

采购要求

序号	名称	技术参数	数量
1	通信原理实验箱	<p>一、功能要求</p> <p>1、实验箱应采用模块化设计，支持多台实验箱模块之间自主搭建通信收发系统，实现文本、音频、视频无线传输。</p> <p>2、实验箱应内置不低于7寸的触控显示屏，支持实验指导书、实验原理图、波形参考图、实验参数直接在显示屏上操作和查看。</p> <p>★3、实验箱应具备仪器仪表测试功能区：示波器、逻辑分析仪、误码测试仪具有独立的物理测试接口，且示波器还具备专用探头保护接口。（需提供仪器仪表测试功能区的图片进行证明）</p> <p>4、实验模块保护措施必须同时包含：存储时全方位外壳保护、安装时模块电路防反接保护、实验时测试端口与芯片隔离保护。</p> <p>5、每个实验模块均应配置独立的电源拨动开关，根据实验需求独立开启电源开关。</p> <p>6、实验模块上应有清晰的原理框图和信号流程图，信号每一次变化都有相应的测试点进行测试。</p> <p>7、收发通道应采用不同的时钟，能展示失步现象及同步过程。</p> <p>8、软件无线电创新开发平台要求：</p> <p>★1）软件无线电创新开发平台采用独立供电接口，既可以安装在实验箱上使用，也可以独立使用。（提供实物图片证明两种供电方式）</p> <p>2）需提供宽带射频收发接口，频率范围：10M~1GHz。</p> <p>3）应提供以太网接口，支持与PC机端的虚实结合创新开发软件对接，进行实时软硬协同仿真实验及开发；支持通过以太网口远程对基带处理单元加载FPGA算法程序。</p> <p>4）应内嵌有FPGA基带信号处理单元，并提供标准JTAG下载接口，可直接进行Verilog HDL算法开发以及程序下载调试。</p> <p>5）应提供音频输入输出一体接口，完成音频信号传输功能。</p> <p>6）应提供不少于8路模拟信号端口和8路数字信号端口用于信号测试。</p> <p>9、虚实结合创新开发软件要求：</p> <p>1）软件除了提供多种通信算法模块颗粒外，还应提供多种虚拟仪器仪表，比如示波器、误码测试仪等。</p> <p>2）软件应能开放用户算法库，支持让用户自定义设计算法模块，定制个性化功能。</p> <p>★3）软件应支持在实验中调用不少于三个以上虚拟示波器，且能仿真真实示波器释抑、单次触发、频谱分析等功能。支持YT与XY模式的切换，便于观测星座图。（需提供仿真软件同时调用不少于四个虚拟示波器进行实验实时观测的操作截图</p>	36台

	<p>展示)</p> <p>4) 应能支持拖拽调用各种算法模块以及虚拟仪表, 通过自主连线操作搭建出通信传输系统。</p> <p>★5) 软件包含: 信源编译码、信道编译码、基带传输编译码、数字调制及解调、同步技术、复用技术等不少于 6 个大类, 算法颗粒≥ 30 个。(需提供图片证明有 6 个大类以及 30 个以上的算法颗粒)</p> <p>6) 软件支持直接将每个实验过程设置、连线、结果进行本地保存, 后续可直接调用无需重新搭建。</p> <p>★7) 配套软件应提供虚拟二次开发功能模块, 直接拖放二次开发功能模块, 加载 m 函数, 与已有算法模块自由组合连线进行各类通信系统设计。(需提供软件二次开发功能模块加载 m 函数并与已有算法模块自由组合连线搭建出通信传输系统的截图证明)</p> <p>8) 软件支持与软件无线电创新开发平台互联, 完成虚实结合实时协同实验。</p> <p>★9) 软件除了能够支持与软件无线电创新开发平台进行虚实结合实验外, 还必须支持与 NI 公司的 USRP、ADI 公司的 PLUTO 以及 HackRF、电视棒等市面上主流 SDR 硬件设备进行互联, 并进行语音、视频信号的实时传输。(需针对该项功能提供承诺函)</p> <p>10、实验模块应包含: 主控&仪器仪表模块、信源编译码模块、信道编译码模块、基带传输&时分复用模块、数字调制解调模块、载波同步及位同步模块、综合实验&创新开发模块。</p> <p>二、技术指标要求</p> <p>1、信号源:</p> <p>正弦波: 频率范围: 0~2MHz 幅度范围: 0~5V 三角波: 频率范围: 0~100KHz 幅度范围: 0~5V 方波: 频率范围: 0~100KHz 幅度范围: 0~5V 音乐信号: 真人真唱的音乐信号 被抽样信号: 1KHz+3KHz 正弦波</p> <p>2、自定义数字信号: 能提供拨码开关任意设置不少于 4 组 8bit 数字信号作为信号源, 时钟信号速率范围: 1KHz~2048KHz</p> <p>3、PN 序列: 码长 15 位/127 位可选 码速率范围: 1kbps~2048kbps</p> <p>三、实验内容要求</p> <p>1、基础验证: 模拟调制解调实验不少于 4 个, 信源编译码实验不少于 4 个, 信道编译码实验不少于 5 个、基带传输编译码实验不小于 4 个、数字调制解调实验不小少于 10 个、同步实验不少于 4 个。</p> <p>2、综合设计: 时分复用解复用实验、HDB3 线路编码通信系统综合实验、ASK 通信系统综合实验、FSK 通信系统综合实验、BPSK 通信系统综合实验、DBPSK 通信系统综合实验、基于 FM</p>	
--	--	--

		<p>调制的音频传输无线通信系统、基于 QPSK 调制的音频传输无线通信系统、基于 MSK 调制的图像视频传输无线通信系统、基于软件无线电技术的 FM 收音机。</p> <p>3、创新开发：基于 FPGA、C 语言、MATLAB 的创新开发案例 ≥ 10 个。</p>	
2	信号系统与图像处理实验箱	<p>一、功能要求</p> <p>★1、实验箱应采用模块化设计，不少于能同时放置 8 个实验模块，应集成有信号源、电压表和频率计。（需提供实验箱放置模块后的实物图片证明）</p> <p>2、实验模块保护措施必须同时包含：存储时全方位外壳保护、安装时模块电路防反接保护、实验时测试端口与芯片隔离保护。</p> <p>★3、每个实验模块均应配置独立的电源拨动开关，根据实验需求独立开启电源开关。（需提供实物模块图片证明）</p> <p>4、应提供分离元器件专用模块：运放 ≥ 2 个、电阻 ≥ 10 个、电容 ≥ 4 个、电感 ≥ 4 个，可与其它实验模块配合使用。</p> <p>5、应包括调幅及频分复用模块，能够涵盖频分复用及解复用方面的实验。</p> <p>6、应通过数字信号处理方式实现信号自卷积、信号与系统卷积、信号的分解与合成、信号的频谱分析。</p> <p>★7、应提供数字图像处理模块，支持完成图像边缘检测、图像直方图统计、图像取反等功能。（需针对该项功能提供承诺函）</p> <p>8、实验模块应包含：电压表及直流信号源模块、信号源及频率计模块、抽样定理及滤波器模块、数字信号处理模块、一阶系统特性、二阶系统特性、调幅及频分复用模块、基本运算单元及连续系统模拟模块、数据采集&虚拟仪器模块、数字图像处理模块。</p> <p>9、需整体配置教师用仿真软件、数据采集模块、信号实时处理软件、PPT 课件、电子版实验指导书各，且满足以下要求：</p> <p>1) 仿真软件实验模块与硬件模块外观、功能操作保持完全一致。</p> <p>★2) 为提升学生实践能力，仿真软件应支持学生自由进行各个实验模块的拖放、连线及调测，不接受静态加载整个实验平台，并且拖放出的模块支持实物模块图和实验原理图两种实验模式切换，支持在实物模块图和实验原理图上连线。（需提供仿真软件拖拽出两个实验模块，并且两个模块其中分别以实物模块图和实验原理图显示并支持连线的截图证明）</p> <p>★3) 为培养学生的仪表操作能力，仿真软件内的虚拟示波器应以真实示波器为原型，操作方式及显示效果应与真实示波器保持一致，不接受直接绘制波形的方案。（需提供仿真软件内的示波器截图展示通道打开/关闭、幅度/位置调整、触发设置、释抑调整、YT/XY 显示等功能，效果应与真实示波器一致。）</p>	36 台

	<p>★4) 配套仿真软件应提供虚拟二次开发功能模块，直接拖放二次开发功能模块,加载 Matlab 的 m 函数和 c 语言的 DLL 文件，与已有模块自由组合连线进行各类通信系统设计。(需提供仿真软件同时调用两个二次开发模块，分别加载 m 函数和 DLL 文件与已有模块进行连线的截图证明)</p> <p>5) 数据采集模块应内置 USB3.0 接口、DA/AD 转换器；音频信号 MIC 输入接口与 ADC 接口分离设计，可满足不同信号源输入要求。DAC 与耳机接口分离设计，方便同时回放监听和示波器观测。</p> <p>6) 信号实时处理软件支持信号实时采集处理、滤波器设计、信号卷积、信号尺度变换等功能。</p> <p>★7) 信号实时处理软件支持对采集的信号进行分区显示，包含：原始信号时域、频域、处理后信号时域、频域共四个分区，并且能实时设计低通、高通、带通滤波器。(需提供信号实时处理软件截图证明)</p> <p>8) 数据采集模块和信号实时处理软件可完成数据采集、分析、存储、回放，且回放支持快速播放和减速播放。</p> <p>二、技术指标要求</p> <p>1、信号源指标：</p> <p>1) 直流信号源：两路直流信号输出，信号源幅度可调范围是 -5V~5V。</p> <p>2) 交流信号源：可产生三角波、方波、正弦波，频率、幅度均可调。</p> <p>正弦波：10Hz~2MHz，$V_{p-p}=5V$；</p> <p>三角波：10Hz~100KHz，$V_{p-p}=5V$；</p> <p>方波：10Hz~100KHz，$V_{p-p}=5V$。且方波占空比任意可调</p> <p>2、扫频信号源指标：扫频范围：10Hz~2MHz，且扫频范围、扫频分辨率可任意调节。</p> <p>3、电压表指标：电压表可测直流信号和交流信号，测量范围为：</p> <p>直流信号：-10V~10V；</p> <p>交流信号：0~20V。</p> <p>4、频率计指标：测频范围：1Hz~2MHz</p> <p>三、实验内容要求</p> <p>1、基础验证：常规信号观测实验、阶跃响应与冲激响应、连续时间系统的模拟、无失真传输模块、有源无源滤波器、抽样定理与信号恢复、二阶网络函数的模拟、二阶网络状态轨迹显示实验、一阶电路系统的频响测试实验、二阶电路系统的频响测试实验、二阶电路的传输特性、信号卷积实验、矩形脉冲信号的分解与合成、相位对信号合成的影响、极点对频响特性的影响、系统相平面分析。</p> <p>2、综合设计：信号的频谱分析、数字滤波实验、直接数字频率合成、FDM 频分复用传输系统、音频信号采集及观测实验、</p>	
--	---	--

		<p>音频信号采集及 FFT 频谱分析实验、音频信号采集及尺度变换实验、音频信号带限处理及 FIR 数字滤波器设计实验、图像边缘检测、图像直方图统计、图像取反。</p> <p>3、创新开发：基于 DSP、C 语言、MATLAB 的创新开发案例 \geq 10 个。</p>	
3	示波器	<ol style="list-style-type: none"> 1、不少于四个模拟通道 2、★模拟带宽不小于 100MHz 3、★实时采样率不小于 1GSa/S, 四个通道同时开启采样率不小于 500MSa/s 4、存储深度不小于 14Mpts 5、时基档位 1nS/div ~ 100S/div 6、★垂直档位 500uV/div ~ 10V/div 7、14M 点全采样点数据处理 8、★1M 点的 FFT 数据量, 极高的频谱分辨率 9、★波形捕获率不少于 400, 000 帧/秒 10、支持标签：使用多通道测量时, 对不同的信源设置对应标签, 大大方便观察和阅读 11、支持计数器 12、★支持数据记录仪, 可对原始采样点或者测量值进行长时间记录 (波形记录仪, 最大采样率: 25kSa/s; 最小采样率: 1Sa/s) 13、★测量值记录仪: 最大记录间隔 10 分钟; 最小记录间隔 0.1 秒。支持记录不少于 4 路测量值 14、支持 NTP, 更新本地时间 15、增强分辨率模式, 等效增强 3-bit 16、标配: 边沿、斜率、脉宽、窗口、欠幅、间隔、超时、码型、高清视频触发 17、★标配: IIC, SPI, UART, RS232, CAN, LIN 触发及解码 18、★支持用户自定义 Default 按键参数, 实现 Default 按键的个性化需求 19、★安全擦除功能, 删除机器上所有的操作记录和用户数据 20、不少于 37 种自动测量参数, 支持测量统计、Zoom 测量、Math 测量、History 测量、Ref 测量 21、★支持幅频特性和相频特性扫描, 绘制波特图 22、可存储设置存储、CSV 数据、图片、二进制数据、Matlab 数据等 23、支持事件搜索和导航功能并辅以实体按键快捷操作 24、支持门限测试, 实现屏幕内自由测量 25、基于硬件实现的 Pass/Fail 功能 26、★内嵌 Web Server, 无需安装特殊的驱动和上位机软件, 通过浏览器即可对仪器进行远程控制、观察波形, 获取测量结果 27、★支持 USB WIFI, 实现无线连接 	36 台

		<p>28、丰富的 SCPI 远程控制指令</p> <p>29、多国语言显示及嵌入式在线帮助</p> <p>30、不小于 7 英寸显示屏，分辨率不小于 800*480；256 级辉度及色温显示</p> <p>31、★标配以太网 LAN 以及两个 USB Host，USB Device，D-BUS ,Trigger out 等外围接口，以方便仪器扩展和程控操作</p>	
4	信号源	<p>1. ★等性能双通道信号输出</p> <p>2. 正弦波输出频率 1uHz~30MHz</p> <p>3. 采样率不小于 150MSa/S</p> <p>4. 垂直分辨率 14-bit</p> <p>5. ★方波频率不小于 30MHz</p> <p>6. 高斯白噪声不小于 60MHz</p> <p>7. 能够输出低抖动的方波/脉冲波形，同时脉冲波可以做到脉宽、上升/下降沿精细可调.</p> <p>8. 输出幅度(高阻): $\leq 10\text{MHz} : 4\text{mV} \sim 20\text{V}; \quad > 10\text{MHz} : 4\text{mV} \sim 10\text{V}$</p> <p>9. ★方波特性: 频率: 1uHz ~ 30MHz 占空比: 0.001% ~ 99.999%</p> <p>10. ★脉冲特性: 脉宽最小: 32.6ns 占空比: 0.001~99.999%</p> <p>11. ★谐波发生器功能，可产生不少于 10 次谐波</p> <p>12. 丰富的模拟和数字调制功能: AM、DSB-AM、FM、PM、FSK、ASK 和 PWM</p> <p>13. Sweep 功能与 Burst 功能</p> <p>14. ★提供通道复制、通道耦合以及通道合并等功能</p> <p>15. 内建任意波形不少于 190 种</p> <p>16. 硬件频率计功能: 100mHz ~ 200MHz</p> <p>17. 提供功能强大的任意波形编辑器。产生波形方式有标准函数、公式编辑器和波形数学计算功能进行编辑任意波形</p> <p>18. 标配以太网 LAN 接口以及 USB Host，USB Device，等外围接口</p> <p>19. ★不小于 4.3 英寸 TFT-LCD 显示屏</p>	60 台

5	台式万用表	<ol style="list-style-type: none"> 1. ★真 5½位读数分辨率数字万用表(240,000 Count) 2. ★基本直流电压准确度 0.015% 3. ★测量速度 150 rdgs/s 4. ★测量种类:直流电压、交流电压、直流电流、交流电流、2线电阻、4线电阻、电容、二极管、连通性、频率、周期、温度 5. 直流电压测量: 200 mV, 2V, 20V, 200V, 1000V; 6. 直流电流测量: 200 μA, 2mA, 20mA, 200mA, 2A, 10A 7. 交流电压测量: True-RMS, 200 mV, 2V, 20V, 200V, 750V 8. 交流电流测量: True-RMS, 20mA, 200mA, 2A, 10A 9. 2、4线电阻测量: 200 Ω, 2K, 20K, 200K, 1M, 10M, 100M Ω 10. 电容测量: 2 nF, 20nF, 200nF, 2 μF, 200 μF, 10000uF 11. 频率与周期测量: 20Hz ~ 1 MHz; 1uS ~ 0.05S 12. 二极管测试门限电压不小于 4V, 可调。 13. 连通性测试门限电阻不小于 2K Ω, 可调 14. 支持热电偶, 热电阻温度传感器温度测量。支持热电偶类型: B, E, J, K, N, R, S, T 15. ★高精度的小电容测量特性:最小可测试 2pF 高精度的小电容 16. ★支持测量最小值/最大值/平均值、dBm、dB、限值、相对(Relative)、标准差、直方图、趋势曲线、条形图测量等。 17. 具有 10K 易失性读数存储能力 18. ★内置不小于 1 Gb Nand Flash 总容量, 海量存储仪器设置文件和数据文件 19. 内置热电偶冷端补偿 20. 支持标准 SCPI 远程控制命令、上位机软件、兼容最新主流万用表命令集 21. 设置和测量数据可通过 VXI11, USBTMC, U 盘导入或者导出以方便用户修改, 查看, 备份 22. 支持双显示测量模式 23. 标配接口: USB Host, USB Device, LAN 接口 24. ★不小于 4.3 英寸(480*272)真彩 TFT-LCD 显示屏 25. 支持基于 BS 架构和 LAN 连接的实验室智能管理系统 	36 台
---	-------	--	------

6	电源	<p>1、★三路输出, 总功率 220W: CH1:32V/3. 2A, CH2: 32V/3. 2A, CH3: 2. 5V/3. 3V/5V/3. 2A 三路通道单独可控, 电压值在设置范围内均连续可调。</p> <p>2、★最小分辨率: 10mV 10mA</p> <p>3、★最高 4 位电压和 3 位电流显示</p> <p>4、定时输出功能, 可使电源输出电压按时间变化进行调整</p> <p>5、★三种输出模式: 独立, 串联和并联连接</p> <p>6、★通道间相互隔离</p> <p>7、★具备短路和过载保护</p> <p>8、支持键盘锁定, 防止误操作。</p> <p>9、内部 5 组系统参数保存/ 调取, 支持数据存储空间扩展</p> <p>10、设定精度: 电压$\pm(0.5\% \text{ reading} + 2\text{digits})$, 电流$\pm(0.5\% \text{ reading} + 2\text{digits})$</p> <p>11、回读精度: 电压$\pm(0.5\% \text{ reading} + 2\text{digits})$, 电流$\pm(0.5\% \text{ reading} + 2\text{digits})$</p> <p>12、恒压模式 电源调整率: $\leq 0.01\% + 2\text{mV}$ 负载调整率: $\leq 0.01\% + 2\text{mV}$ 纹波与噪声: $\leq 300\text{uVrms}(5\text{Hz} \sim 1\text{MHz})$</p> <p>13、并联模式 电源调整率: $\leq 0.01\% + 2\text{mV}$ 负载调整率: $\leq 0.01\% + 2\text{mV}$</p> <p>14、串联模式 电源调整率: $\leq 0.01\% + 5\text{mV}$ 负载调整率: $\leq 300\text{mV}$</p> <p>15、CH3 输出电压: $(2.5/3.3/5\text{V}) \pm 8\%$ 线性调整率: $\leq 0.01\% + 2\text{mV}$ 负载调整率: $\leq 0.01\% + 2\text{mV}$ 纹波与噪声: $\leq 350 \text{uVrms}(5\text{Hz} \sim 1\text{MHz})$</p> <p>16、智能温控风扇, 有效降低噪音</p> <p>17、提供上位机软件并支持软件设定定时功能</p> <p>18、★支持 SCPI 远程控制指令及 LabView 驱动包, 满足远程控制通信需求</p> <p>19、★标配 USB Device, LAN 等接口。</p> <p>20、★不小于 4.3 英寸的 TFT-LCD 液晶显示屏, 不小于 480*272 高分辨率, 清晰的图形化界面及波形显示</p> <p>21、支持基于 BS 架构和 LAN 连接的实验室智能管理系统</p>	36 台
---	----	--	------

7	毫 伏 表	<p>频率范围：5Hz ~ 6MHz</p> <p>测量电压范围：50 μV ~ 400Vrms ， 浮地测试</p> <p>★ 测量显示功能：4 1/2 位, ≥ 2 路通道，同时显示，可分别选择 4 种单位：V, W, dBm, Vpp</p> <p> ≥ 5 种测量电压量程：4mV, 40mV, 400mV, 40V, 400V</p> <p>★测量电压基本准确度：读数值的$\pm 1\%$(1kHz)</p> <p>可同时显示测量频率，相当于一个频率计数器</p> <p> \geq测频闸门时间：1S, 10S, 100S</p> <p>★测量精度：≤ 7digits/s</p> <p>★输入阻抗：$\leq 5M\Omega$ 40PF，电压探头可切换到 $10M\Omega$</p> <p>标配：USB(Device,Host 支持 U 盘读写)、RS232，选配：LAN、GPIB</p> <p>不小于 4.3 英寸彩色 TFT LCD 显示屏，支持中英文界面</p> <p>新型金属机箱</p>	36 台
---	----------	--	------

