

1. 主要特点:

- ✓ AD9361
- ✓ 70MHz~6GHz
- ✓ 12bit ADC & 12bitADC
- ✓ 支持半双工全双工，TDD/FDD 模式
- ✓ RF 阻抗匹配50 Ω
- ✓ RX 最大56MHz 实时带宽
- ✓ TX 最大56MHz 实时带宽
- ✓ 集成功率放大器（14dB@2GHz），支持发射功率最高10dBm 输出
- ✓ 支持内部或者外部参考时钟
- ✓ 并行数字端口
- ✓ 选配 GPS 模块，通过 GPS 提供参考时钟和脉冲同步信号。

2. 应用场景:

- ✓ 3G/4G micro and macro base stations (BTS)
- ✓ FDD and TDD active antenna systems
- ✓ Portable test equipment

3. 简介:

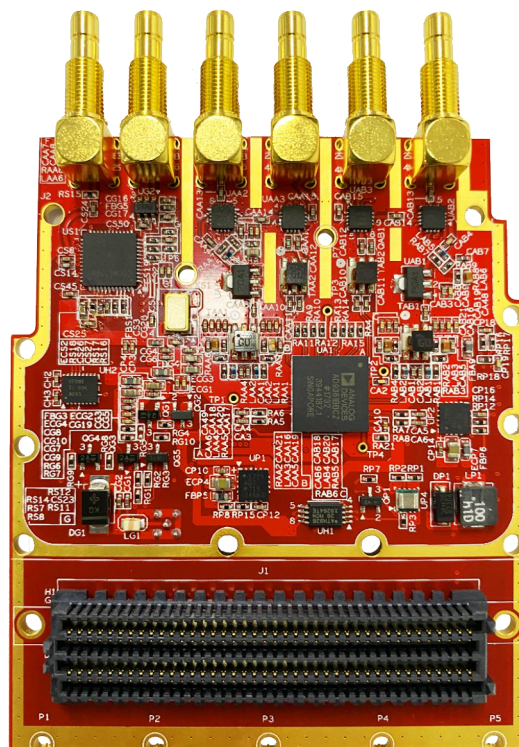
FL6000 高集成 RF 模块,可以覆盖 70MHz~6GHz 频段,并集成了双通道收发链路。发送实时带宽最大 56MHz,接收带宽最大 56MHz。AD9361 和传统射频前端相比,可以实现低功耗,小体积等优势,并且可以保证灵敏度、动态范围性能。FL6000 比较适合应用于通用软件无线电平台。

ALINX 提供 FL6000 的 FPGA 参考代码,用户可以方便的通过 SDK 软件修改射频工作状态。

4. 系统结构:

射频前端包括功率放大器,天线开关, balun 等组件,提升了设备的实用性, FL6000 与 ADI 的 AD9361 开发板主要区别如下:

- ✓ 发送端,增加 PA
 - 支持最高发射功率10dBm
- ✓ 板载双天线开关支持 TDD 与 FDD 模式切换
 - IO 控制 ns 级切换速度
 - 高隔离度,单个开关40dB 隔离度
- ✓ 灵活的参考时钟,通过 TI 时钟芯片(CDCM6028)实现可变参考



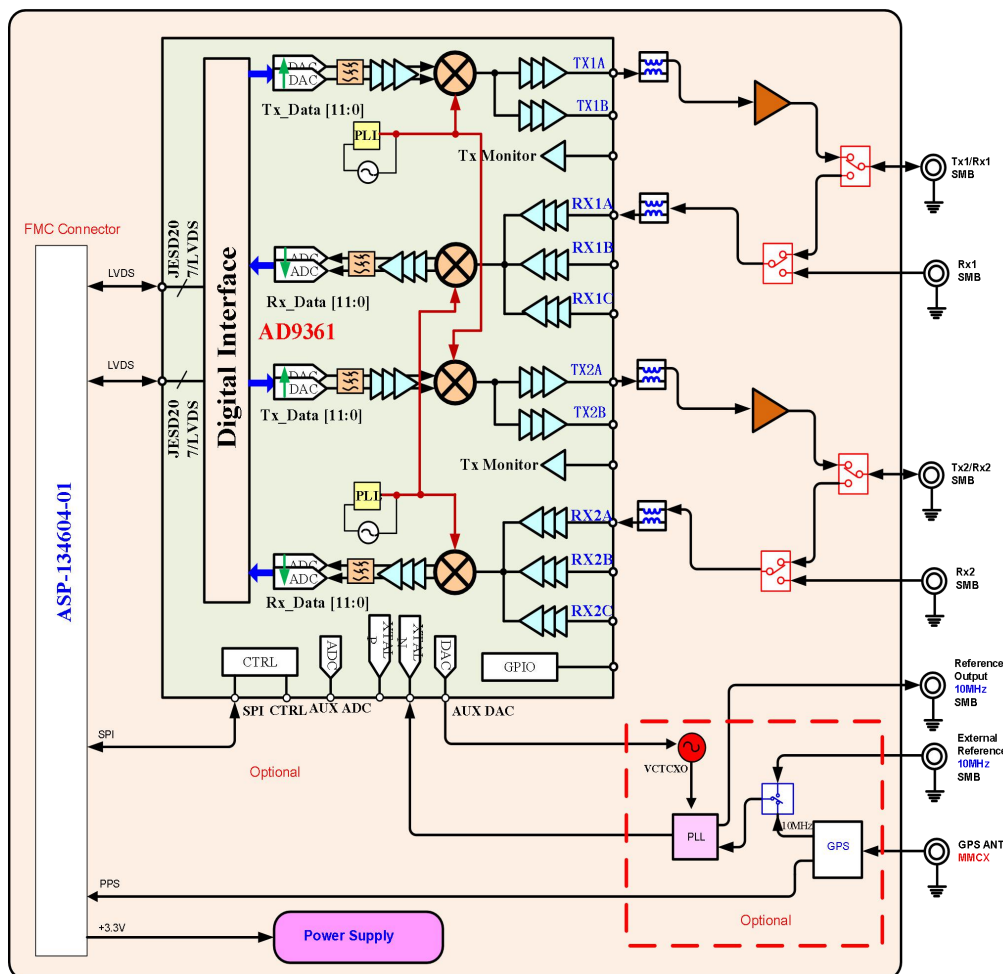
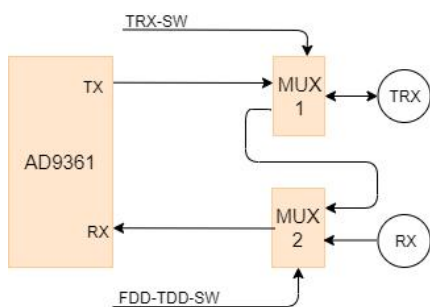
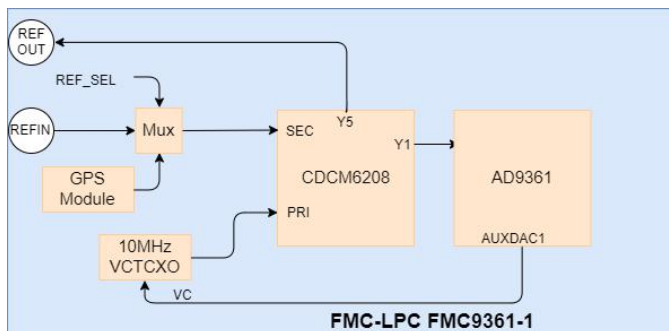


图 1 整体框图



名称	1	0
TRX-SW	TX->TRX	TRX->MUX2
FDD-TDD-SW	RX<-RX	MUX1->RX

图 2 收发切换射频开关



名称	1	0
REF_SEL	REFIN	GPS module

图 3 时钟分配链路

5. 射频指标:

表 1 射频指标

	No.	Items	Specifications	Remark
Tx	1	Frequency	70~6000MHz	
	2	Interface	SMB	
	3	Bandwidth	Up to56 MHz	Tx real-time bandwidth, tunable
	4	Transmission Power	10dBm	2500MHz, CW
	5	EVM	<2%	
	6	Gain Control Range	89dB	
	7	Gain Step	0.25dB	
	8	ACLR	< -45dBc	@10dBm output
	9	Spurious	TBD	
	10	SSB Suppression	35dBc	
	11	LO Suppression	45dBc	
	12	DAC Sample Rate (max)	61.44MS/s	
	13	DAC Resolution	12bits	
Rx	1	Frequency	70~6000MHz	
	2	Interface	SMB	
	3	Bandwidth	Up to56 MHz	real-time bandwidth, tunable
	4	Sensitivity:	-90dBm@20MHz	
	5	EVM	<1.5%	
	6	Gain Control Range	>60dB	
	7	Gain Step	1dB	
	8	Noise Figure	<6dB	Maximum RX gain
	9	IIP3 (@ typ NF)	-15dBm	
	10	ADC Sample Rate (max)	61.44MS/s	
	11	ADC Resolution	12bits	
	1	Voltage	3.3V& 12V	
	2	ON/OFF TIME	<6uS	TDD model
	3	Duplexing Model	TDD/FDD	
	4	Power Consumptions	<3W	

6 管脚列表:

表 2 管脚列表

信号名称	FMC 管脚名称	FMC 管脚	方向	备注
AD9361 芯片信号				
CLOCKOUT	LA20_N	G22	输出	可配置时钟输出
CTRL_IN0	LA26_P	D26	输出	可配置控制信号
CTRL_IN1	LA22_N	G25	输出	可配置控制信号
CTRL_IN2	LA21_P	H25	输出	可配置控制信号
CTRL_IN3	LA25_P	G27	输出	可配置控制信号
CTRL_OUT0	LA25_N	G28	输入	可配置控制信号
CTRL_OUT1	LA24_N	H29	输入	可配置控制信号
CTRL_OUT2	LA21_N	H26	输入	可配置控制信号
CTRL_OUT3	LA22_P	G24	输入	可配置控制信号
CTRL_OUT4	LA23_N	D24	输入	可配置控制信号
CTRL_OUT5	LA24_P	H28	输入	可配置控制信号
CTRL_OUT6	LA26_N	D27	输入	可配置控制信号
CTRL_OUT7	LA16_N	G19	输入	可配置控制信号
EN_AGC	LA16_P	G18	输入	AGC 使能控制
ENABLE	LA19_N	H23	输入	TDD 切换控制
RESETB	LA23_P	D23	输入	低电平复位
TXNRX	LA17_N_CC	D21	输入	TDD 切换控制
SPI_CLK	LA18_N_CC	C23	输入	SPI 总线时钟
SPI_CS#	LA19_P	H22	输入	SPI 总线片选
SPI_MISO	LA20_P	G21	输入	SPI 总线数据
SPI_MOSI	LA18_P_CC	C22	输出	SPI 总线数据
SYNC_IN	LA17_P_CC	D20	输入	同步触发信号
RX_CLK_N	CLK0_M2C_N	H5	输出 LVDS	数据时钟
RX_CLK_P	CLK0_M2C_P	H4	输出 LVDS	数据时钟
RX_FRAME_N	LA06_N	C11	输出 LVDS	数据帧同步
RX_FRAME_P	LA06_P	C10	输出 LVDS	数据帧同步
RXD_N0	LA08_N	G13	输出 LVDS	数据
RXD_N1	LA10_N	C15	输出 LVDS	数据
RXD_N2	LA04_N	H11	输出 LVDS	数据
RXD_N3	LA03_N	G10	输出 LVDS	数据
RXD_N4	LA05_N	D12	输出 LVDS	数据
RXD_N5	LA02_N	H8	输出 LVDS	数据

RXD_P0	LA08_P	G12	输出 LVDS	数据
RXD_P1	LA10_P	C14	输出 LVDS	数据
RXD_P2	LA04_P	H10	输出 LVDS	数据
RXD_P3	LA03_P	G9	输出 LVDS	数据
RXD_P4	LA05_P	D11	输出 LVDS	数据
RXD_P5	LA02_P	H7	输出 LVDS	数据
FB_CLK_N	CLK1_M2C_N	G3	输入 LVDS	数据回环时钟
FB_CLK_P	CLK1_M2C_P	G2	输入 LVDS	数据回环时钟
TX_FRAME_N	LA07_N	H14	输入 LVDS	数据帧同步
TX_FRAME_P	LA07_P	H13	输入 LVDS	数据帧同步
TXD_N0	LA12_N	G16	输入 LVDS	数据
TXD_N1	LA11_N	H17	输入 LVDS	数据
TXD_N2	LA13_N	D18	输入 LVDS	数据
TXD_N3	LA14_N	C19	输入 LVDS	数据
TXD_N4	LA15_N	H20	输入 LVDS	数据
TXD_N5	LA09_N	D15	输入 LVDS	数据
TXD_P0	LA12_P	G15	输入 LVDS	数据
TXD_P1	LA11_P	H16	输入 LVDS	数据
TXD_P2	LA13_P	D17	输入 LVDS	数据
TXD_P3	LA14_P	C18	输入 LVDS	数据
TXD_P4	LA15_P	H19	输入 LVDS	数据
TXD_P5	LA09_P	D14	输入 LVDS	数据
FL6000 附加信号				
CDCM_SPI_CLK	LA29_N	G31	输入	CDCM6208 SPI 配置总线
CDCM_SPI_CS	LA30_P	H34	输入	CDCM6208 SPI 配置总线
CDCM_SPI_MISO	LA31_N	G34	输入	CDCM6208 SPI 配置总线
CDCM_SPI_MOSI	LA30_N	H35	输出	CDCM6208 SPI 配置总线
CDCM_SYNC	LA33_P	G36	输入	CDCM6208 同步触发
GPIO_SCL	SCL	C30	双向	I2C eeprom AT24CM01
GPIO_SDA	SDA	C31	双向	I2C eeprom AT24CM01
PPS_1SR	LA32_N	H38	输出	GPS 模块的 1pps
REF_SELECT	LA29_P	G30	输入	1=外参考, 0=内部 GPS 模块参考
REF_SELECT2	LA31_P	G33	输入	0=内部 VCTCXO 晶振, 1=外参考或 GPS
FDDTDD_SW	LA28_N	H32	输入	射频开关 双工切换
TRX_SW	LA27_N	C27	输入	射频开关 双工切换
TXD_GPSR	LA32_P	H37	输出	GPS 模块 UART
RXD_GPSR	LA33_N	G37	输入	GPS 模块 UART

所有单端信号电平范围 1.8V~2.5V

7. FMC 供电:

扩展模块需要三种电源供电:

12V: 1A

3.3V: 1A

VADJ: 1A 1.8V~2.5V

8. FL6000 尺寸图:

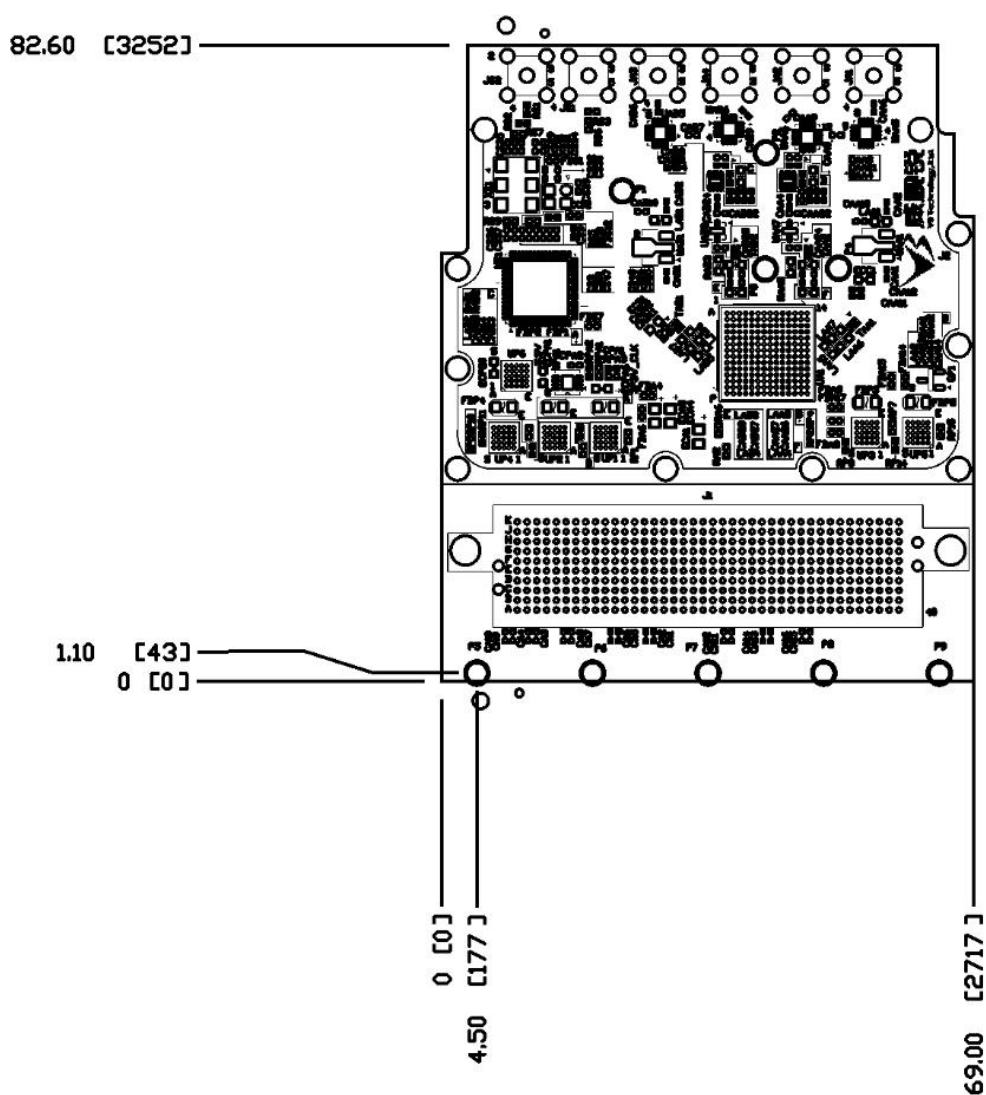


图 4 FMC 子板图

9. FL6000 实物图:

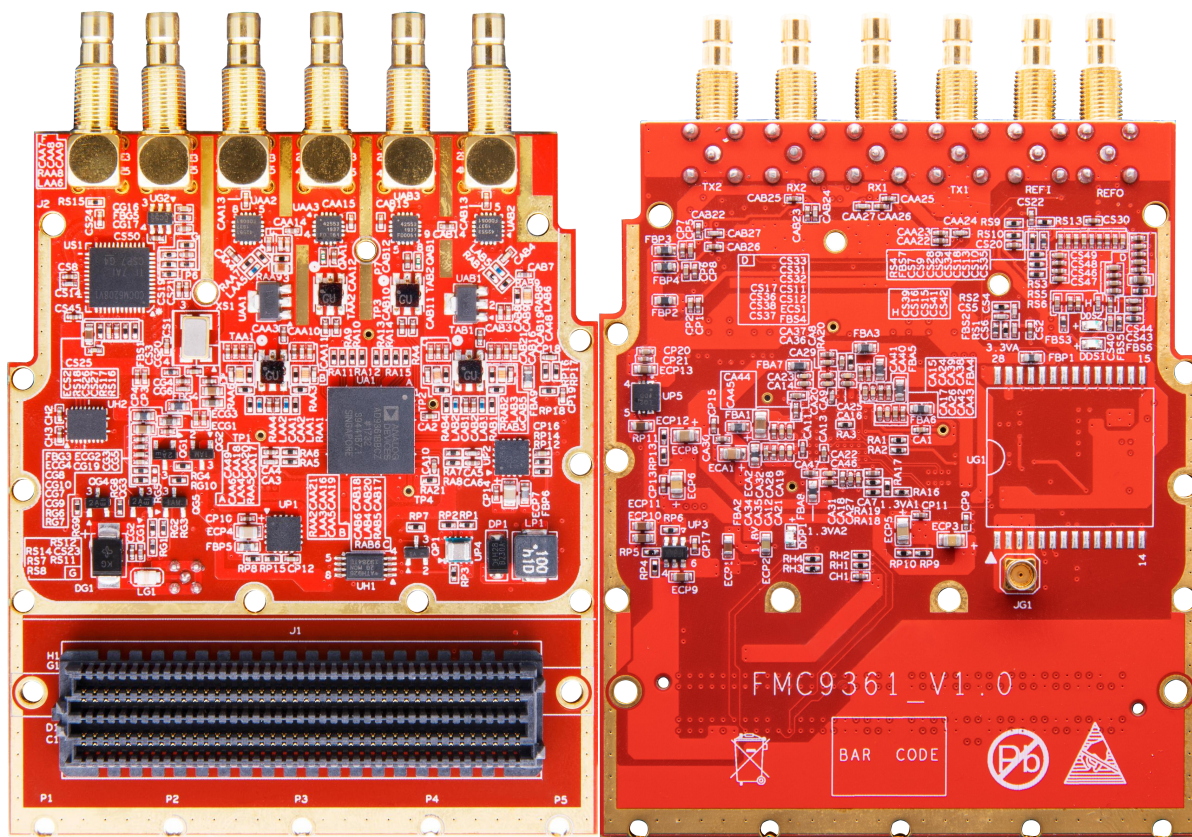


图 5 实物图片

10. FL6000 典型指标测试:

表 3 P1dB 输出功率

频点 (MHz)	衰减 (dB) txatt	输出功率 (dBm)
500	8e3	13.1
1000	8e3	12.6
1500	6e3	12.1
2000	5e3	12.9
2500	5e3	12
3000	4e3	6.8
3500	2e3	7.5
4000	2e3	10.4
4500	2e3	10.2
5000	2e3	9.4
5500	2e3	6.3
5800	2e3	4.7

表 4 接收 5dB 增益 P1dB 输入功率

频点 (MHz)	P1dB 输入 (dBm)
500	-10.8
1000	-11.2
1500	-12.1
2000	-11.8
2500	-7
3000	-2.4
3500	2.2
4000	7.2
4500	-3.1
5000	-3.4
5500	-2.5

表 5 接收 70dB 增益 P1dB 输入功率

频点(MHz)	P1dB 输入(dBm)
500	-65.8
1000	-66.2
1500	-67.1
2000	-66.8
2500	-67
3000	-62.4
3500	-62.3
4000	-57.8
4500	-53.1
5000	-53.4
5500	-58.8

表 6 灵敏度

频点(MHz)	灵敏度(dBm)
500	-85.8
1000	-88.2
1500	-87.1
2000	-86.8
2500	-87
3000	-84.4
3500	-84.3
4000	-81.8
4500	-81.1
5000	-82.4
5500	-83.8

注：带宽 30.72MHz, 载噪比门限 3.5dB, Y520_50 接收增益 rx_gain=71

表 7 相位噪声

Y520_50	200MHz	400M	1000M	2000M	2500M	3000M	3800M	4500M	5000M	5500M
100Hz	-86	-82	-75	-71	-68	-66	-63	-63	-62	-61
1KHz	-103	-99	-92	-86	-85	-82	-81	-80	-79	-78
10KHz	-105	-102	-95	-89	-88	-85	-84	-82	-81	-80
100KHz	-115	-112	-106	-99	-99	-95	-94	-92	-91	-90
1MHz	-132	-130	-127	-123	-115	-116	-118	-113	-114	-112