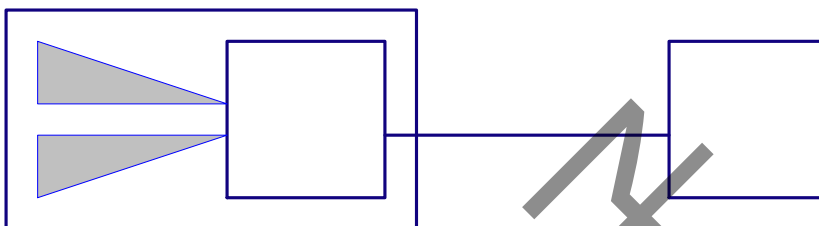


电磁辐射测试电路

电磁辐射与我们的生活密切相关。无线电通讯设备、微波炉、电力设施、电磁炉、高铁、广播，等等等等，太阳光也是电磁波辐射。我们关心周围电磁辐射究竟多大，是否安全，国家标准有推荐参考，GB8702-88 标准对于 30MHz—3GHz 范围的电磁波辐射，公众安全限值为 $0.4\text{W}/\text{m}^2$ ，职业工作安全限值为 $2\text{W}/\text{m}^2$ 。这些数值的含义是什么呢？我们可以通过测试仪器进行度量，可以让我们放心地生活的安全的环境，也可以及时发现辐射超标的场所。

我们可以利用智能手机的一些资源，将测试数据显示、报警、存档、分析等工作放在手机上，测试电路就可以简化。

电磁辐射测试包括天线、射频检测电路组件、以及与之相连的智能手机。采用音频接口供电和数据通讯。在手机上运行 APP，其在音频接口上输出音频信号，射频检测电路组件从中获得能源，并工作。



DZ161101 电路是上图中的电路组件。其包括射频信号检测电路 AD8313 芯片，单片机以及音频接口供电及通讯的电路。单片机测量电源电压、射频信号强度、环境温度等信息。

单片机工作在较低功耗模式，AD8313 也间隙工作，以降低电源消耗，使得音频接口供电能够满足测量辐射强度的要求。

R10 是热敏电阻，用于测量环境温度。

DAC0 反应采样数值，用于外接电压表只是辐射强度。

音频接口两路信号经过 LC 谐振升压，整流后供给电路板工作。其中一路是经过信号强度调制的，可用于接收智能手机发送给电路组件的串口信号。

单片机上电以后，周而复始进行测量，测量信号强度，测量温度，测量电源电压。实际发送命令，可以上报电源电压，射频信号强度，环境温度，也可以上报电路组件的序列号。

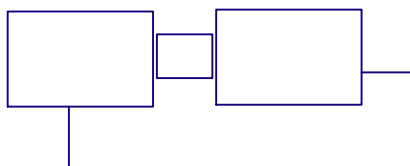
实际产品中 J1 是 3.5mm 标准 4 芯音频座，可以与手机 3.5mm 耳机插孔用音频线连接工作。从左右声道中手机 APP 给出的特定频率信号取电，并从右声道中解调来自手机（或者效标工装模拟手机）音频口的串口命令信号。在 MIC 线上发送串口数据。

该电路整机在低功耗模式下运行，监听串行命令。按照简易串行通讯协议解析，可以进行温度测量、电路工作电压测量、天线信号强度测量、上报序列号。其中，温度传感器来自 R10 处焊接的 $10\text{k}/25^\circ\text{C}$ ，B 值为 3950 的热敏电阻；电压采样来自分压电阻网络；信号强度测量来自射频芯片 AD8313。

标校工装电路

电磁辐射测试电路配上标准的天线，就可以用于实际测量了。但是，在出厂前，我们应该对于每一个电路板进行测试验证，电路板以及芯片之间的差异，应该可以补偿。为此，需要一个出厂验证标校的测试工装。

DZ1602 电路用于模拟智能手机，产生音频信号，以及同电路组件通讯，同时，它还产生射频信号，模拟来自天线的射频信号，验证射频检测电路的工作。



电路标校

该电路工作时需外加 5V 工作电压。本电路产生约 18.52kHz 的电压方波，通过 J1 左右声道为测试电路供电。从右声道调制发送串行测试命令。从 MIC（麦克风）线接收来自测试电路的串行测量数据。

该电路通过按键控制，其中轻触开关 K1 切换测量对象，轻触开关 K2 可以再次测量。通过串口自动发出相应的测量或查询命令。按照简易串行通讯协议解析，将测量电路回传的测量结果显示在 4 位数码管上。

数码管内容及其说明如下：

序号	显示内容	说明
1	0.123/45.67/8900.	开机测试数码管是否正常，固定时间切换，共三帧。
2	r25.0/t25.1	默认开机显示内容（请不要去修改程序中的 251 值）
3	u4.23	u 表示测试电路自测的工作电压为 4.23，单位：伏特。
4	r000	r 表示 RSSI 接收信号强度为标校零点。单位： $x \cdot \mu W/mm^2$
5	tDE.F	t 表示温度。DE.F 值域范围：00.0-99.9（单位：℃）

可以逐个顺序发送温度测量、电路工作电压测量、天行信号强度测量、序列号查询四种命令。

首次切换到射频信号测量时，自动校零，所以显示结果恰好是 0。接着连续 3 次的切换，将改变本电路射频工作组件工作在另外 3 种天线类型及相应的射频输出信号，通过工装电路的 J3 射频接口提供给测量电路测量。

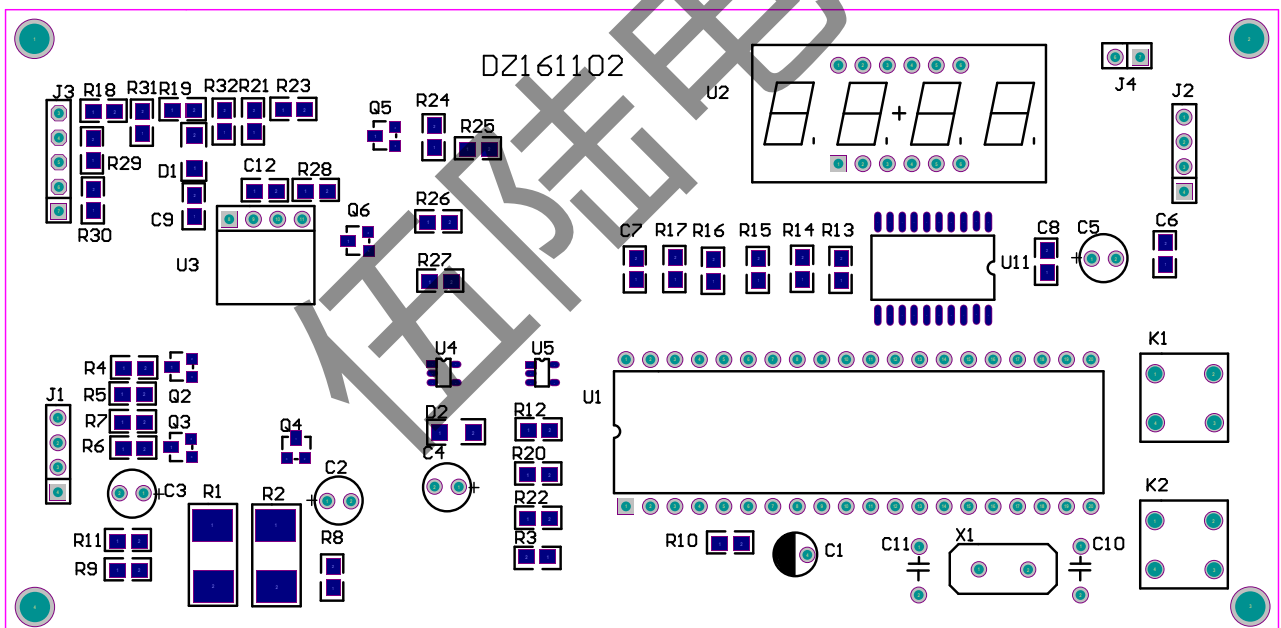
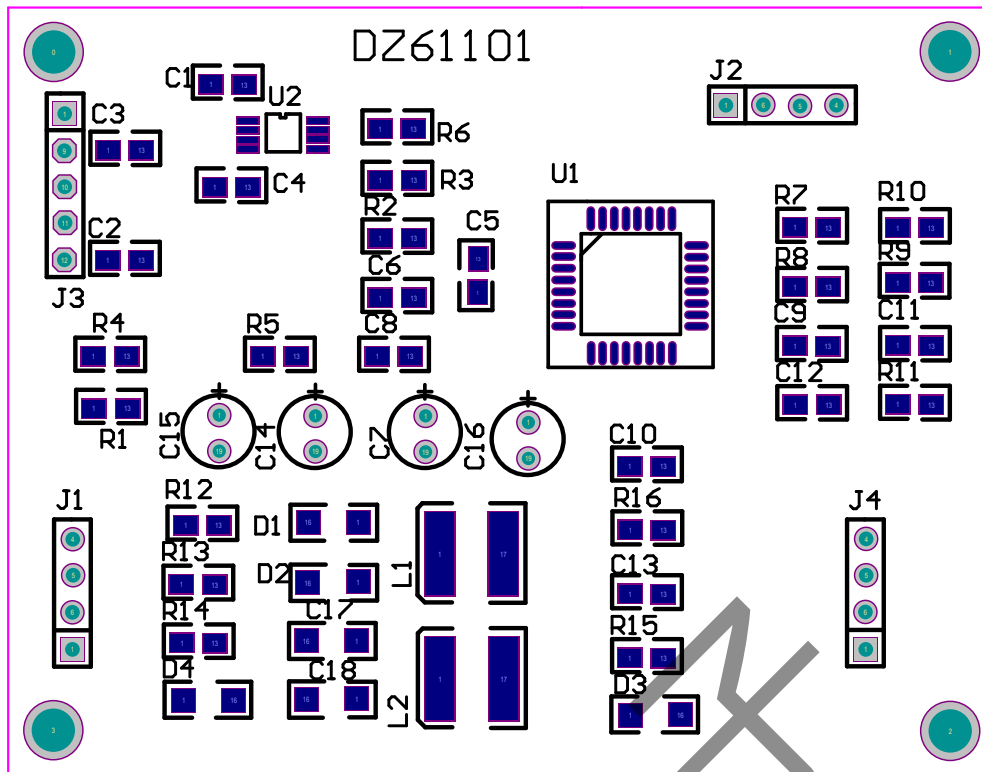
测量电路和工装电路，通过 J1 的连接，能实现串口通讯。它们都可以分别直接通过串口单独供电并进行串口的调试。遵守以下协议约定：

1. 通讯方式：异步串行全双工通讯，波特率固定为 300bps。1+8+1 帧格式。文明通讯，字符为 ASCII 码。英文字符为大写字母。
2. 主从应答式。单发单收。简易命令和数据格式示例如下：

序号	工装（主站）		测量电路（从站）		说明
	发送	内容	应答	内容	
1	U	电压查询	U456	电压测量结果为 4.56V	测量电路板电压值
2	R	场强查询	R123	场强测量结果为 $123 x \cdot \mu W/mm^2$	x 系数待定
3	T	温度查询	T234	温度测量结果为 23.4℃	热敏电阻温度值
4	C	序列号查询	C789	序列号为 789	测量电路板序列号

一傻女数字部分均为示例，实际数据以测量电路发出的内容为准。

现场配发一个 USB 串口，计算机上有串口调试助手，可以辅助调试。



装配注意

DZ161101 电路板:R10 是热敏电阻传感器, 外接。J2 是程序下载接口, 芯片中已有程序, 因此不装配。J3 是连接天线的接口, 要求焊接向下的单排座, 即在电路板顶层焊接。

DZ161102 电路板:U3 是一个 315MHz 射频发射电路, 供电以后, 在 ANT 端输出射频信号。装配焊接时, 通过单排针焊接。注意, 有标记的面向上。(课参考电路原理图)

1101						
参数型号	位号	封装	参数型号	位号	封装	标记
1N4148	D4	1206 D	100uF	C15	CD0. 1	
1k	R16	0805	100uF	C14	CD0. 1	
1k	R3	0805	100uF	C16	CD0. 1	
1k	R11	0805	224	C5	0805	
10k	R12	0805	224	C8	0805	
10k	R4	0805	224	C12	0805	
10k	R13	0805	tm224	C10	0805	
10k	R14	0805	224	C6	0805	
10k	R15	0805	224	C11	0805	
10k	R10	xxx	224	C9	0805	
10k	R1	0805	1mH	L1	7257	
10k	R9	0805	1mH	L2	7257	
10k	R8	0805	AD8313	U2	MR-8	J1A
20k	R7	0805	C8051F410	U1	TQFP-32	
33uF	C7	CD0. 1	CON4	J4	SIP4	
51	R5	0805	CON4	J2	SIP4	
100k	R6	0805	CON4	J1	SIP4	
100k	R2	0805	CON5	J3	SIP5	
102	C4	0805	SS16	D3	1206 D	
102	C1	0805	SS16	D1	1206 D	
102	C2	0805	SS16	D2	1206 D	
102	C3	0805				
104	C13	0805				
224	C17	1206				
224	C18	1206				

1102						
参数型号	位号	封装	参数型号	位号	封装	标记
1N4148	D2	1206 D	89S52	U1	DIP40	
15	R1	2512	100k	R9	0805	
1k	R12	0805	102	C9	0805	
15	R2	2512	102	C12	0805	
2k	R20	0805	100uF	C5	CD0. 1	
2k	R3	0805	100uF	C2	CD0. 1	
3. 3	R4	0805	100uF	C4	CD0. 1	
3. 3	R6	0805	224	C7	0805	
3. 3	R5	0805	224	C8	0805	
3. 3	R7	0805	224	C6	0805	
5. 1k	R8	0805	330	R21	0805	
5. 1k	R22	0805	S9012	Q5	SOT-23Q	
10k	R32	0805	MCP6001	U5	SOT-23-5	CDDM
10k	R10	0805	MCP6001	U4	SOT-23-5	CDDM
10k	R27	0805	AN-56A	K2	AN-56A	
10k	R26	0805	AN-56A	K1	AN-56A	
10k	R17	0805	BAP50-03	D1	1206 D	
10k	R23	0805	CON4	T1	SIP4	
10k	R15	0805	CON4	T2	SIP4	
10k	R16	0805	CON4	U3	SIP4	
10k	R13	0805	CON5	T3	SIP5	
10k	R14	0805	FI3461AH	U2	LED8888S	
10k	R24	0805	S9014		SOT-23Q	
10k	R25	0805	SI2301	Q6	SOT-23M	A1
10uF	C1	RB. 1/. 2	SI2302	Q4	SOT-23M	A2
12MHz	X1	XTAL	SI2302	Q2	SOT-23M	A2
20k	R11	0805	SI2302	Q3	SOT-23M	A2
20n	C11	CAP	TM1602	U11	SOL-20	A2
20n	C10	CAP	51	R28	0805	
33uF	C3	CD0. 1	51	R18	0805	
51	R29	0805	51	R30	0805	
51	R31	0805	51	R19	0805	

