

第二届“凌特杯”通信系统设计大赛

武汉凌特-软件无线电创新开发平台竞赛版-使用指南

一、“凌特杯”竞赛版软硬件平台组成

软件无线电创新开发平台竞赛版由 eNodeX 10F-DS 硬件设备和 eLabRadio 通信系统设计软件两部分构成。



图 1 eNodeX 10F-DS 硬件设备
(简称 10F-DS 设备)




图 2 eLabRadio 通信系统设计软件
(简称 eLabRadio 软件)


二、eLabRadio 软件使用简介


1、运行环境要求：WIN7 及以上，建议使用 WIN10 或 WIN11。

2、PC 机硬件配置建议：INTEL CORE I5、内存 8G、独显、硬盘可用空间至少 10G，此为最低主要配置，配置越高，软件运行时越流畅。

3、eLabRadio 软件的安装

1) 主程序安装：将 eLabRadio 凌特杯大赛版.exe 安装包下载或拷贝到参赛者电脑上，双击进行安装，点击“下一步”直到安装完成，安装路径可自定义，建议使用默认英文路径或只更改安装路径的盘符，安装时间约两分钟左右(以 11 代 I7-16G RAM-64 位 WIN10 系统的测试机为例)。安装完成后桌面会生成快捷方式 。

2) .NET 运行库安装：如果 eLabRadio 软件启动时提示需要安装.NET4.8，表示计算机中缺少该运行库，请安装  ndp48-x86-x64-allos-enu.exe。(如果没有提示请忽略)

3) PLUTO 驱动安装：当 eLabRadio 软件需要与 10F-DS 设备连接进行联合仿真时，需要先安装驱动  PlutoSDR-M2k-USB-Drivers.exe。(只使用 eLabRadio 软件或者无 10F-DS 设备时，此驱动可以不安装)

4、eLabRadio 软件的启动(请根据实际情况选取其中一种)

4.1 认证方式一：网络账号授权登录(适用于有登录账号情况)


①找到快捷方式图标：电脑能访问公网，在桌面找到快捷方式图标  并使用鼠标左键双击，进入到软件登录窗口，如图 3：



图 3 软件登录窗口

②填写登录信息：如上图 7，在第一栏选择“远程服务器”、在第二三栏输入大赛报名成功后得到的账号密码、在第四栏输入服务器 IP “http://122.112.204.131:83”。

③启动软件：（注：如果不想下次输入账号密码，此时可以勾选记住密码）在图 3 界面点击“登录”按钮，会进入到如图 4 所示的软件主界面。

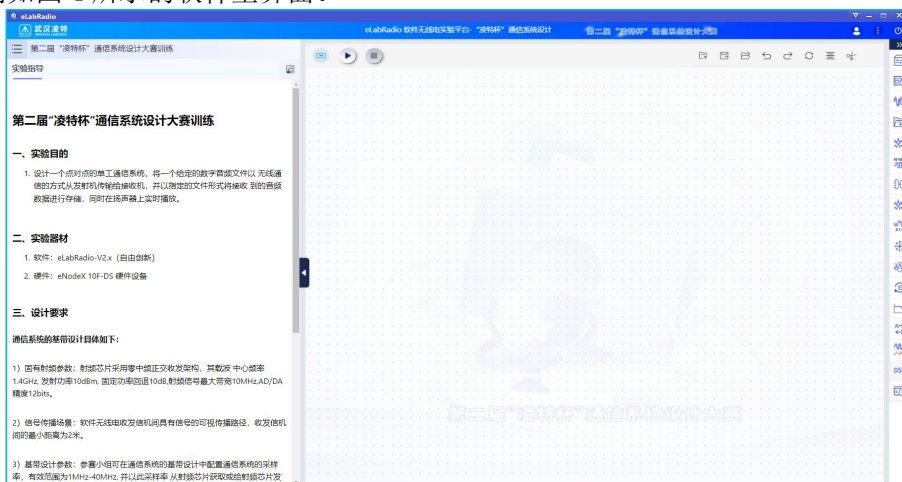


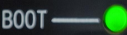
图 4 软件主界面

④软件启动成功：至此，软件就启动成功了，可以进行正式比赛前的训练了。

4.2 认证方式二：10F-DS 硬件设备授权登录（适用于有 10F-DS 硬件设备）

①连接数据线：将 eNodeX 10F-DS 设备后面板的 USB 接口与 PC 机之间用附带的 TYPE-C 数据线连接。

②接通电源：将 10F-DS 设备后面板接上随机标配的电源适配器。

③确认设备工作方式：查看 BOOT 指示灯，确认设备是否处于兼容 PLUTO 驱动方式，当 USB 接口上方的指示灯  点亮时，表示设备处于本次大赛所使用的“兼容 PLUTO 驱动方式”

（注：若 SD 卡接口上方的指示灯  点亮时，请长按电源接口左边的 RST 5 秒然后松手就可以切换到“兼容 PLUTO 驱动方式”）。

④确认驱动安装成功：当驱动安装成功后，10F-DS 设备通电后，电脑管家类软件会提示如图 5 所示信息，无此提示请看下一步。




图 5 管家类工具提示窗口



图 6 驱动安装成功后的设备管理器界面

⑤确认 PLUTO 驱动已成功安装：打开设备管理器，设备列表中有如图 6 所示的设备，表示系统已经成功安装驱动。可进行步骤⑦启动 eLabRadio 软件了，否则进行步骤⑥。

⑥确认 PLUTO 驱动已成功安装：当上面的④⑤都没有时，请双击执行  PlutoSDR-M2k-USB-Drivers.exe 驱动安装，再重复第⑤步的检查。


⑦启动 eLabRadio 软件：当驱动正常后，双击桌面的快捷方式 ，进入到认证方式选择界面如下图 7，然后选择“单机 USB 设备”，再点击“登录”，会进入到图 4 所示的软件主界面。至此，软件就启动成功了，可以进行正式比赛前的训练和使用了。



图7 eLabRadio 软件认证方式选择界面

5、eLabRadio 软件使用快速入门

5.1 如何调用或删除模块

①调用模块：软件右侧为模块列表区，单击某个大类如“信源模块”，可以展开模块列表，如图8，鼠标左键单击“模拟信号源”即可选中该模块，移动到左侧实验场景区即可调用该模块。如图9。



图8 模块大类之信源

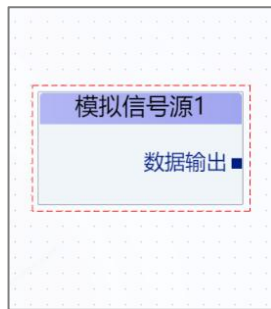


图9 模拟信号源模块



图10 模块参数面板

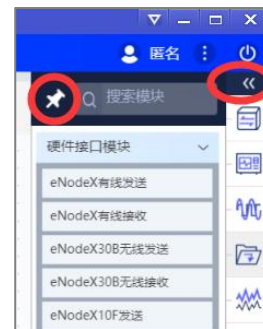



图11 置顶法



②删除模块：点击快捷方式栏的撤销按钮 ，或者在模块上单击鼠标右键，再点击“删除”即可。如果想快速删除当前实验场景区的所有模块，在实验场景空白区单击鼠标右键，点击“清空实验场景”即可。


5.2 如何设置模块参数

①选中模块：鼠标悬停在某个模块上时，其四周会呈现虚线框，如图9，此时在虚线框范围内双击鼠标左键，将会在模块库列表旁显示出模块参数面板。如图10。

②设置参数：在参数面板上设置完参数后，将鼠标移出面板框，在左侧实验场景空白区单击鼠标左键即可使参数生效（注：大部分模块的参数调整后在仿真运行过程中实时生效，如模拟信号源、滤波器等，部分参数调整后需停止仿真再运行仿真使之生效，如同步模块等）。

5.3 如何快速定位模块大类选择所需的模块

①置顶法：如图11，点击向左提示箭头  展开模块列表，再点击大头钉  置顶模块列表，使用鼠标滚轮上下滑动即可快速找到所需的模块。

②搜索法：如图12，点击  展开模块列表，直接使用搜索框，输入关键字进行搜索，如滤波。

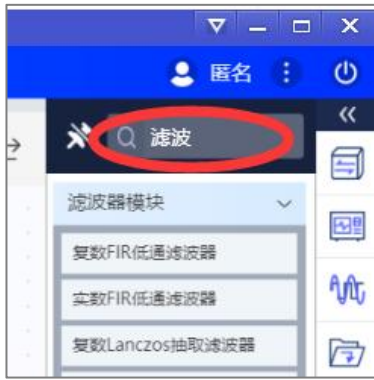


图 12 搜索法



图 13 快捷键



图 14 快捷键法定位到模块

③快捷键：长按电脑键盘的 Ctrl 键不放，模块大类会给出提示文字，如图 13，接着鼠标左键单击模块大类找到下属的子模块，如图 14。

5.4 如何搭建系统

①信道连线：如图 15，单击模块 1 的输出端并移动鼠标可引出信道连线，然后在模块 2 的输入端单击鼠标即可完成连线，根据自己设计的系统模型将多个模块级联就完成了系统搭建。

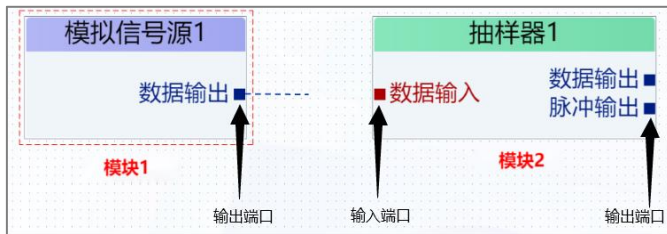


图 15 引出信道连线

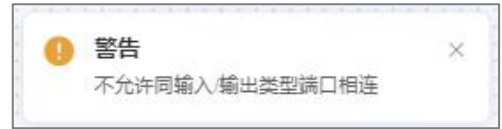



图 16 信道连线错误提示

②取消连线：某一模块已引出连线，此时单击鼠标右键即可取消连线。

③连线规则：信道连线遵循的原则是信号输入端口只能和输出端口直连，也就是说信号输入端口不能与信号输入端口连线，信号输出端口也不能和信号输出端口连线，否则连线失败且会弹出警告，如图 16。


（注：模块间端口数据类型不同也不支持连线，如复数端口连接到实数端口也会弹出警告）

5.5 如何启动仿真和停止仿真

①点击快捷方式栏的运行按钮  即可启动仿真。

②点击快捷方式栏的停止按钮  即可停止仿真。

5.6 如何使用虚拟示波器

①调用出示波器后默认为缩略状态，移动鼠标使其悬停在示波器上方，在虚线框内双击就可以进入示波器的主界面 ，示波器上相应旋钮及按键（电源键、RUN/STOP 键、位移、幅度、时间档位等）的操作方式同真实的示波器。


②星座图观测：先将模块 I、Q 两个端口输出信号连接至示波器的两个通道上，点击 DISPLAY 按钮，再点击示波器显示屏右侧的功能键，将默认的 YT 格式切换到 XY 格式即可。

③测量功能：点击示波器面板上的 MEASURE 键即可。


④光标功能：点击示波器面板上的 CURSOR 键，然后通过示波器两个通道的 POSITION 键移动光标 1 和光标 2 的参考线，显示屏将实时显示光标测量数据。

⑤FFT 功能：点击示波器面板上的 MATH 键，将“操作”选项设置为“FFT”即可，频域观测过程中的其它旋钮调整方法同真实示波器。


5.7 如何保存或打开实验案例（即如何保存实验进度）


①在线保存：点击快捷方式栏的保存按钮 ，此方式将会把实验场景中的案例保存到服务器，下次进入到软件主界面时会直接在实验场景中推送显示。

②本地保存：点击快捷方式栏的另存为按钮 ，此方式将会把实验场景中的案例保存到本地电脑磁盘中，可进行重命名和自定义案例的保存路径（文件格式.erp 不可修改）。

③打开本地保存的案例：点击快捷方式栏的打开按钮 ，定位到上次保存的路径，选中案例后点击打开即可。

5.8 如何退出软件

①退出到软件认证窗口：如图 17，点击快捷方式栏的电源按钮 ，此方式将退出到软件认证窗口。

②关闭软件：点击软件右上角的关闭按钮 ，此方式将关闭软件。

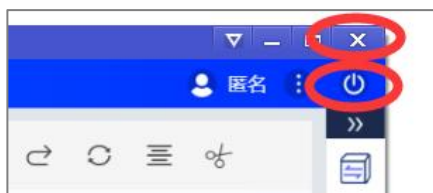


图 17 退出操作入口



图 18 软件与 10F-DS 设备连接正常



图 19 软件与 10F 连接断开

5.9 关于软硬件连接状态（仅在使用认证方式二时连接状态有效）

①软件与 10F-DS 设备连接正常：连接状态显示如图 18，此时可进行虚实结合类通信系统设计。

②软件与 10F-DS 设备连接断开：连接状态显示如图 19，此时请检查 PLUTO 驱动是否安装成功、TYPE-C 数据线是否已连接、10F-DS 设备是否已供电、10F 是否运行正常等情况。

三、10F-DS 硬件设备外设接口图解

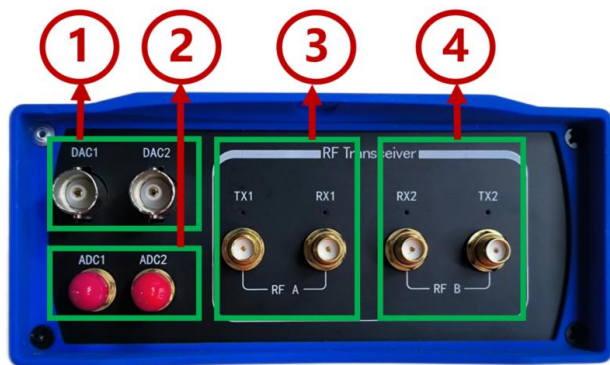


图 20 整机外观—前面板



图 21 整机外观—后面板

编号	功能说明	编号	功能说明
①	DAC1、DAC2 是基带处理单元两路 DA 输出接口。可将模拟信号输出到该接口，外接仪表进行观测。	⑧	RST (RESET) 键具有两种模式： 1) 短按是设备的复位键。 2) 长按 5 秒切换 BOOT 模式：出厂可能处于为网口通信模式，长按 RST 键 5 秒由网口通信模式切换到 USB 模式（兼容 PLUTO 驱动）。 注：大赛使用 USB 模式。

②	ADC1、ADC2 是基带处理单元两路 AD 输入接口。可用于外部模拟信号的输入。	⑨	电源接口，用于外接出厂时标配的电源适配器对设备进行直流供电。
③	这是两路射频前端无线收发口之一。TX1 是第 1 路发射端口，RX1 是第 1 路接收端口。 注：本次“凌特杯”通信系统设计大赛的软件中，默认调用第 2 路进行无线收发。第 1 路收发端口大赛版未开放。	⑩	以太网接口： 1) 在网口通信模式下，设备启动前须先连接好网线，进行鉴权，作为设备与软件的数据传输通道。 2) 可用于网口模式下进行随堂演示时仿真数据透传到硬件观测接口。 3) 可用于网口模式下进行射频通道控制。 设备 IP：默认为 192.168.1.168
④	两路射频前端无线收发口之一。TX2 是第 2 路发射端口，RX2 是第 2 路接收端口。 【大赛使用第 2 路】	⑪	SD 卡接口，默认用于存放设备运行时的资源数据，也可用于用户的数据调用。
⑤	设备预留的外部时钟输入输出接口，用于多台设备间时钟级联，保证时钟同步。	⑫	设备工作在 USB 模式下时，通过 USB2.0-typeC 传输数据，主要为兼容 PLUTO 驱动模式。
⑥	GPIO 扩展口（基带处理单元 FPGA 的 I/O 口），通过连接 GPIO 扩展模块可实现数字信号的输入或输出到示波器观测。	⑬	FPGA 和 MCU 引出的 typeC 接口，用于 FPGA 程序下载或 MCU 程序下载。
⑦	AUDIO 是音频输入、输出二合一接口。	⑭	1) PWR 是设备直流供电时的状态指示灯。 2) RUN 是设备的运行指示灯。

表 1 设备的硬件接口注解

四、10F-DS 设备的附件图示及功能说明

附件名称	图示	功能说明
电源适配器		用于连接 220V 交流电并转换为直流为设备供电。
FM 天线		用于 FM 频段实验的收发天线，如 FM 收音机。 SMA 接口，公头。
LTE 胶棒天线		用于 LTE 频段的无线接收。SMA 接口，公头。
USB2.0-typeC 数据线		1) eLabRadio 软件与 10F-DS 设备（USB 接口）间的数据传输线。 2) FPGA 开发程序下载时，设备后面板到电脑 USB 接口之间的连接线。 3) ARM 调试时，设备后面板到电脑 USB 接口之间的连接线。

表 2 10F-DS 型号的附件样图及功能说明

五、使用逻辑与状态指示 (有 10F-DS 设备时)

10F-DS 设备与 eLabRadio 软件联合使用进行通信系统设计主要包含以下步骤，如图 22：

- 硬件连接：**请先连接好电源适配器（交流电插座到设备后面板上的 12V_2A 接口）、USB-typeC 数据线（电脑 USB 口到设备后面板上的 USB 口）。
- 设备启动：**10F-DS 设备无物理电源开关，通电后，后面板上的 PWR 灯及 RUN 灯亮起后表示设备已启动。

- 3、启动 eLabRadio 软件：参考“eLabRadio 软件使用简介”中的步骤“4.2 认证方式二”进行操作。
- 4、开展通信系统设计实验：根据大赛题目的要求进行练习或正式比赛时进行系统设计。
- 5、实验完毕：设备及附件归位，整理实验数据，总结分析。



图 22 使用操作顺序简图