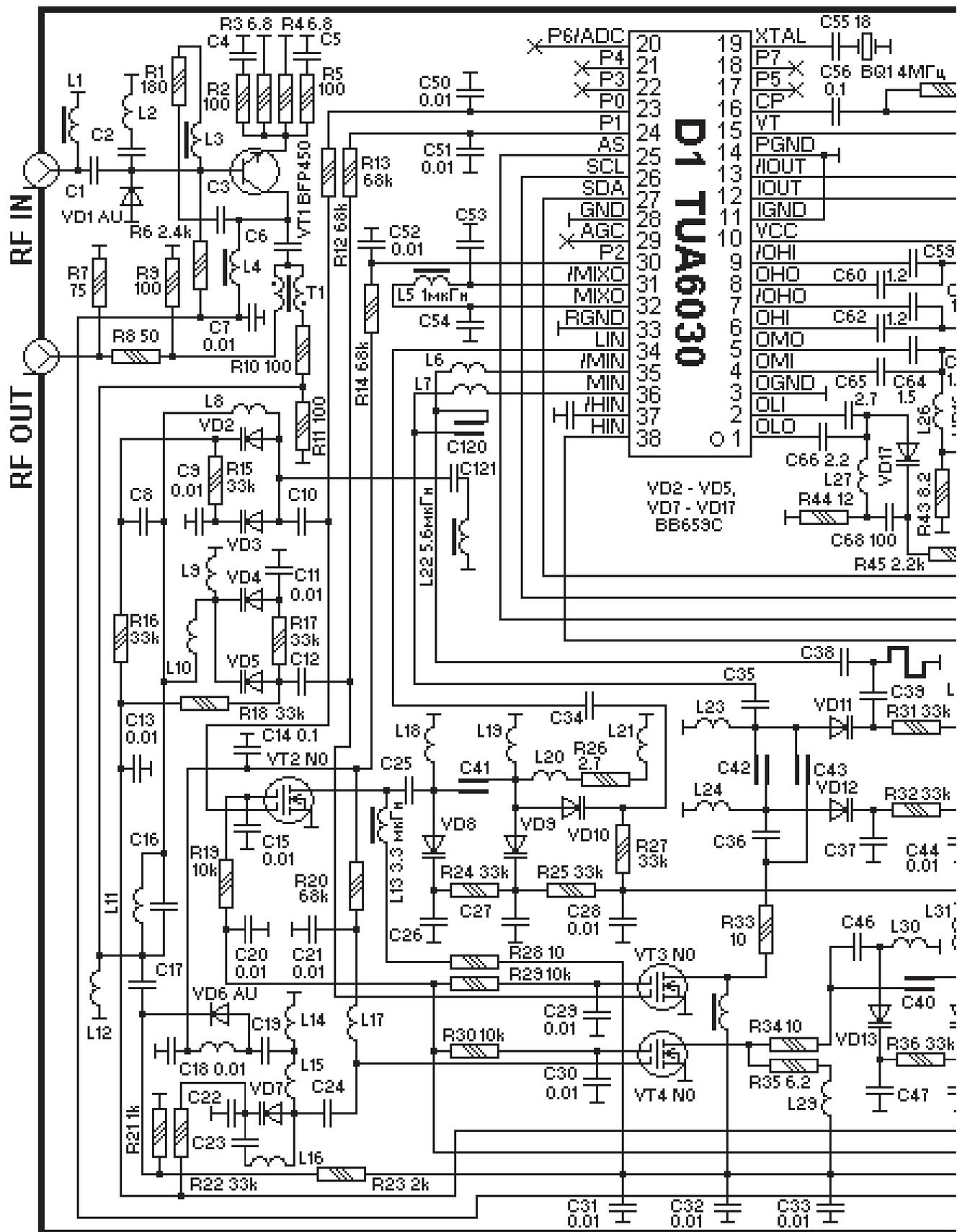


Рис. 3.27. Принципиальная электрическая схема NIM-модуля TDMA-G002D (начало)

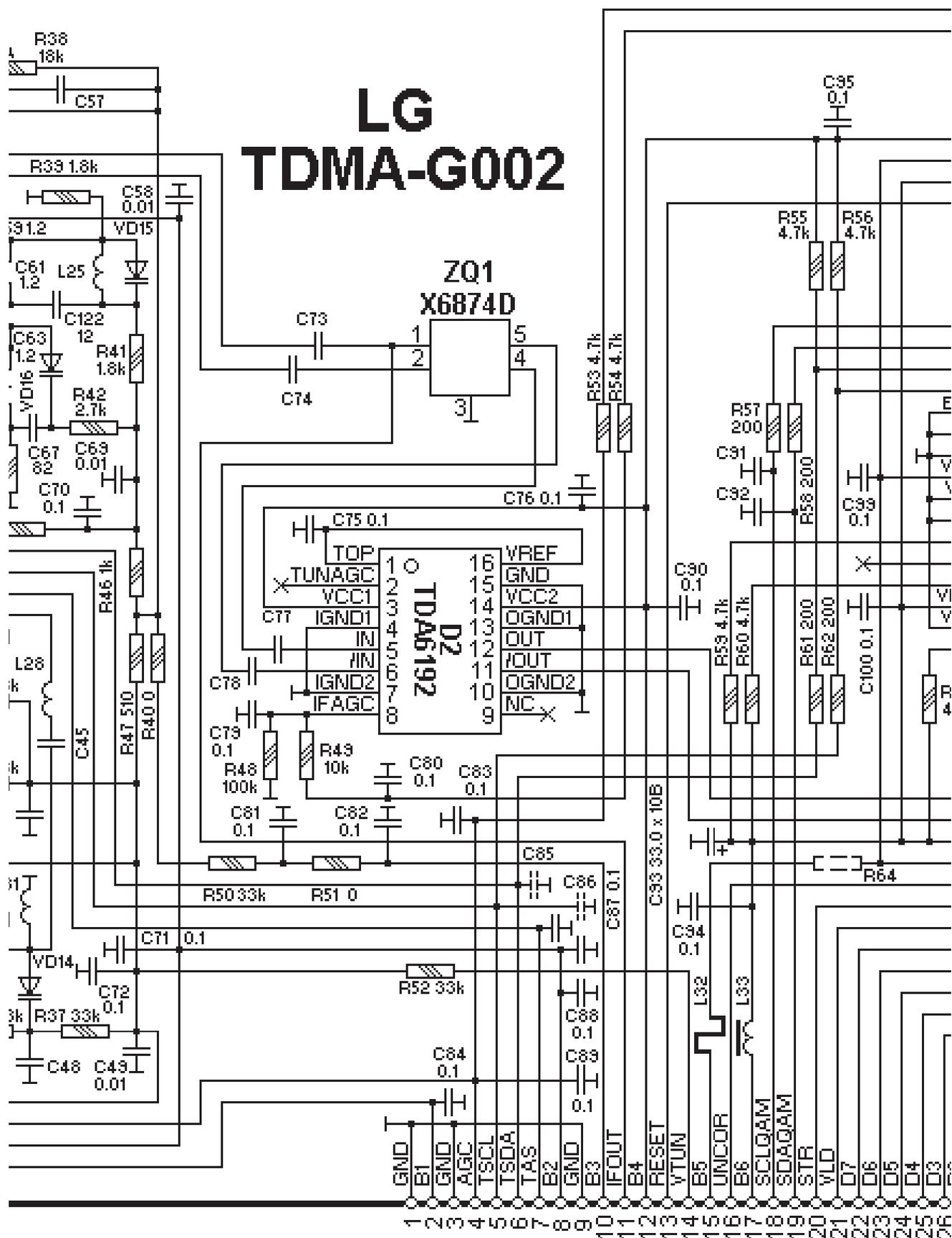


Рис. 3.27 (продолжение)

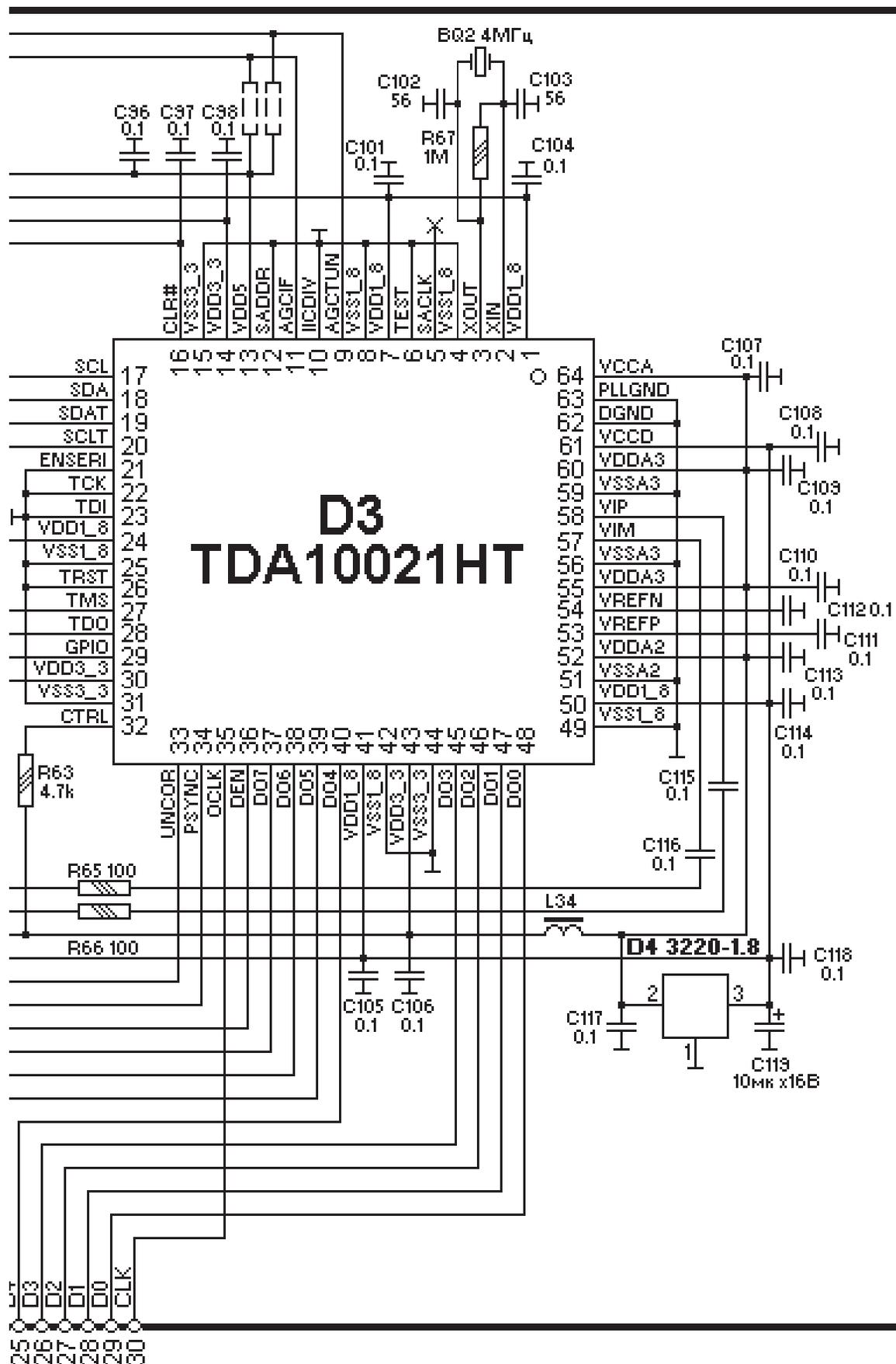


Рис. 3.27 (окончание)