

WIFI技术讨论与交流

作者:张云坤(James Zhang)

简介:现任MTK代理商堃昶公司WIFI产品线产品经理,毕业于南理工机电工程科系,曾任台达电射频team资深测试工程师,从事WIFI设计及测试工作达6年之久,曾同团队成员合作调试CISCO,NETGEAR,中华电信等WIFI产品,熟悉Atheros,Broadcom,Marvell,MTK,Ralink,Realtek等WIFI芯片工作原理及测试方法,籍由2011年手机WIFI市场兴起,在此将WIFI主要工作原理加以整理,供业界广大WIFI技术爱好者讨论交流及参考,若有问题也请不吝赐教!

Mob :+86-13712705903

华南:+86-755-33359088 Ext:8970

华东:+86-21-54890840 Ext:820

Email:James.zhang@kc-uppertech.com

MSN:ykzhang_66@hotmail.com

WIFI介绍

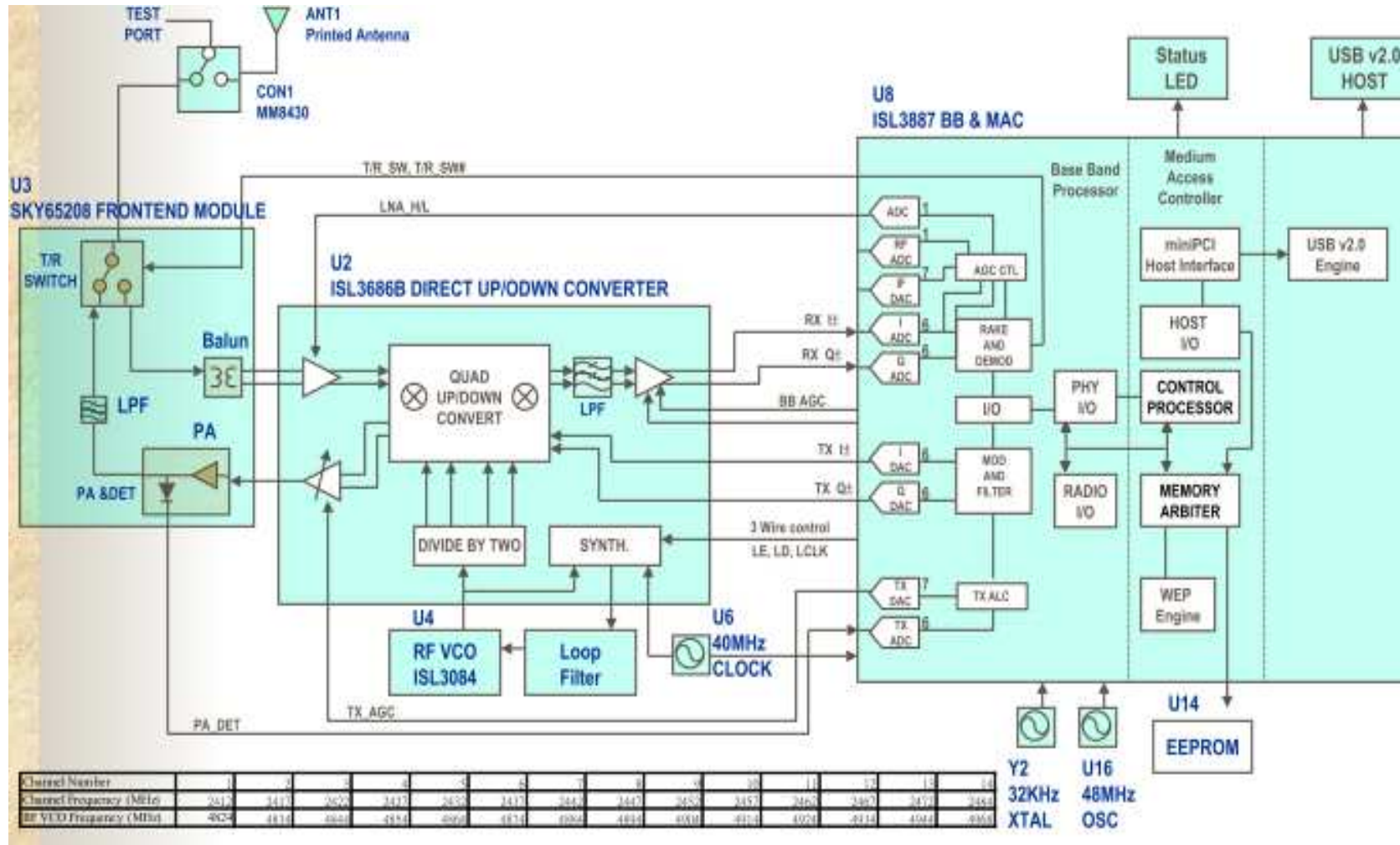
- **Wi-Fi(Wireless Fidelity)**是一种可以将个人电脑,手持设备(如PDA,手机)等终端以无线方式互相连接的技术,Wi-Fi是一个无线网路通信技术的品牌,由Wi-Fi联盟(Wi-Fi Alliance)所持有,目的是改善基于IEEE [802.11](#)标准的无线网路产品之间的互通性,现在我们一般人会把Wi-Fi及IEEE 802.11混为一谈,把Wi-Fi等同于无线网路!其实不一样!
- Wi-Fi联盟成立于1999年,时的名称叫做Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA)在2002年10月,正式改名为Wi-Fi Alliance。
- Alliance Member:SONY,Broadcom,NOKIA,Atheros,Marvell,CISCO,MOTO,DELL,TI,Apple,等275芯片厂商成员

802.11介绍

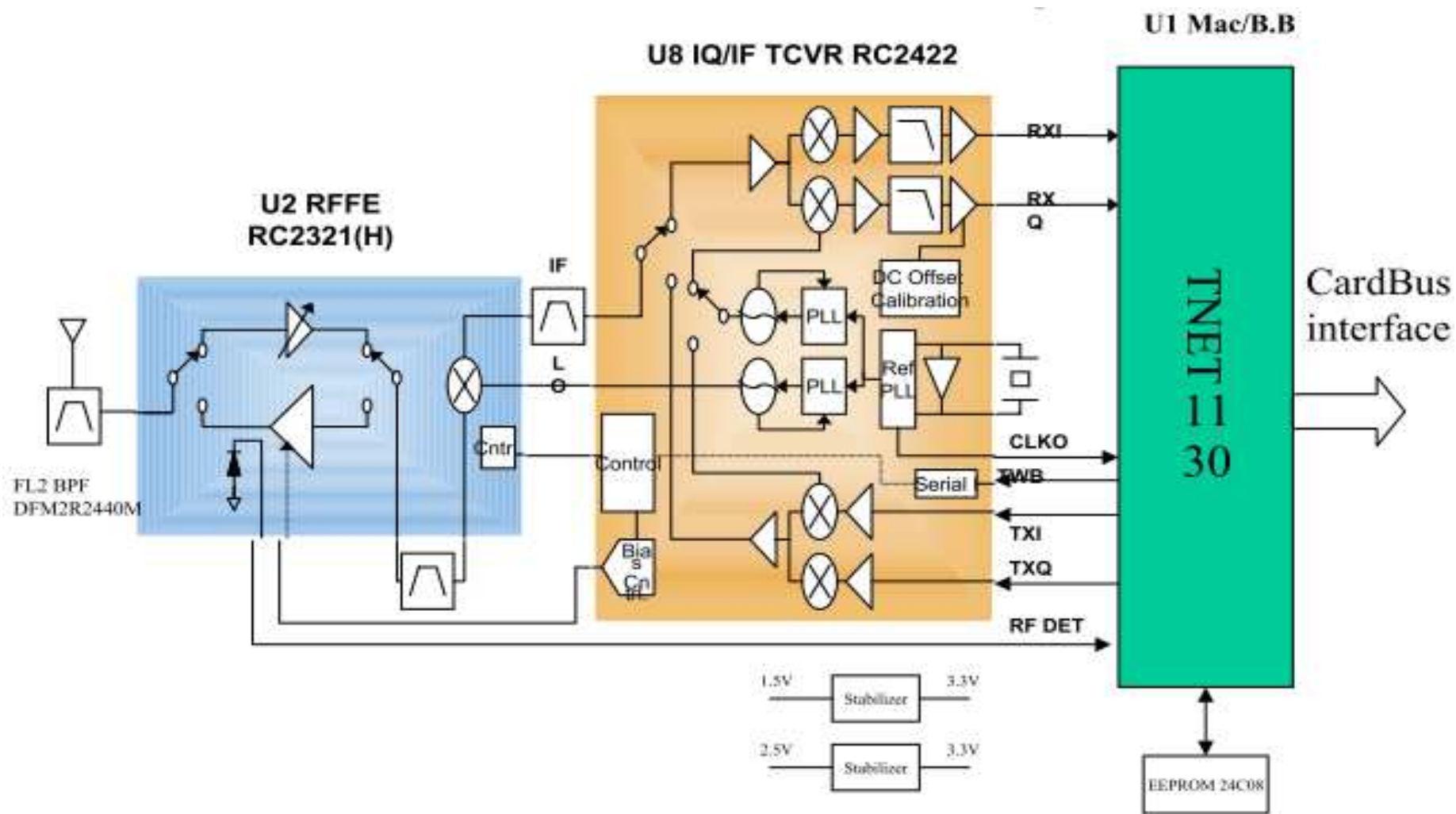
802.11协议的发展进程

	802.11	802.11b	802.11a	802.11g
标准发布时间	July 1997	Sept 1999	Sept 1999	June 2003
合法频宽	83.5MHz	83.5MHz	325MHz	83.5MHz
频率范围	2.400-2.483GHz	2.400-2.483GHz	5.150-5.350GHz 5.725-5.850GHz	2.400-2.483GHz
非重叠信道	3	3	12	3
调制技术	FHSS/DSSS	CCK/ DSSS	OFDM	CCK/OFDM
物理发送速率	1, 2	1, 2, 5.5, 11	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54
无线覆盖范围	N/A	100M	50M	<100M
理论上的最大UDP吞吐量 (1500 byte)	1.7 Mbps	7.1 Mbps	30.9 Mbps	30.9 Mbps
理论上的TCP/IP吞吐量 (1500 byte)	1.6 Mbps	5.9 Mbps	24.4 Mbps	24.4 Mbps
兼容性	N/A	与11g产品可互通	与11b/g不能互通	与11b产品可互通

零中频WIFI架构



超外差式WIFI架构



超外差和零中频对比

1-2. 收發射機架構之優缺點比較

超外差(Super heterodyne)升降頻架構[13]

優點:1.較大動態範圍

2.較高靈敏度

缺點:1.元件較多

2.選擇中頻時須注意避免交互調變造成接收靈敏度變差

直接(Direct Down Conversion)升降頻架構[9,10]

優點: 1.沒有超外差鏡像頻率干擾(中頻)

也就是系統雜訊主要只來自本地振盪器的相位雜訊源

2.元件少

缺點: 1.基頻產生閃動($1/f$)雜訊

2.抑制直流偏移(DC offset)

3. 需要很好島的本地振盪器

4.解調時 I/Q mismtch

802.11b/g频率与CH对照表

<i>Channel</i>	<i>Frequency(MHz)</i>	<i>North America</i>	<i>Japan</i>	<i>Most of world</i>
1	2412	Yes	Yes	Yes
2	2417	Yes	Yes	Yes
3	2422	Yes	Yes	Yes
4	2427	Yes	Yes	Yes
5	2432	Yes	Yes	Yes
6	2437	Yes	Yes	Yes
7	2442	Yes	Yes	Yes
8	2447	Yes	Yes	Yes
9	2452	Yes	Yes	Yes
10	2457	Yes	Yes	Yes
11	2462	Yes	Yes	Yes
12	2467	No	Yes	Yes
13	2472	No	Yes	Yes
14	2484	No	11b only ^c	No

802.11a频率与CH对照表

These are the available frequencies (in MHz) for the 5-GHz radio:

- channel 34—**5170** (Japan only)
- channel 36—**5180** (Americas and Singapore)
- channel 38—**5190** (Japan only)
- channel 40—**5200** (Americas and Singapore)
- channel 42—**5210** (Japan only)
- channel 44—**5220** (Americas and Singapore)
- channel 46—**5230** (Japan only)
- channel 48—**5240** (Americas and Singapore)
- channel 52—**5260** (Americas and Taiwan)
- channel 56—**5280** (Americas and Taiwan)
- channel 60—**5300** (Americas and Taiwan)
- channel 64—**5320** (Americas and Taiwan)

➤802.11a标准因频率太高(频率范围:4.9~5.8GHZ)技术复杂,制造成本高,穿透力远不及802.11g/b,在同样的环境内11g/b可以传输100米,而11a只有60米,另外11a无法向下兼容11g/b,因为其工作在5G频率范围内,但其优点是频率不会被干扰到,目前各国设备使用很少,

802.11b 速率與調變參數對照表

Modulation	Data rate (Mb/s)	Symbol rate(Ms/s)	Chip rate (Mc/s)	Coding scheme
BPSK	1	1	6	11 chip (Barker)
QPSK	2	1	9	11 chip (Barker)
QPSK	5.5	1.375	12	8chip (CCK)
QPSK	11	1.375	18	8chip (CCK)
		Receiver input signal specification		
Receiver minimum input sensitivity(1000 frames)		-76dBm (11Mbps ,1024 PSDU)		
Receiver max input level (1000 frames)		-10dBm (11Mbps ,1024 PSDU)		

802.11b 使用直接序列扩频(DSSS)，也称为HR/DSSS（HR表示高速率），802.11b支持4种速率，即1Mbps,2Mbps, 5.5Mbps,11Mbps,前两种速率是为了与legacy 802.11 DSSS兼容,分别使用BPSK和QPSK作为载波调制方式,而以11-chip Barker sequence作为扩频序列,符号速率为1M baud,

在5.5Mbps及11Mbps模式下,以8-chip CCK作为信道编码序列,并最终使用QPSK调制方式,CCK大概的编码过程为：将PLCP的比特流分成8bit一组,每组算一个符号,故符号速率为 1.375M baud,每组的前2个比特直接用于最终的QPSK调制，后6个比特用于选择1个8位的序列(序列集中共有64个序列,两两正交),这两部分进行差分取模,最终进行QPSK调制,如果对应的是5.5Mbps的速率,则第二组比特不是6个,而是2个,

对于1M bps模式,必须使用long preamble,而对于2M bps, 5.5M bps和11M bps,可以选择使用short preamble,Preamble包括Sync和SFD两部分,Sync为128个'1'比特（对应于long preamble）或56个'1'(对应于short preamble),SFD（Start of Frame Delimeter）在两种模式下取值不同,但同为16 bit,Preamble都使用BPSK调制,Signal, Service, Length, CRC（共48bit),在长,短两种模式下则分别使用BPSK或QPSK调制。

802.11a調變參數對照表

表 1.2 IEEE 802.11a 速率與調變參數對照表[2]

Modulation	Coding rate(R)	Nominal bit rate (Mb/s)	Coded bits per Subcarrier	Coded bits per OFDM symbol	Data bits per OFDM symbol
BPSK	1/2	6	1	48	24
BPSK	3/4	9	1	48	36
QPSK	1/2	12	2	96	48
QPSK	3/4	18	2	96	72
16-QAM	9/16	27	4	192	108
16-QAM	1/2	24	4	192	96
16-QAM	3/4	36	4	192	144
64-QAM	2/3	48	6	288	192
64-QAM	3/4	54	6	288	216

表 1.3 IEEE 802.11a WLAN 射頻接收相關規範[2]

Data rate(Mbps)	Minimum sensitivity (dBm)	Adjacent channel rejection(dB)	Alternate adjacent channel rejection(dB)
6	-82	16	32
9	-81	15	31
12	-79	13	29
18	-77	11	27
24	-74	8	24
36	-70	4	20
48	-66	0	16
54	-65	-1	15

* maximum input level:-30dBm

让你体验~不同的服务 不同的平台 不同的人生 不同的价值

802.11g 调变参数对照表

IEEE802.11g with CCK 调变

Modulation	Data rate (Mb/s)	Symbol rate(Ms/s)	Chip rate (Mc/s)	Coding scheme
BPSK	1	1	6	11chip (Barker)
QPSK	2	1	9	11chip (Barker)
QPSK	5.5	1.375	12	8chip (CCK)
QPSK	11	1.375	18	8chip (CCK)

IEEE802.11g with OFDM 调变

Modulation	Coding rate(R)	Nominal bit rate (Mb/s)	Coded bits per Subcarrier	Coded bits per OFDM symbol	Data bits per OFDM symbol
BPSK	1/2	6	1	48	24
BPSK	3/4	9	1	48	36
QPSK	1/2	12	2	96	48
QPSK	3/4	18	2	96	72
16-QAM	9/16	27	4	192	108
16-QAM	1/2	24	4	192	96
16-QAM	3/4	36	4	192	144
64-QAM	2/3	48	6	288	192
64-QAM	3/4	54	6	288	216

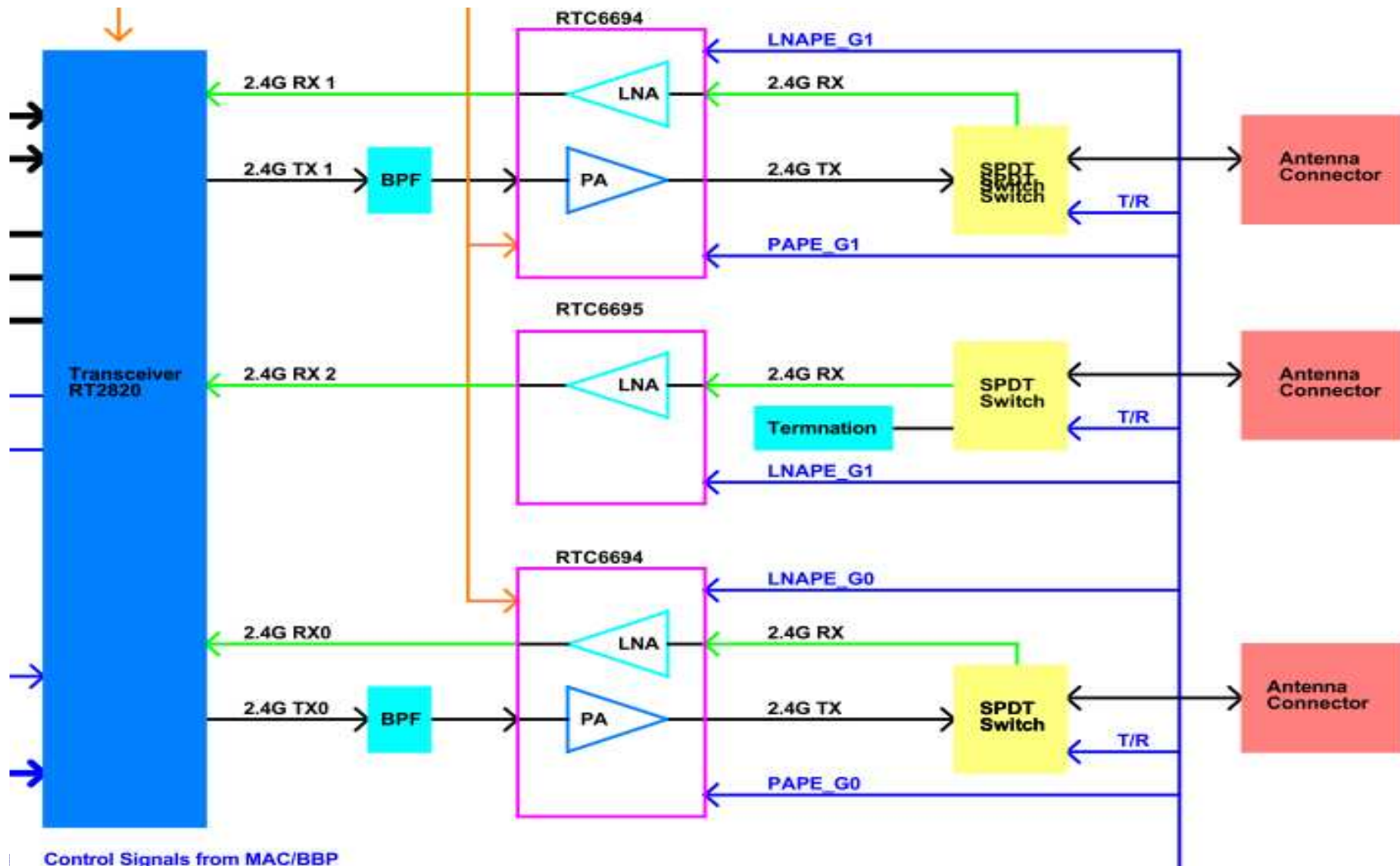
802.11g接收灵敏度参数表

Data Rate	Mod.	Coding	Minimum Sensitivity	PER
1	DBPSK	n/a	-80dBm	8%
2	DQPSK	n/a	-80dBm	8%
5.5	CCK	n/a	-76dBm	8%
11	CCK	n/a	-76dBm	8%
6	BPSK	1/2	-82dBm	10%
9	BPSK	3/4	-81dBm	10%
12	QPSK	1/2	-79dBm	10%
18	QPSK	3/4	-77dBm	10%
24	16-QAM	1/2	-74dBm	10%
36	16-QAM	3/4	-70dBm	10%
48	64-QAM	2/3	-66dBm	10%
54	64-QAM	3/4	-65dBm	10%

802.11n介绍

- Wi-Fi联盟在802.11a/b/g后面的一个无线传输标准协议是802.11n,为了实现高带宽,高质量的WLAN服务,使无线局域网达到以太网的性能水平,802.11任务组N(TGn)应运而生,802.11n标准至2009年才得到IEEE的正式批准,但采用MIMO OFDM技术的厂商已经很多,包括D-Link, Airgo, Bermai, Broadcom以及杰尔系统, Atheros, 思科、Intel等等,产品包括无线网卡,无线路由器等,而且已经大量在PC,笔记本电脑中应用,
- 802.11n技术硬体仍架构在802.11a/b/g上面,只是利用MIMO OFDM技术使用传输速率大大增加而已,

802.11n WIFI架构介绍



Control Signals from MAC/BBP

让你体验~不同的服务 不同的平台 不同的人生 不同的价值

802.11n DataRate对应表

MCS Index	Number of Spatial Streams	Modulation	Coding Rate	Bandwidth (20MHz)		Bandwidth (40MHz)	
				GI=800ns	GI=400ns	GI=800ns	GI=400ns
0	1	BPSK	1/2	6.5	7.2	13.5	15
1	1	QPSK	1/2	13	14.4	27	30
2	1	QPSK	3/4	19.5	21.7	40.5	45
3	1	16-QAM	1/2	26	28.9	54	60
4	1	16-QAM	3/4	39	43.3	81	90
5	1	64-QAM	2/3	52	57.8	108	120
6	1	64-QAM	3/4	58.5	65	121.5	135
7	1	64-QAM	5/6	65	72.2	135	150
8	2	BPSK	1/2	13	14.4	27	30
9	2	QPSK	1/2	26	28.9	54	60
10	2	QPSK	3/4	39	43.3	81	90
11	2	16-QAM	1/2	52	57.8	108	120
12	2	16-QAM	3/4	78	86.7	162	180
13	2	64-QAM	2/3	104	115.6	216	240
14	2	64-QAM	3/4	117	130	243	270
15	2	64-QAM	5/6	130	144.4	270	300
23	3	64-QAM	5/6	195	216.7	405	450
31	4	64-QAM	5/6	260	288.9	540	600

802.11n主要规格参数

Specifications

Power Consumption	802.11b Continue TX: 620@3.3V Continue RX: 340@3.3V	Modulation	802.11g G64 QAM, 16 QAM,QPSK, BPSK 802.11b GCCCK,DQPSK,DBPSK HT20,HT40 64 QAM, 16 QAM,QPSK, BPSK Data	
	802.11g Continue TX: 640@3.3V Continue RX: 340@3.3V		Data Rate	802.11b 11,5.5, 2, 1 Mbps per channel 802.11g 54, 48, 36,24,18,12, 9, 6 Mbps per channel HT20 144, 130, 115, 86, 57, 43, 28, 14 Mbps HT40 270, 240, 180, 120, 90, 60, 30Mbps
	HT20 Continue TX: 660@3.3V Continue RX: 340@3.3V			
	HT40 Continue TX: 680@3.3V Continue RX: 340@3.3V			
Output Power	802.11g 15dBm @ 54Mbps 802.11b 17dBm@11Mbps HT20 13dBm@144Mbps HT40 11dBm@270Mbps	Receive sensitivity	802.11g (3RX) Nominal Temp Range: - 6Mbps @ -91dBm, typical, +/-2dBm - 54Mbps @ -72dBm, typical, +/-2dBm 802.11b Typ. -85dBm@11Mbps, +/-2dBm Typ. -92dBm@1Mbps, +/-2dBm HT20(3RX) MCS=0 -87dBm, +/-2dBm MCS=15 -67dBm, +/-2dBm HT40(3RX) MCS=0 -85dbm, +/-2dBm MCS=15 -64dBm, +/-2dBm	
Radio Characteristics				
Standard	IEEE draft 802.11n, 802.11b/g			
Frequency Band	802.11b ISM band 2.400 ~ 2.484GHz (subject to local regulations) 802.11g ISM band 2.400 ~ 2.484GHz (subject to local regulations) 802.11n draft ISM band 2422 ~ 2452MHz (channel BW=40MHz) 2400 ~ 2483.5MHz (channel BW=20MHz)			
RF chain	2T3R for HT20,HT40, 1T3R for 802.11b/g mode			
Spreading	802.11b : Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) 802.11g: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) HT20 : Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) multiple-input/multiple-output (MIMO)			

WIFI的加密方式

- **Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g/n)**無線網路的認證與加密方式,有Open System, WEP, WPA, WPA2, MAC ACL, WPS等几种加密方式:
- **Open System:**是代表系统不加密,可任意链接,
- **WEP:(Wired Equivalent Privacy):**加密采用静态的保密密钥,主要是在AP端,User在访问时一定key入40位或者256位的密匙才能正常访问
- **WPA:(Wi-Fi Protected Access):**WPA-PSK是针对WEP在网络防护上较薄弱的基础,加强数据传输加密算法,可针对工业级及家庭使用,到目前为止WPA尚被破解过, ,(采用128bits,RC加密法,)
- **WPA2:** WPA2顧名思義就是WPA的加強版,(采用AES加密算法,支持128bits,192bits,256bits,支持缓存密钥和预认证,)
- **MAC ACL (Access Control List) :**MAC ACL只能用於認證而不能用於加密,在無線基地台輸入允許被連入的無線網卡MAC地址,不在此List內的無線網卡無法連入到AP,
- **WPS(Wi-Fi Protected Setup):**
目前通过Wi-Fi Protected Setup认证的产品能够为用户提供两种实现方式:按钮配置 (Push Button Configuration, **PBC**)输入PIN码(Pin Input Configuration, **PIN**)
PIN方式:需要任一客户端先与路由器连接,激活无线网卡生成一个随机PIN码,然后在路由器管理界面输入该PIN码即可,
PBC方式:即通常所讲的一键加密,只需轻轻按下无线路由器上的WPS按钮,再通过鼠标点击无线网卡管理工具上的软件按钮,即可完成无线加密设置,从而在路由器和客户端之前建立起一个安全的连接,

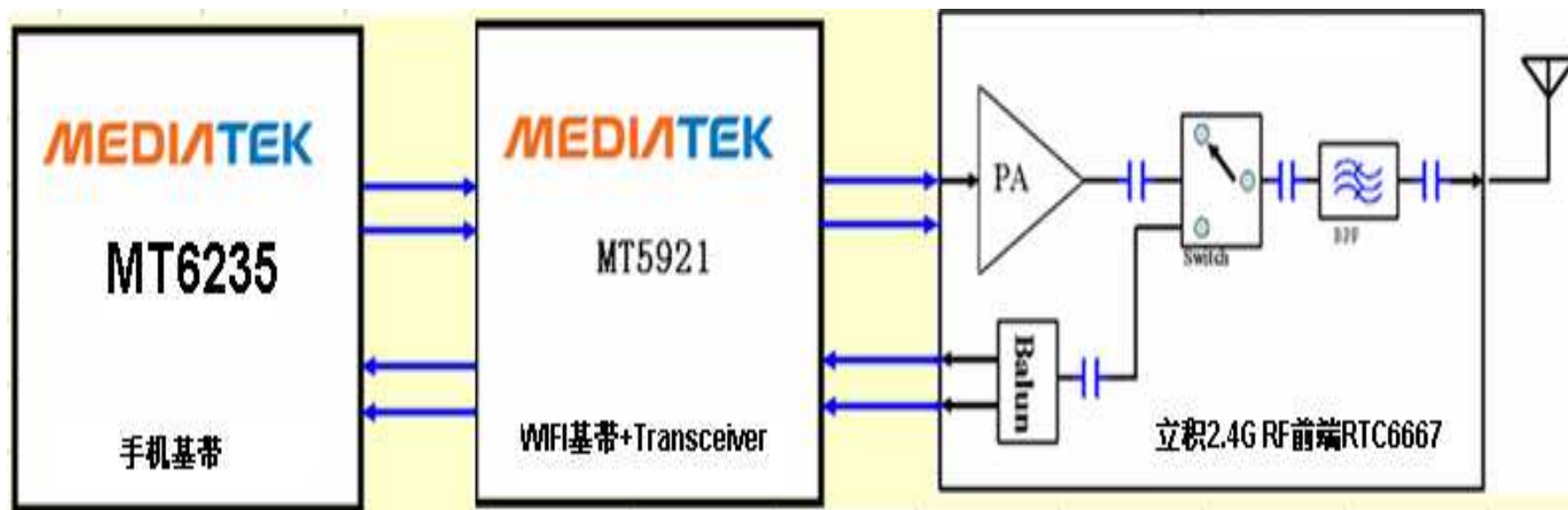
WIFI与BT共存实现

- **BT(Bluetooth):**工作频率为2.45GHz,覆盖范围是相隔1MHz的79个通道(从2.402GHz到2.480GHz)数据传输技术使用短封包,跳频展频技术,1600次/sec,
- WIFI和BT同样是工作在2.4的频宽下,只是调变方式不同,各Chanel中心频率也不同,但在同一频宽下传输资料难免会有干扰产生,目前已有解决方案出来,
- 相关原理如下:Wifi给蓝牙信号wl_active,表示wifi有通信,如果这个信号asserted,蓝牙应该只接收/发射highpriority的包,其它包delay,蓝牙给wifi信号bt_priority,表示蓝牙要发highpriority的包,wifi必须停止当前通信,可以看出,这两根信号分别是保护wifi和蓝牙通信的,所以assert的多与少会影响2.4G带宽在两者间的分配,从蓝牙芯片设计的角度,蓝牙芯片必须支持对于包优先级的区分和delay包的处理,一般来说,定时同步,inquiry,page,SCO等是高优先级,传送数据的包则是普通优先级,如果处理得细致和灵活,很多参数是需要可以配置和可调的,因为可能需要host根据具体应用来配置,如果蓝牙芯片知道wifi的频带,bt_priority也可以只在频率冲突时拉起,
- 目前大多WIFI Chipset和BT Chipset都有WL active和BT Priority的Pin订义,

WIFI与WAPI的区别

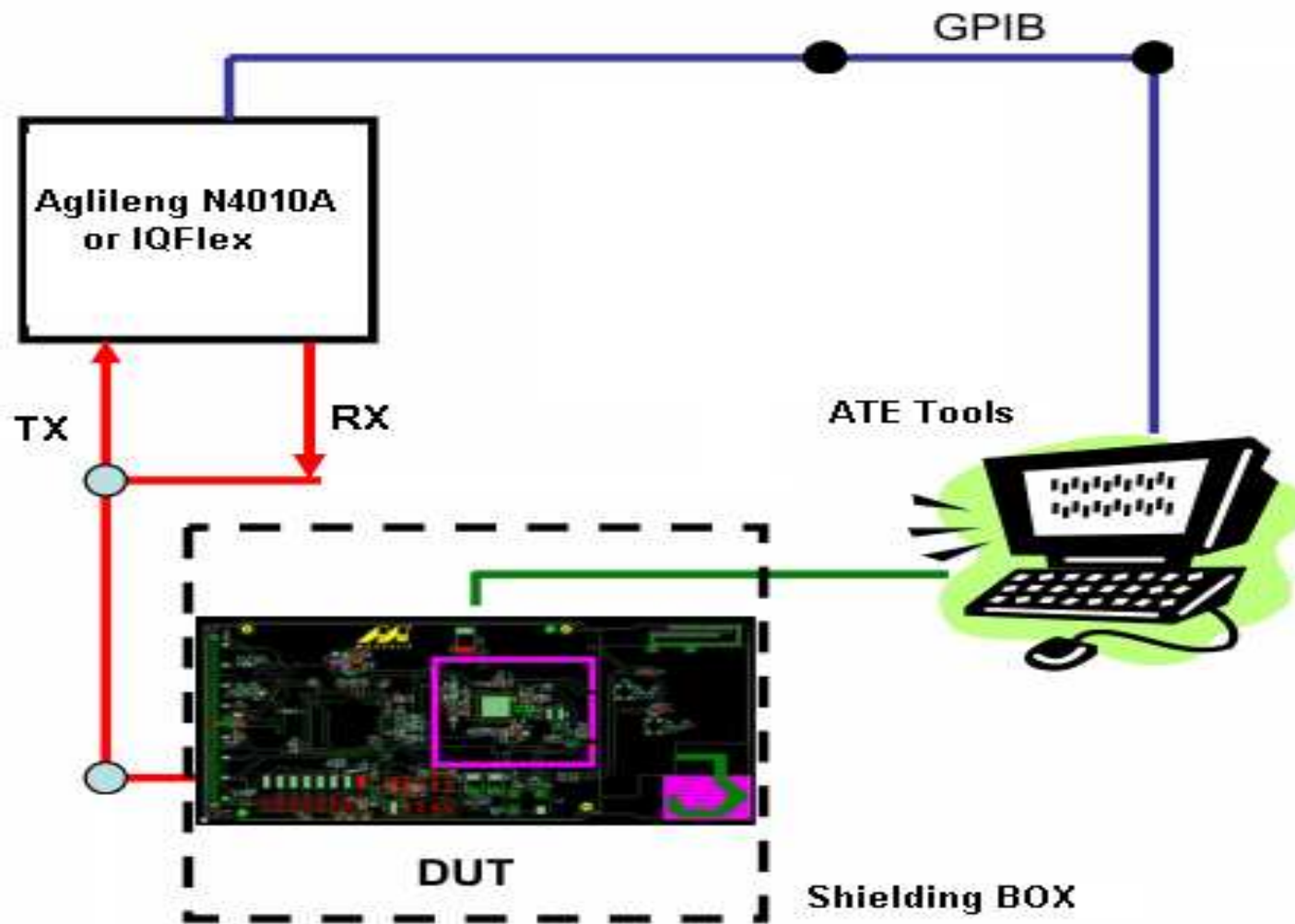
- WAPI 是 Wireless LAN Authentication and Privacy Infrastructure (无线局域网鉴别和保密基础结构) 的英文缩写,是一种无线局域网WLAN安全协议,同时也是中国无线局域网强制性标准中的安全机制,
- WAPI是中国政府自行制定特有加密方式,目前跟WIFI协议加密方式不兼容,但只需修改底层驱动即可实现兼容,
- WAPI加密方式是PSK证书及SMS4算法,
- 从2009年起国外IC大厂Boadcom,Atheros,Marvell,Ralink,MTK等为杀入中国市场都宣布支持WAPI协议,
- 未来中国的无线发展方向很可能是WAPI为主,同时原有WIFI设备也可以通过安装软件程序的方法来兼容WAPI,

手机WIFI架构说明



- 手机WIFI架构,由WIFI基带+Transceiver+2.4G RF前端模组完成,最后再通过EHPI/SDIO/SPI等接口连接到手机的BaseBand,目前市面大多手机方案商都提供WIFI功能手机基带(MTK/展讯/Mstar/高通/Marvell),部分WIFI芯片供应商也同样提供在手机上面对应的Chipset,(MTK/Mstar/Atheros/Broadcom/Ralink等)

手机WIFI的测试架构



手机WIFI测试参数详解

- **Tx Tests**
 - Tx Calibration
 - Wideband spurs
 - Center frequency tolerance
 - Tx FER
 - Tx current consumption
- **Rx Tests**
 - Sensitivity
 - Antenna Diversity
 - Rx Current Consumption
- **Other**
 - Program MAC address
 - Program EEPROM image

Show MT5921 test log to you reference

手机WIFI测试主要指标

Power (Unit in dBm+/-1.5dbm)

mode	DateRate	Ch1	Ch6	Ch13	mode	DateRate	Ch1	Ch6	Ch13
11b	1Mbps	15.5	15.5	15.5	11g	6Mbps	12.5	12.5	12.5
	2Mbps	15.5	15.5	15.5		18Mbps	12.5	12.5	12.5
	5.5Mbps	15.5	15.5	15.5		36Mbps	12.5	12.5	12.5
	11Mbps	15.3	15.3	15.3		54Mbps	11.5	11.5	11.5

EVM(11b mode:unit in %,11g mode:unit in dB)

mode	DateRate	Ch1	Ch6	Ch13	mode	DateRate	Ch1	Ch6	Ch13
11b	1Mbps	4.6	4.7	4.9	11g	6Mbps	-30	-30	-30
	2Mbps	4.8	4.6	4.9		18Mbps	-29	-29	-29
	5.5Mbps	5.1	4.6	4.9		36Mbps	-27	-27	-27
	11Mbps	5.3	4.8	5.2		54Mbps	-26	-26	-26

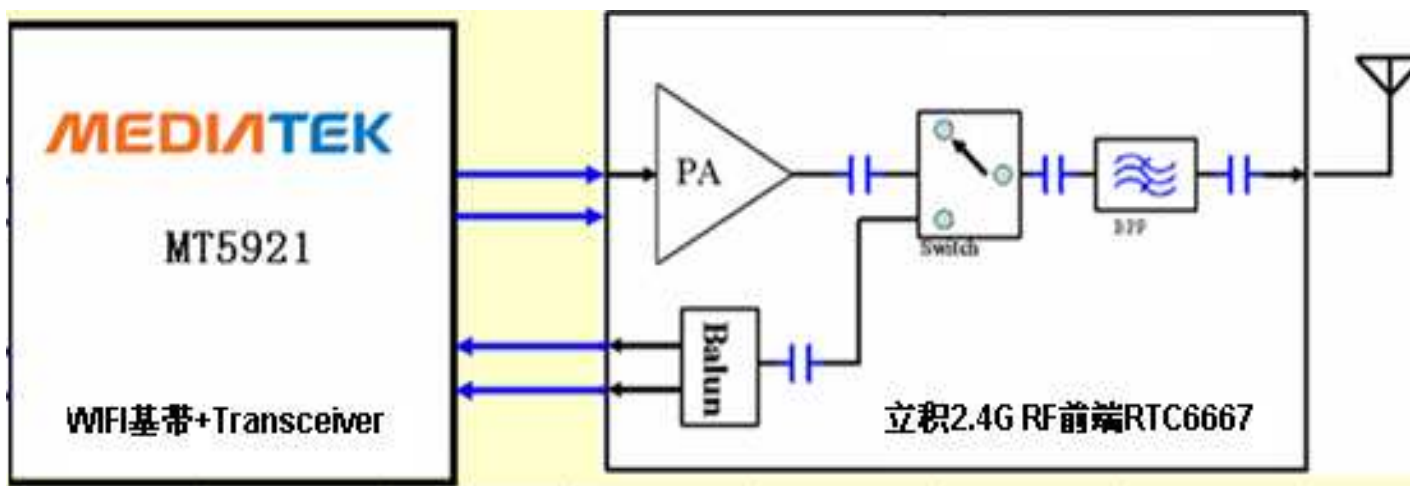
Sensitivity(Unit in dBm+/-0.5dbm)

mode	DateRate	Ch1	Ch6	Ch13	mode	DateRate	Ch1	Ch6	Ch13
11b	1Mbps	-80	-80	-80	11g	6Mbps	-78	-78	-78
	2Mbps	-80	-80	-80		18Mbps	-76	-76	-76
	5.5Mbps	-76	-76	-76		36Mbps	-70	-70	-70
	11Mbps	-76	-76	-76		54Mbps	-65	-65	-65

WIFI设计注意事项

- PCB走线阻抗控制(从Transceiver输出到天线端所有In/Out走线阻抗均要是50ohm(+/-5ohm),若不然VSWR非常差)
- 阻抗线要尽量短
- 外置LDO的Noise系数要尽量小
- RF path matching电感容精度要求高
- RF前端IC接地IC PCB Via很重要
- 40MHZ Local Oscillator 误差及PF值要依参考设计
- 2.4G线路阻抗匹配很重要

立积2.4G RF前端IC RTC6667



- **立积**是台湾专业设计生产射频器件公司(台积电/立锜合资公司)目前射频分立器件全世界排名第一(Siget是RF FEM世界第一),其2.4G/5G PA在Atheros/Broadcom/Marvell/Ralink/Realtek是参考设计,目前国内大客户中兴,华为,TP-Link,D-Link等均已采用立积之2.4G PA,
- PA:是指功率放大器,功能同GSM PA一样,只不过所走频率不一样,Wifi PA单一放大2.4G信号,
- BPF:是带通滤波器,
- Balun:是不平衡变压器,负责双单端互转,
- Switch:跟GSM天线开关一样,负责切换信号的接收和发送,
- LNA:低噪音放大器,主要用于提高接收灵敏度,MT5921有内置LNA,

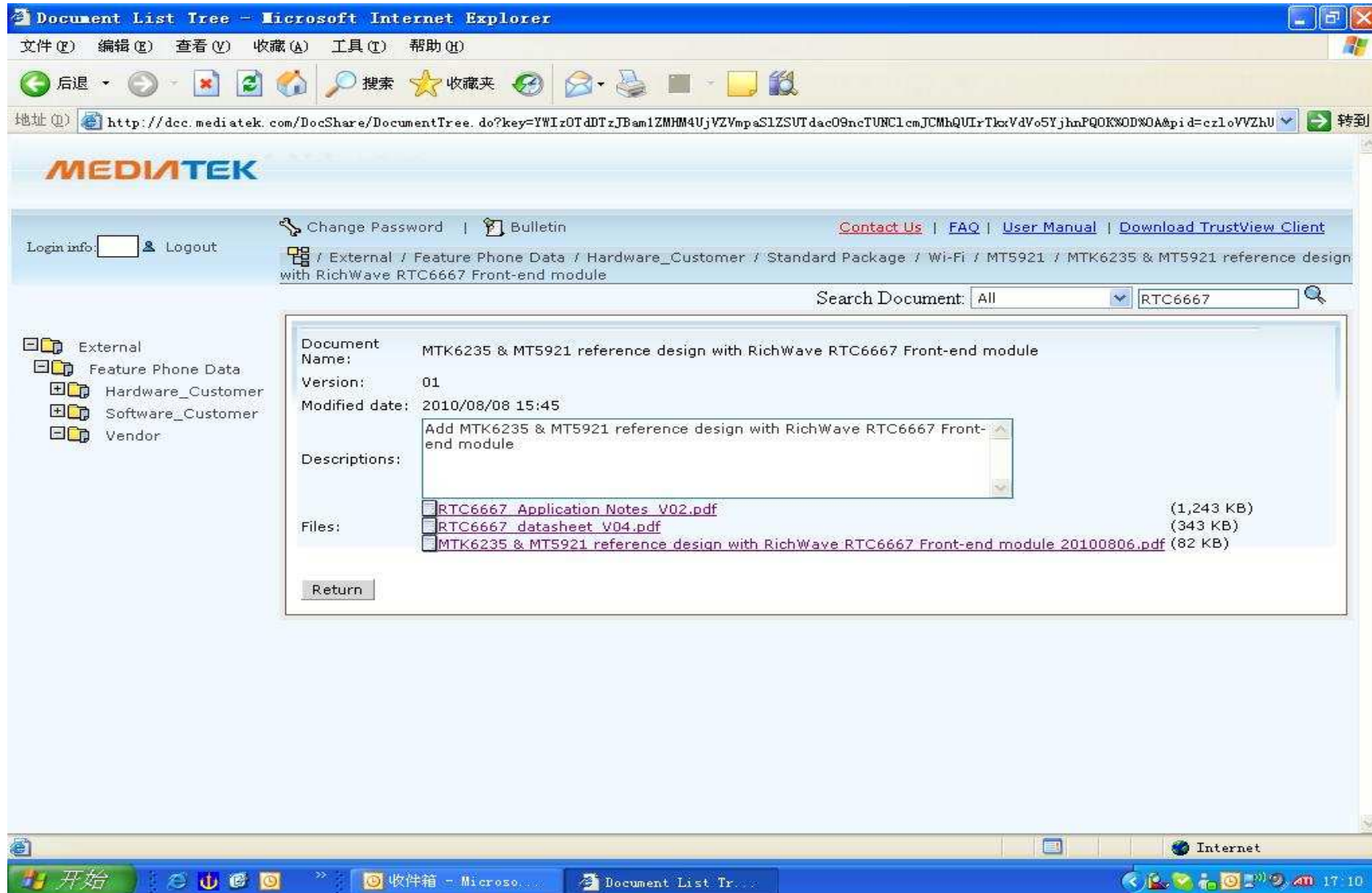
WIFI FEM RTC6667

- RTC6667-(是RF前端射頻模組IC,內部集成WIFI PA, RF Switch,濾波器,不平衡變壓器,匹配電路)

使用RTC6667优点:

- WIFI COB方案變得更为简单,只需MT5921+RTC6667即可完成
- 可設計成BT+WIFI共用天線設計
- 採購端不再但忧濾波器,不平衡變壓器等材料交期过长及缺货风险,
- PCB Layout走线方便,可省下PCB佈板空間,性能更容易控制,
- WIFI调试更为简单,产线生產一致性提高,維修容易,不会再有小零件匹配及干扰问题

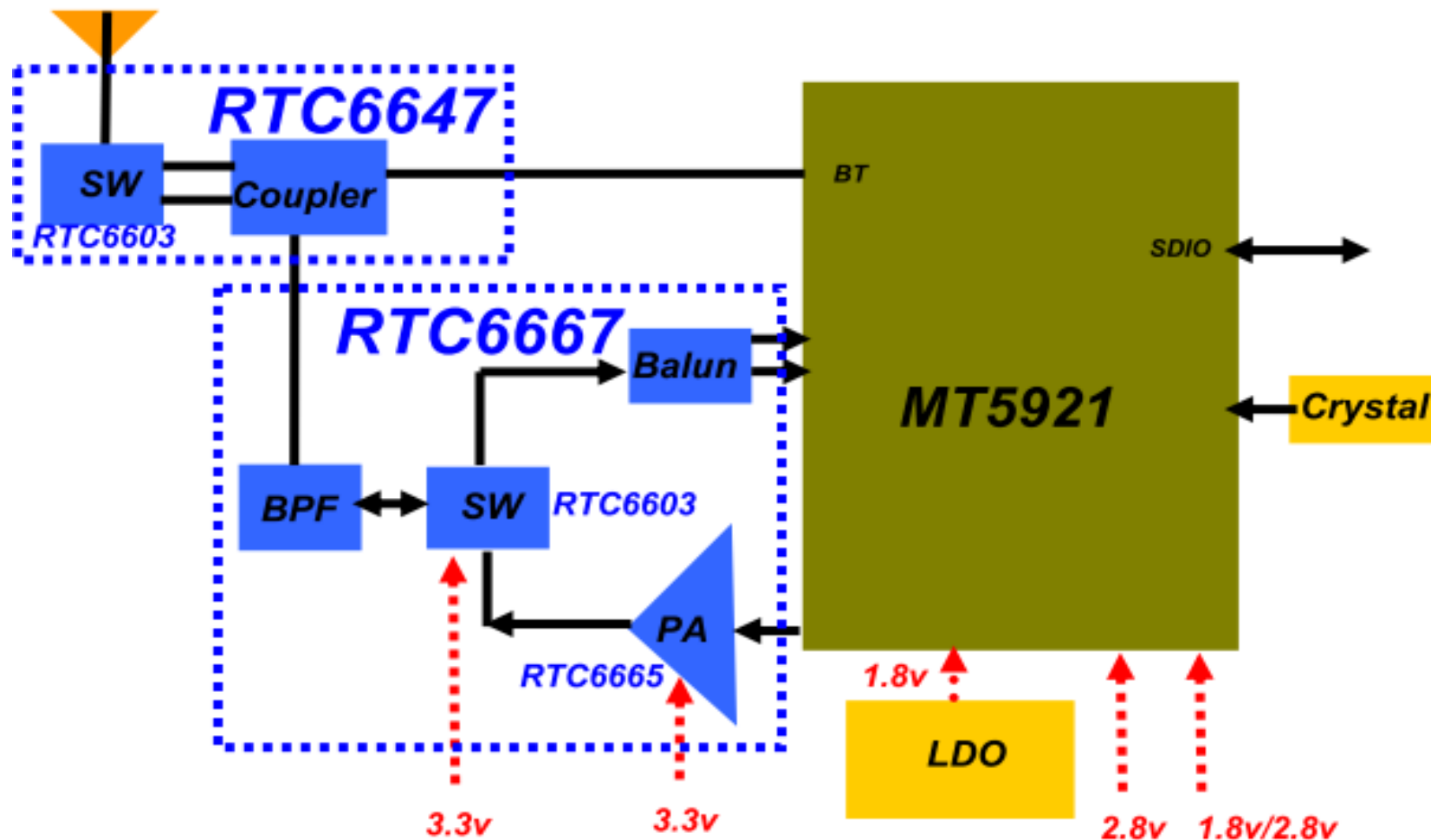
RTC6667 Qualified by MTK



WIFI COB与模组成本对比

MT5921+RTC6665		WIFI 模组	MT5921+RTC6667	
PA	0.2	N/A	RTC6667	0.5
RF Switch	0.052			
LPF	0.065			
Balun	0.065			
LDO	0.03		LDO	0.03
40M Crystal	0.13			
L/C/R	0.078			
MT5921	3.2			
Price	3.82usd	4.47usd	Price	3.86usd

WIFI+BT单天线设计



堃昶公司产品线介绍

Logo	Brand	Description		Advantage	Use on platform
	Hynix(海力士)	Nand MCP	512M+256M	1.MTK认证, 2.P2P Sunsamg/Toshiba/Numonyx, 3.世界第二大DRAM制造商, 4.自有技术	可适用与MT6235/38/39/6516/K3/Marvell
			1G+256M		
			1G+512M		
			1G+1G		
			2G+1G		
			2G+4G		
	ESMT(晶豪科)	Nor MCP	32M+8M	1.自有Nor Flash/PsRAM技术, 2.Strong FAE support能力, 3.产能充足,	ESMT是专业生产小容量的Nor Flash,主要适与于23D/ULC2/GSM模组等超低端手机,
			32M+16M		
	Amalfi	PA	AM7802	1.功耗低,比skyworks 低15%,RFMD低25%, 2.PA size仅5*6mm,产能充足,	可适用任何GSM手机上面,
			AM7801		
	Idesyn(益力)	OVP IC	ID6309	1.原MTK6305/6318设计团队所创立的公司, 2.OVP经MTK认证过,	OVP IC ID6309 P2P APL3206/AW3206/ZW3206 适用在35及53平台
	TXC(晶技)	晶振	26M	1.MTK认证, 2.品质稳定, 3.交期稳定,	26M可供配MT6139/6140/6548,32M可搭配MT6601,27M可搭配泰景的ATV,
			32M		
			27M		
	Richwave(立积)	FM Tuner	RTC6802	1.立琦和台积电共同投资公司, 2.10年以上无线IC设计经验, 3.深圳有RF实验室, 4.产品经过MTK认证,	FM RTC6802 P2P RDA5802E,报 价:0.130usd,RTC6206目前报价0.115usd,Wifi RTC6665可做WIFI COB,搭配MT5921使 用,RTC6667是wifi Front end module,RTC6640 是Mstar的参考设计(RTC6802/6206可实现内置 FM天线功能)
			RTC6206		
		WIFI PA	RTC6640		
			RTC6665		
			RTC6667		
	AIROHA(络达)	FM Tuner	AR1010	1.MTK投资企业, 2.目前FM性价比最高	AR1019 MSOP-10pin package,频 宽:64~108MHZ,目前FM芯片最便宜
			AR1019		
	Delta(台达)	Touch Panel	N/A	1.自有Driver IC和Touch sensor, 2.自有镀膜及切割玻璃工厂,打样时效快, 交货及时	自有工厂生产2寸~7寸 Touch panel,可适用在手 机及MID产品上,
	AIT(曜鹏)	DSP	AIT701U	1.MTK投资企业, 2.内置Jpeg decoder/LCD Controller,	多媒体芯片当中性能最好,主要是搭配23D使用(性 能比似25)可适用高平QSC1010平台,MTK23D平 台,

让你体验~不同的服务 不同的平台 不同的人生 不同的价值

射频专业术语详解

- SSID
- EVM
- DAC
- BER
- Bit Rate
- P1db(1dbm压缩点)
- CCK
- OFDM
- QPSK
- BPSK
- 16QAM
- 64QAM
- MCS
- DSSS
- FHSS
- Sidelobe
- 因篇幅有限,更新到第二版,(WAPI过CTA指标介绍也放置第二版)请见谅!

Q&A
Thanks!

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训推荐课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术,内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计,最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计,以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计;通过该套课程的学习,可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计,以及天线及其匹配电路的设计和调试...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



WiFi 和蓝牙天线设计培训课程



该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP)公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像,课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结,主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用,匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识,以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您,绝对值得拥有和学习!...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>