产品概述:

ELab v1 迷你电子实验室，是一款专注于电子元件与模块闭环测试的集成化实验平台。其核心功能涵盖波特图分析、FFT 频谱分析、频谱扫描、电压扫描，以及与 Matlab 的同步在线采集调试等，可实现对电子器件性能的全方位检测。该设备支持单台 PC 同步接收多通道信号，自带本地数据库、并能通过 TCP 协议将数据汇总至上级系统，确保测试数据的高效整合与集中管理。在兼容性方面，它完美适配 Python 与 Matlab 等主流数据分析平台，为用户提供灵活的数据分析工具选择。无论是课堂教学中的原理演示、科研阶段的设备预研，还是工程实践中的样机试制，ELab v1 都能精准契合多元场景的需求，为电子领域的教学、研发与实践工作提供稳定可靠的技术支持。

1. 输入测量功能

- **通道配置**：双通道单端输入（CH1、CH2），直流耦合方式。
- **输入阻抗**：300 kΩ～2 MΩ（可调），容抗 ≤10 pF。
- **测量范围**：
  - **低档位**：0～10 V（高精度模式）
  - **高档位**：0～100 V（扩展模式）
- **ADC 精度**：12 位分辨率，确保高精度信号采集。
- **采样率**：50 kS/s～15 MS/s（可编程调节），适应不同带宽需求。

---

2. 输出功能

- **通道配置**：两路独立输出（OUT1、OUT2），每路由两个子通道并联组成。
- **波形生成**：
  - **方波**：幅度 0～3 V，频率 1 kHz～300 kHz，占空比与相位可调。

  - **正弦波/三角波/自定义波形**：幅度 0～3 V，频率 100 Hz～30 kHz。
- **电源输出**：
  - **2.5 V / 5 V 直流输出**：支持电子模块闭环测试，5 V 最大输出电流 50 mA。
  - **OUT1 电流测量**：最大测量电流 3 mA。

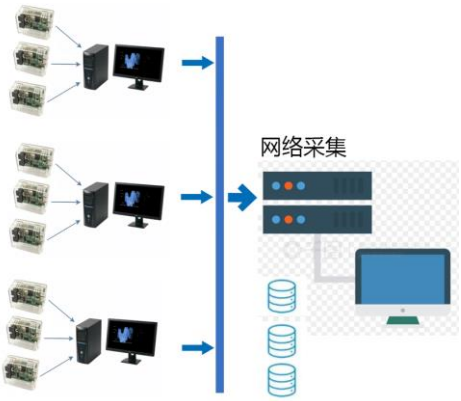
---

3. 数据传输与通信

- **USB 接口**：
  - 支持多设备并联工作。
  - 实时数据通过 TCP 协议上传至服务器，支持多客户端（PC）同步访问。
- **软件支持**：
  - 提供 **Windows & Ubuntu** 驱动及 API，兼容 MATLAB 等数学软件，便于二次开发。
  - 服务器端支持数据级联、汇总及高级分析。



通过 USB 可组建采集阵列。

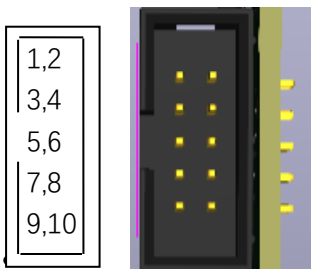


通过网络组合更大采集阵列。

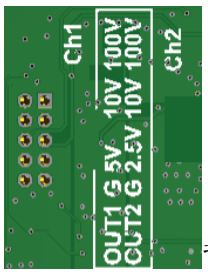
4. 安全与限制

- **输入保护：**
  - 输入电压严禁超过 **100 V**，否则可能导致设备永久损坏。
  - **禁止**将设备 GND 直接连接至 110 V/220 V 市电，以免烧毁设备或 PC。
- **误差说明：**
  - 误差范围 1%～5%。
- **触发功能：**
  - 无硬件触发支持，采用直接采集显示模式。

5. 硬件接线示意图



侧面



背面

- **输入端子：**CH1:1,3、CH2:2,4;1: 100V、2:100V、3:10V、4:10V
- **电源接口：**5V_OUT:5; 2.5V_OUT:6; GND:7,8
- **输出端子：**OUT1:9; OUT2:10
- **USB：**Micro-USB 接口

应用场景

- 电子电路调试、传感器信号采集
- 嵌入式系统测试（如 PWM 波形生成）
- 教育实验、电化学、科研数据分析

程序安装与启动指南

1. 程序安装（绿色版）

- **下载验证：**

下载程序包 qiftech.cn.lab.tar。

在终端运行以下命令验证文件完整性：bash
计算 MD5 校验值
CertUtil -hashfile qiftech.cn.lab.tar MD5
计算 SHA1 校验值
CertUtil -hashfile qiftech.cn.lab.tar
比对输出的哈希值与官方提供的校验值，确保文件完整无误。

- **程序启动：**
    - **Windows/Linux：**
      解压后可直接运行 qiftech.cn.lab，无需安装。
        - **Linux 建议：**使用 sudo ./qiftech.cn.lab 启动，以避免权限问题。
    - **注意事项：**
      若遇到 USB 连接失败，可能是因高速 USB 设备占用总线导致。解决方法：

        1. 重新插拔 USB 设备。
        2. 关闭并重启 qiftech.cn.lab 程序。

---

2. 驱动安装

- **Linux 系统：**

大多数 Linux 发行版已自带驱动。
Ubuntu 额外支持:

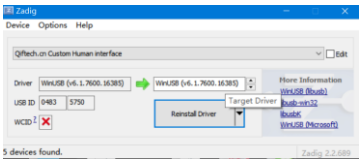
运行以下命令安装 libusb 库：bash

sudo apt-get install libusb*
设备连接检查:

接入设备后，执行 sudo lsusb -t，查看是否有新设备识别。

- **Windows 系统（Win7/10）：**

使用 Zadig 工具安装驱动。
选择 **WINUSB（推荐）** 驱动并完成安装。



安装成功后，系统将识别设备。

---

3. 设备连接优化

直接连接 PC:
建议将 **ELab v1** 直接插入电脑 USB 接口，避免使用 USB 集线器。
确保设备独占 USB 高速总线（不与其他高速设备共享）。
供电要求:
典型工作电流 <500 mA，建议使用 **优质 USB 2.0 线缆**。
支持 **3~5 台 ELab v1 并联使用**，但需确保供电稳定。
设置保存:
退出程序时，当前配置会自动保存，下次启动时恢复。

---

4. 设备选择与界面操作

1. 启动程序后，进入菜单：
   Tools → Boards → 选择 "ELab v1 迷你电子实验室"。
2. 确认设备连接状态后，即可开始使用。

常见问题处理

USB 连接不稳定:
更换 USB 端口或线缆。
关闭其他占用高速总线的设备（如摄像头、采集卡）。
驱动安装失败:

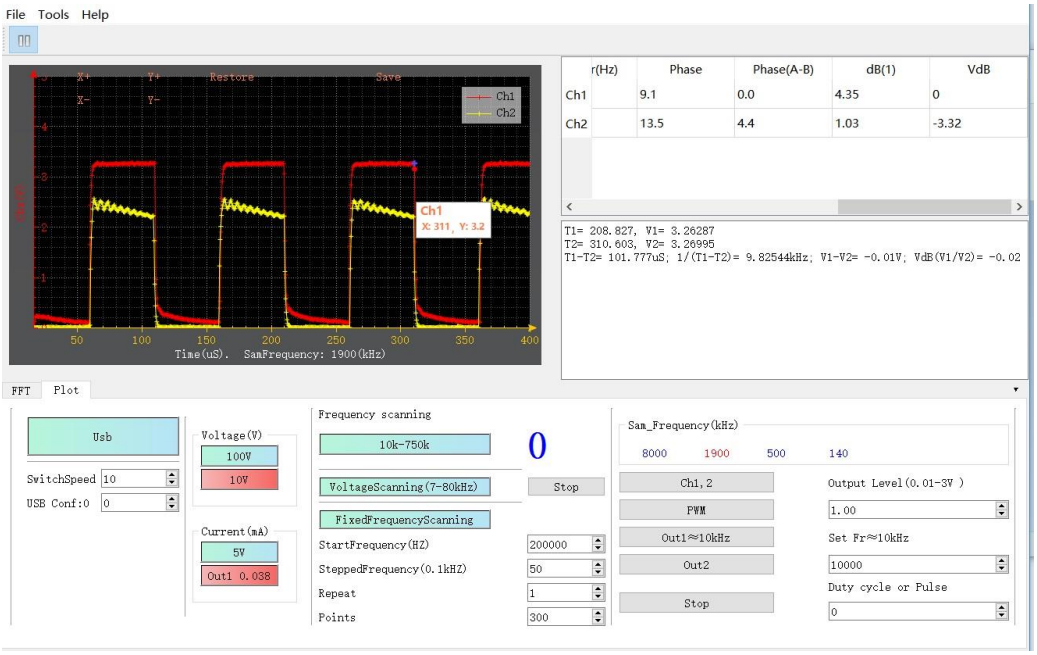
在 Windows 设备管理器中手动更新驱动，选择 WINUSB。

Linux 用户可尝试重新加载 libusb 模块: Bash

sudo modprobe usbcore

快速入门指南

1. **硬件连接**
   将两个探头上的 CH1、CH2 接口分别连接电感，并将其共同接入输出端 OUT1。
2. **波形设置**
   进入 PWM 波形设置界面，输入 10000Hz 参数，设备将自动生成并显示方波轨迹。
3. **频率测量**
   点击暂停键冻结波形后，点击方波轨迹上的任意两点，系统可自动计算并显示两点间的频率值。



电压测量

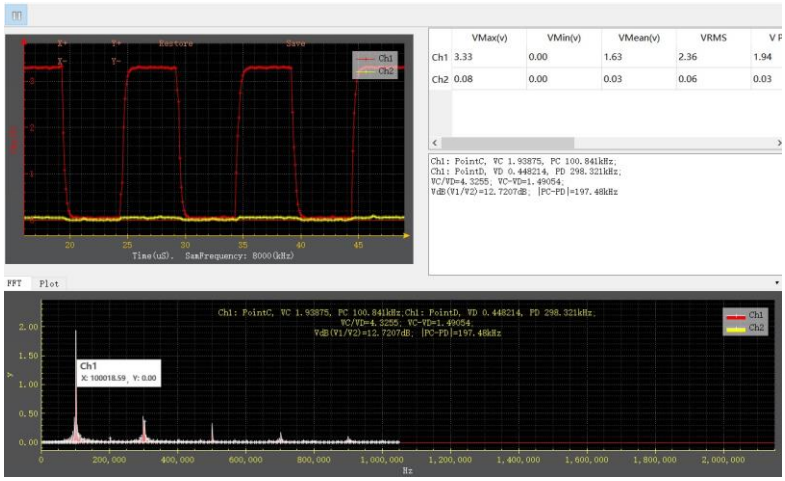
- **单端电压测量**：支持同时测量 CH1、CH2 通道与 GND 之间的单端电压。
- **数据显示**：可显示通道名称、电压范围、频谱范围、峰峰值、直流电压分量、交流电压分量、分贝值、相位与相位差、dB 与 dB 差，以及支持 CH1-CH2 差值计算、CH2/CH1 比值计算、Abs 绝对信号值计算。

电流测量

- **5V 输出电流测量**：专为 5V 电子产品测试设计，最大可提供 50mA 电流。
- **OUT1 输出电流测量**：适用于低功耗设备测试，最大可提供 3mA 电流。

FFT 频谱分析

- **奈奎斯特频率提示**：采样频率需满足奈奎斯特采样定理（采样频率≥2 倍信号最高频率），否则高于奈奎斯特频率的信号将产生混叠，导致高频分量被镜像到低频区域。
- **频谱计算操作**：点击暂停后，使用鼠标双击频谱图上任意两点，系统将自动计算并显示两点间的 FFT 频谱相关数值。



频率扫描功能说明

频率范围设置

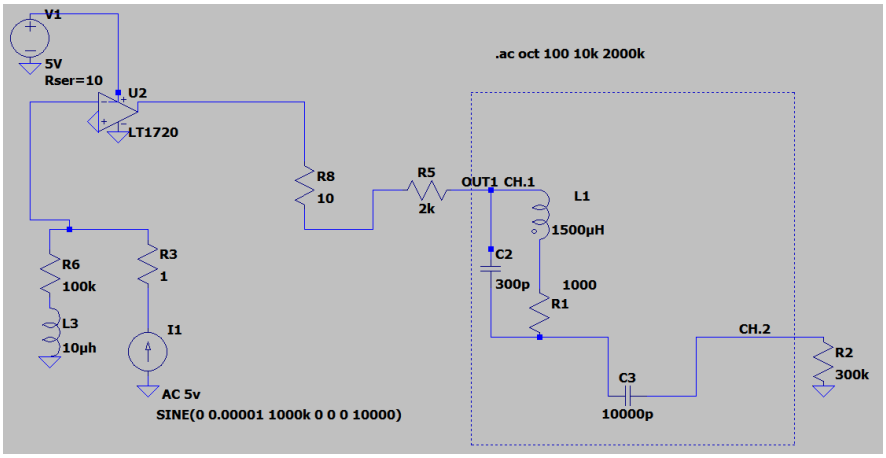
频率扫描范围为 1kHz-1.5MHz，各采样通道可独立设置。以下为 LC 谐振电路频率扫描操作指南：

LC 频率扫描配置

1. **硬件连接参考**：请参考 LTspice 模拟原理图进行连线，需添加以下关键元件：
    - L1：三脚升压电感（1.5mH，工形电感）
    - C3：10nF 电容
2. **设备连接**：
    - CH1：连接至被测电路信号输入端

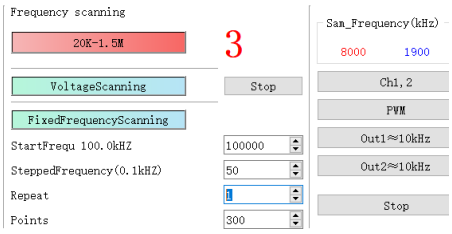
- CH2：连接至被测电路信号输出端
- OUT1：连接至被测电路激励源输入端

注意：原理图中未标注的元件为电路寄生参数，实际测试时无需额外添加。



- **采样频率设置**
  - 将 CH1 和 CH2 的采样频率设为 8MHz（确保满足奈奎斯特采样定理）。
- **扫描范围设置**
  - **起始频率（Start Frequency）**：输入 100kHz
  - **步进频率（Stepped Frequency）**：输入 5kHz（即 0.1kHz 的 50 倍）
- **扫描精度设置**
  - **重复次数（Repeat）**：设为 1（增大该值可提高结果精度，但会降低扫描速度）
  - **采样点数（Points）**：建议设置为 100-300 点
- **启动与结果查看**

设置完成后点击 "开始" 按钮，扫描完成后可通过打开 "波特图 DEMO2" 查看频率扫描结果。



波特图操作指南

基本操作

- **数据查看**: 频率扫描完成后, 打开波特图界面, 点击曲线上任意点可查看对应的 X 轴（频率）和 Y 轴（幅度 / 相位）数值。

演示案例

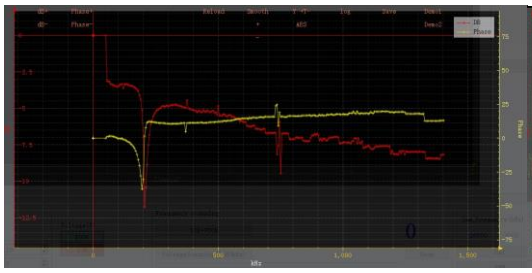
- **DEMO1**：升压电感 68mH 与 10nF 电容串联的频率扫描结果
- **DEMO2**：升压电感 1.5mH 与 10nF 电容串联的频率扫描结果（推荐使用此案例观察谐振现象）

功能说明

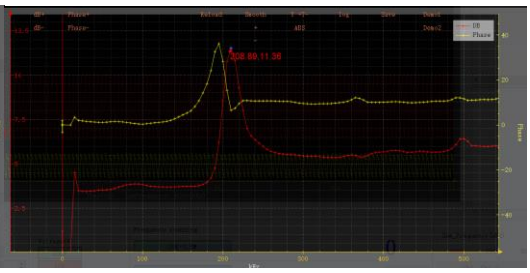
- **Log 模式**：切换对数坐标显示
- **ABS 绝对值**：显示信号绝对值
- **Smooth 平滑**：通过算法平滑曲线，提升可视化效果（**注意**：过度平滑可能导致关键数据失真）

操作建议

1. 打开 DEMO2 案例
2. 适度应用平滑功能优化曲线显示
3. 观察谐振频率点（约 200kHz 附近）的幅度峰值和相位突变特征



真实数据



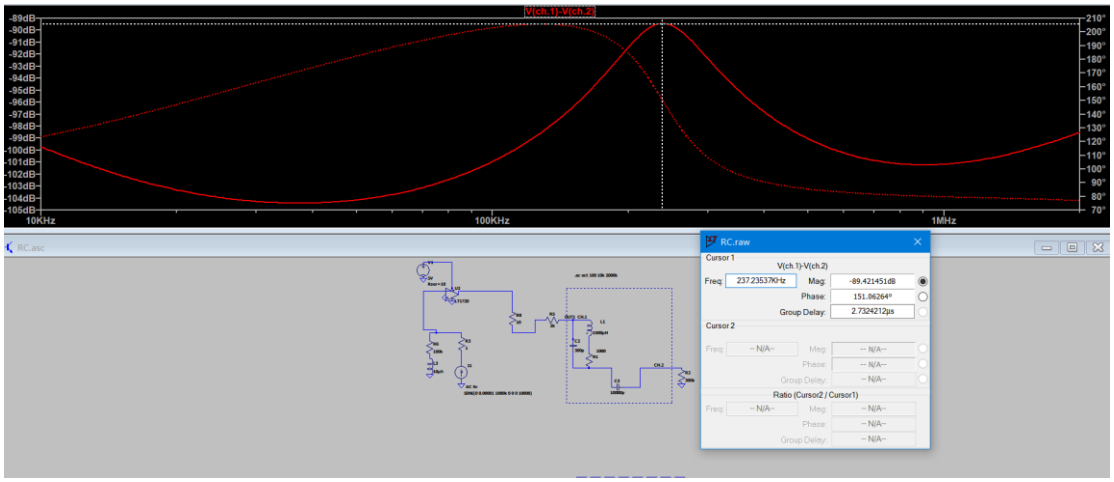
平滑功能等

LTspice 模拟与实际测量对比分析

将 LTspice 模拟结果与 DEMO2 实测数据对比可见：

- **谐振频率吻合度**：两者均在 200kHz 附近出现明显的谐振峰，理论计算与实测结果高度匹配。
- **曲线形态差异**：LTspice 模拟曲线更光滑，而实测曲线因噪声干扰存在轻微波动，可通过设备的 "Smooth 平滑" 功能优化显示效果。
- **品质因数 (Q 值)**：实测 Q 值略低于模拟值，反映实际电路存在额外损耗（如寄生电阻）。

结论：设备测量结果与 LTspice 仿真高度一致，验证了电路设计的准确性。



电压扫描功能说明

基本配置

- **电流选择**：支持切换测量模式，可选择 5V 输出电流或 OUT1 输出电流。
- **核心原理**：通过调节 PWM 占空比实现电压调节，需配合电容完成电压扫描过程。

二极管扫描实验配置

1. 元件准备（需额外添加）

- C1：电解电容

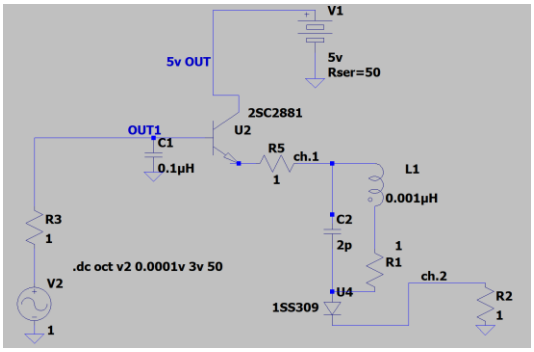
- U2：9013 三极管
- U4：IN4007 二极管
  （注：电路中其他未标注元件为寄生参数，无需额外接入）

2. 硬件连接

按图示完成接线，具体接口对应：

- 5V 输出端
- CH1、CH2 信号测量端
- OUT1 信号输出端
- GND 接地端

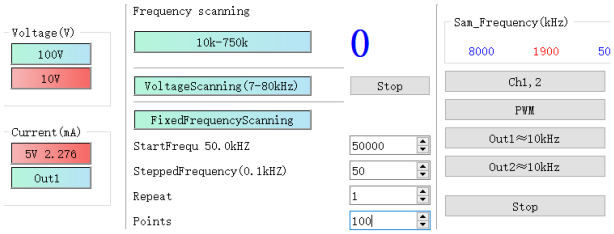
连接完成后即可启动电压扫描，通过监测 PWM 占空比变化与电压响应的关系，实现对二极管电路特性的分析。



电压扫描参数配置指南

1. **采样频率设置**
   - 将 CH1 和 CH2 的采样频率设置为 "NO2 档"（适用于当前实验的预设档位）。
2. **电流模式选择**
   - **Current(mA)**：选择 "5V" 模式（对应 5V 输出电流测量）。
3. **扫描范围设置**
   - **起始频率（Start Frequency）**：输入 50kHz
   - **步进频率（Stepped Frequency）**：电压扫描模式下无需设置，系统自动忽略该参数。
4. **扫描精度设置**
   - **重复次数（Repeat）**：设为 1（增大该值可提高结果精度，但会降低扫描速度）
   - **采样点数（Points）**：设置为 100 点

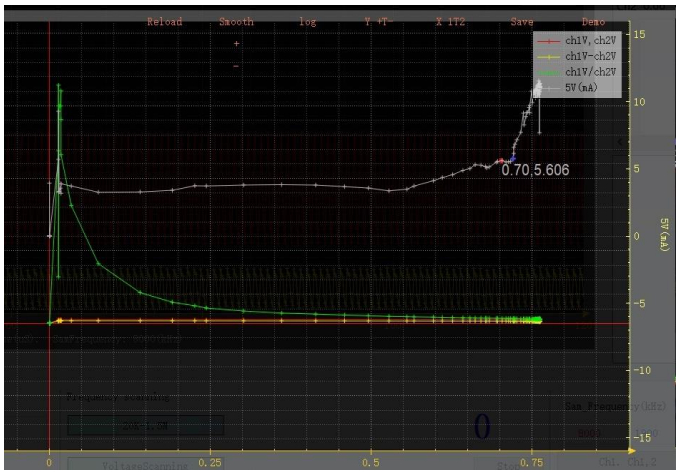
5. **启动与结果查看**
   设置完成后点击 "开始" 按钮，扫描完成后打开 "电压扫描图" 查看结果，DEMO 示例展示了频率 - 电压扫描的典型结果。



打开电压扫描结果 DEMO 后，可按以下步骤调整视图：

1. 点击菜单 ″X1T2″，实现 XY 坐标翻转；
2. 选择 ″Y+T-″，完成 Y 坐标轴正负方向翻转；
3. 启用 ″LOG（对数）″ 模式，即可得到目标视图（如下图示）。

通过坐标变换与显示模式调整，可更清晰地观察电压随扫描参数的变化规律，便于分析电路的电压响应特性。

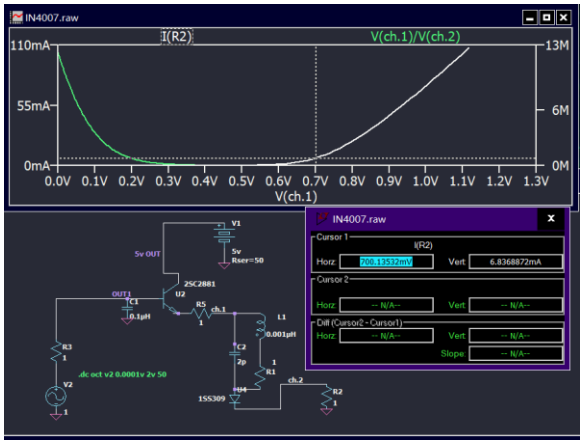


LTspice 模拟与实测结果对比分析

将实测数据与 LTspice 模拟结果对照，关键参数对应关系及特征如下：

- **电压比值对应**：实测中 CH1/CH2 的比值，与模拟电路中 V(CH1)/V(CH2) 的计算值相对应；
- **电流参数对应**：实测 5V 输出电流（单位 mA），对应模拟电路中流过电阻 R2 的电流 I(R2)。

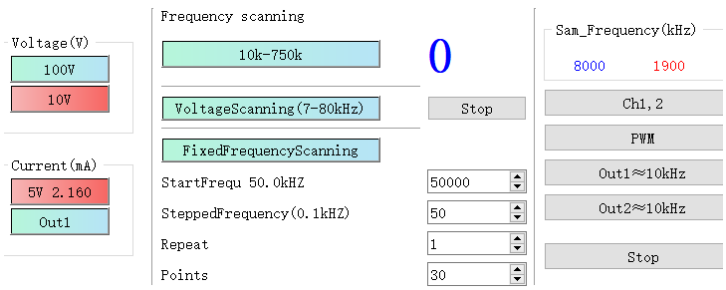
通过对比可见，二者在二极管特性曲线的关键拐点处高度吻合：当二极管两端电压达到 0.7V 的导通阈值时，电流均呈现明显上升趋势，拐点处电流值稳定在 5-6mA 区间，验证了实测数据的准确性与电路模型的可靠性。



定点频率扫描操作指南

1. **功能说明**
   定点频率扫描用于固定频率和占空比条件下的电流测量，支持选择 5V 输出电流或 OUT1 输出电流。
2. **参数设置**
   - **采样频率**：选择 CH1、CH2 的采样频率为 "NO2 档"
   - **频率**：设置为 50kHz（保持恒定）
   - **采样点数**：设置为 30 点
3. **操作步骤**
   - 完成参数设置后点击 "开始" 按钮
   - 扫描完成后打开 "电压扫描图" 查看结果
   - 点击 "SAVE" 按钮保存当前结果

此模式适用于特定频率点下的电路特性分析，如测量谐振点电流、验证特定频率响应等场景。



定制波形功能说明

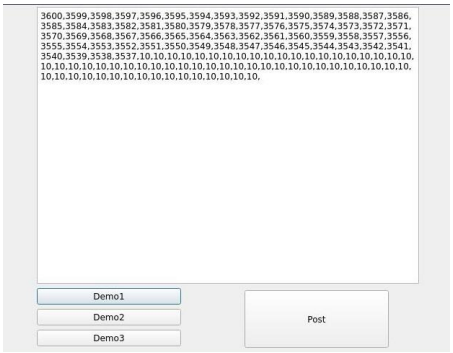
1. **输入规范**

需输入长度为 127 的数组
数组中每个元素取值范围为 0-4095（12 位精度）

2. **功能应用**
   通过自定义数组数值，可实现以下功能：

调节输出信号幅度
生成任意波形（方波、三角波、锯齿波等）
设计特定频率 / 相位的复杂信号

将数组输入系统后，可通过波形预览功能验证输出效果，适用于信号处理实验、设备驱动测试等场景。



输出功能说明

输出通道与波形类型

OUT1、OUT2 支持 PWM 波、正弦波、三角波输出，具体模式如下：

- **PWM-PWM3 模式**：OUT1 与 OUT2 为并联输出
- **PWM4-PWM5 模式**：OUT1 与 OUT2 为串联输出

方波输出特性

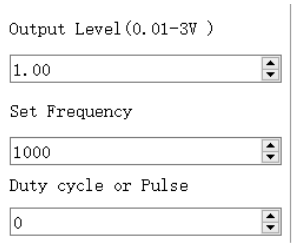
- **参数范围**：3V 输出幅度，频率 1kHz-0.3MHz，支持占空比与相位调节

- **调节方式**：切换 PWM 模式后，通过调节 "Duty cycle"（占空比）或 "Pulse"（脉冲参数）实现参数配置

细分模式说明

1. **PWM 模式**
   - 相位差：OUT1 与 OUT2 相位差为 0°
   - 占空比：OUT1 固定为 1/2，OUT2 可灵活调节
2. **PWM1 模式**
   - 相位差：OUT1 与 OUT2 相位差为 0°
   - 占空比：两通道均支持独立调节
3. **PWM2 模式**
   - 相位差：OUT1 与 OUT2 相位差为 90°
   - 占空比：两通道均支持独立调节
4. **PWM3 模式**
   - 相位差：OUT1 与 OUT2 相位差为 0°（相位可调节）
   - 占空比：固定为 1/2
   - 其他波形：支持 0V-3V 输出，频率 100Hz-30kHz，包含正弦波、三角波及自定义波形（通过 "Output Level" 调节输出幅度）
5. **PWM4、PWM5 模式**
   - 通道特性：单通道独立输出（OUT1 对应 PWM4，OUT2 对应 PWM5）
   - 参数调节：频率独立设置，占空比均可灵活调节

通过多模式切换与参数配置，可满足复杂电路测试、波形合成及相位特性分析等多样化需求。



数据导出与 MATLAB 协作指南

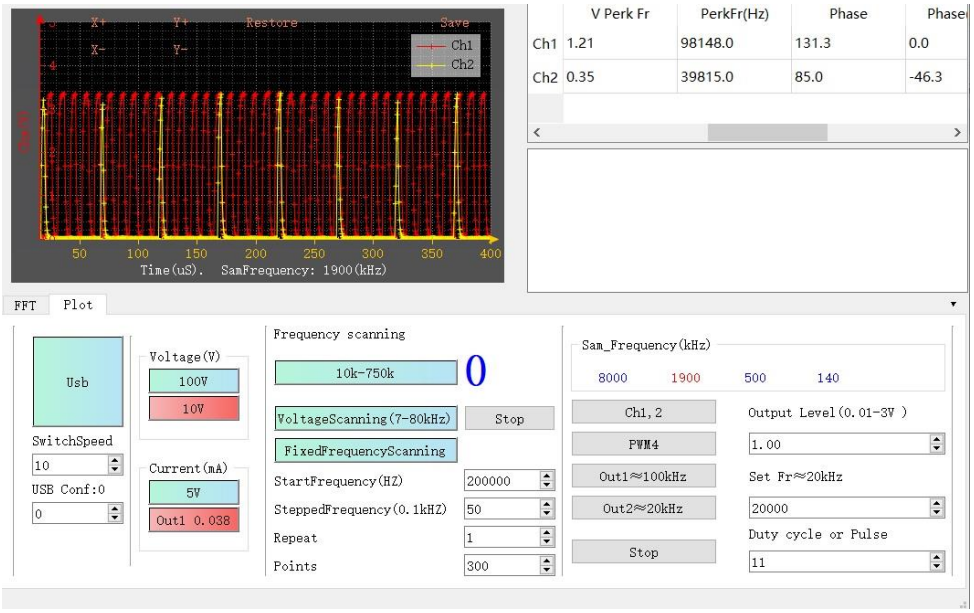
数据导出功能

- **文本导出**：右侧文本窗口支持将测量样本导出为 TXT 格式文件，可直接用于 MATLAB、Excel 等软件进行后续数据处理与分析。

与 MATLAB 协作操作步骤

1. **硬件连接**
   - 连接设备：将 OUT1 输出端接入 CH1 通道，OUT2 输出端接入 CH2 通道。
2. **参数配置**
   - 设定 CH1 信号为 100kHz 脉冲（模拟时钟信号）
   - 设定 CH2 信号为 20kHz 脉冲，并修改脉宽参数，使其每隔一定时间生成一个触发信号（实现时钟与触发的同步联动）。
3. **数据获取与处理**
   - 启动设备采集数据后，导出 TXT 格式文件
   - 在 MATLAB 中导入数据，可通过编写脚本实现时钟信号与触发信号的时序分析、脉冲间隔计算、同步性验证等深度处理。

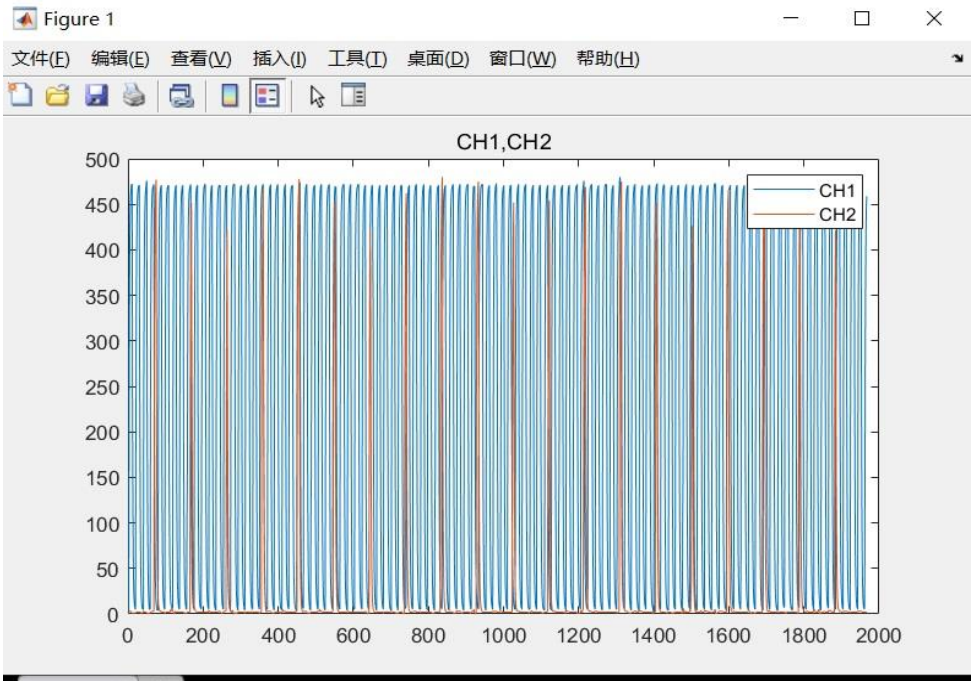
此方案适用于时序逻辑验证、触发机制模拟等实验场景，为数字电路设计与信号同步研究提供便捷的软硬件协同平台。



打开 qiftech.cn.yanan.server.exe



打开 MATLAB 在线免费版本，即可在线联调。



test.m

```
url = 'http://127.0.0.1:8010/';
data= webread(url);
datanum=split(data,",")
datanum=datanum(strlength(datanum)>0)
datanum=str2double(datanum)
if (datanum(7)==1)
    plot(datanum(127:2:end-64));%CH1
    hold on
    plot(datanum(128:2:end-63));%CH2
    hold on
    title('CH1,CH2')
    legend('CH1','CH2');
    hold off
end
```