

HiFidiy

测量套件手册

www.hifidiy.net

章节索引

一.....	简介
二.....	原理
三.....	软硬件配置
四.....	JustMLS 篇
五.....	SpeakerWorkShop 篇

简介

www.hifidiy.net 推出的这款测量套件是论坛建立音箱区鉴于网友制作音箱缺少必备的测量工具，建议音箱区设计一套简单易用的测量套件。套件在设计之初也是秉着这个原则，尽可能的简单，实用。套件在配合电脑软件的情况下能够完成设计音箱所必需的基本测量项目，包括单元，音箱的阻抗曲线，频响曲线，单元的 T/S 参数，无源元件的测量。

套件的结构上相当简单，只是一个简单的分压器，但配合的软件由于使用的是 MLS 信号进行测量，所以在业余条件下，测量的结果和无响室环境下相当接近。其测量的结果可以使用到 [LspCad 5.25](#)，[SpeakerWorkShop 1.06](#) 软件中，甚至可以导入到商业软件 [Leap5](#) 中进行辅助设计。

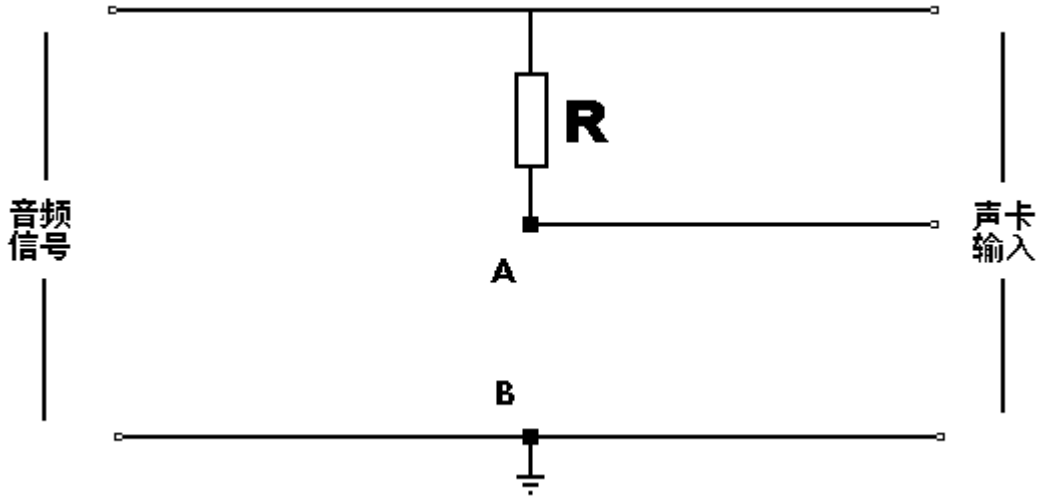
在我接触业余测量到现在，对使用的软件，硬件的经验进行了总结，对当初使用的国外网站方案的器材进行了一些简化，设计出这款测量套件。硬件中包括测量的功率放大器(AEON 设计)，话筒放大器(WZY728 设计)，JIG(分压器部分)，测量话筒，还有一些连线和夹子。只要细心按照教程操作上述硬件设备，测量结果可以保持不错的精确度和准确度。

套件可以在 [SpeakerWorkShop](#) 和 [JustMLS](#) 两款软件下配合使用，测量的结果大致可分为两种，即：阻抗曲线，频响曲线。考虑到网友可能刚刚接触测量，此教程遵循由简到繁的过程来介绍和使用软件。[SpeakerWorkShop](#)(以下简称 sw)，[JustMLS](#) 都能够完成阻抗曲线和频响曲线的测量，[JustMLS](#) 在使用上较为简单，界面相当简洁，而 sw 在使用和操作界面上相对 [JustMLS](#) 要复杂一些，而且个别功能，如 T/S 测量过程比较繁琐，所以，教程先由 [JustMLS](#) 的使用开始，并会采用一部分视频教程进行辅助，以尽快让网友们完成对测量的掌握。

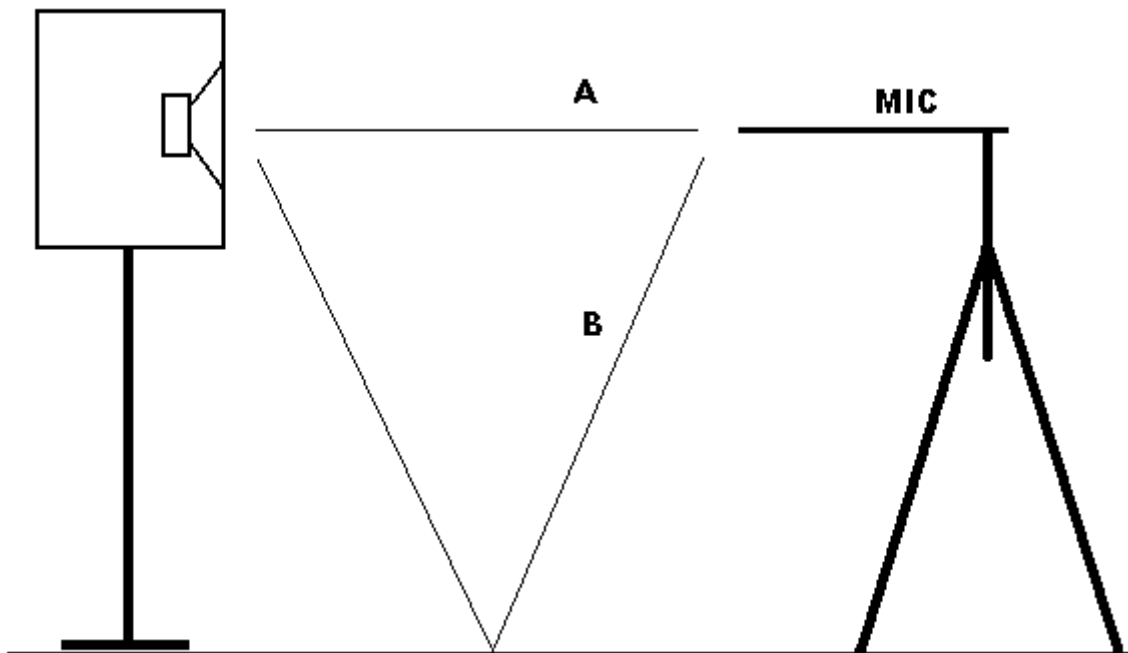
Hifidiy 论坛

原理

在测量阻抗时，硬件部分接收声卡的测量信号，然后作为一个分压器将分压后的信号送至声卡的 LINE-IN，以已知参考电阻和未知被测物电阻的差别来实现测量。下面是阻抗原理图

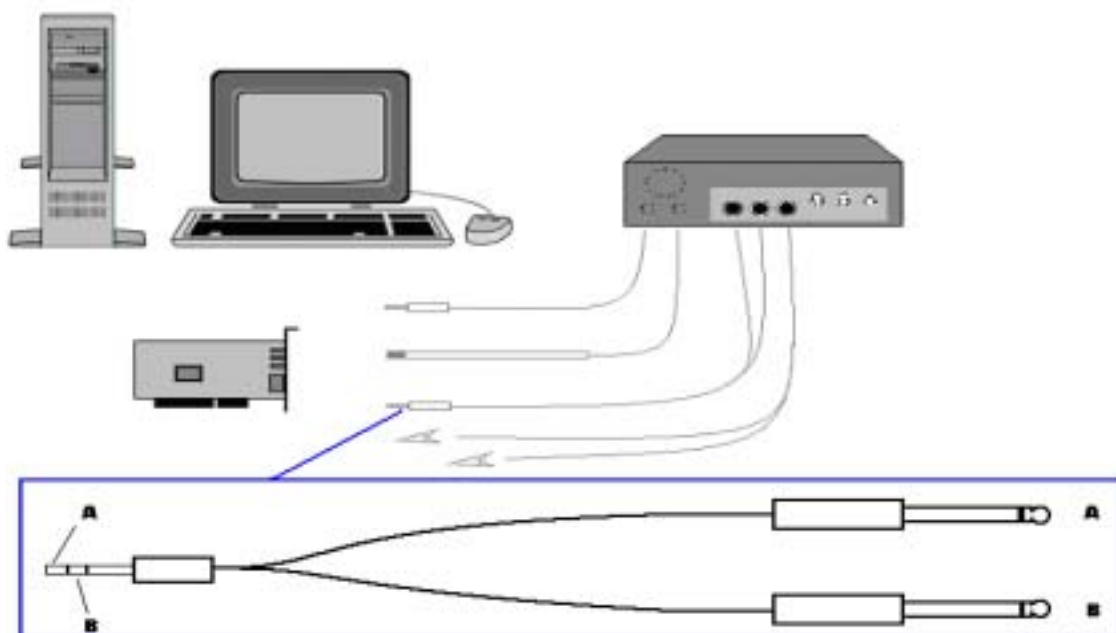


在测量频响时，硬件部分连接音箱和 MIC，一个声道作为参考信号，另一个声道直接使用 MIC 的测量信号，然后得出实测的曲线。下图是使用 MLS 信号测量的情况，当音箱发出测量信号，A 是测量信号到 MIC 的直达声，B 是测量信号反射后到达 MIC 的反射声，在无响室的情况下，反射声 B 是可以不用考虑的，但在业余条件下，由于房间的地面，天花板，墙壁都会对测量信号进行反射，这样，测量信号会夹杂太多的反射声而不够精确，而且不同房间，不同摆位的情况下测量结果都会不同，而使用 MLS 信号，可以通过软件控制测量的截止时间(时间窗)。从图中可以看出，反射声的路径要比直达声的路径长一些，在软件接收到直达声，而反射声还未到达之前，完成测量工作，这样测量的结果过滤掉了反射声，结果就十分接近无响室的测量结果了。



软硬件配置

硬件：测量套件，PC 一台，全双工声卡



软件：Windows95/98/ME/NT/2000/XP 操作系统

SpeakerWorkShop

JustMLS

LspCAD(JustMLS 须在 LspCAD 环境下运行)

附加说明：

下图为套件面板布局(浅灰色部分所有套件都是一样的)

Speak-IN: 声卡输出连接

MIC: 测量麦克输入

SW: 使用 SpeakerWorkShop 软件时 连接声卡 Line-IN 接线的 A 头连接这里 B 头连接 **JustMLS**

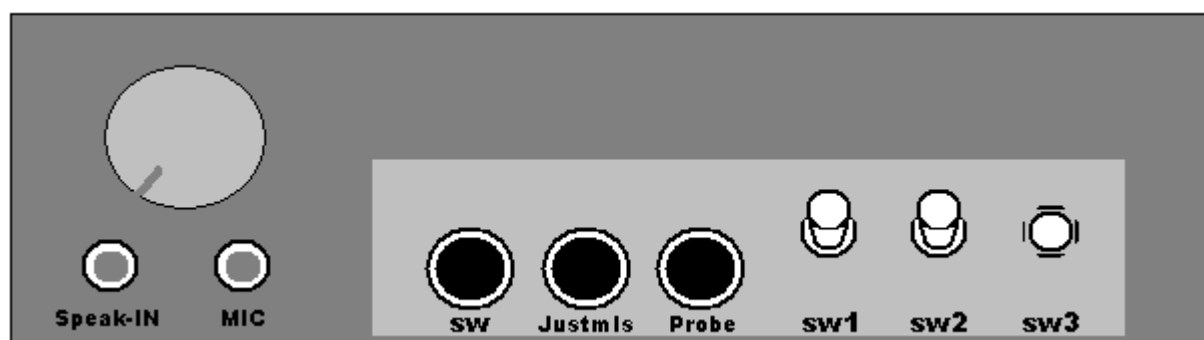
JustMLS: 使用 JustMLS 软件时，连接声卡 Line-IN 接线的 B 头连接这里，A 头连接 **SW**

Probe: 被测物探头

SW1: 参考电阻 R 短路开关.....(上，下挡)

SW2: 阻抗与频响模式切换开关.....(上，下挡)

SW3: 校正电阻选择开关.....(上，中，下挡)

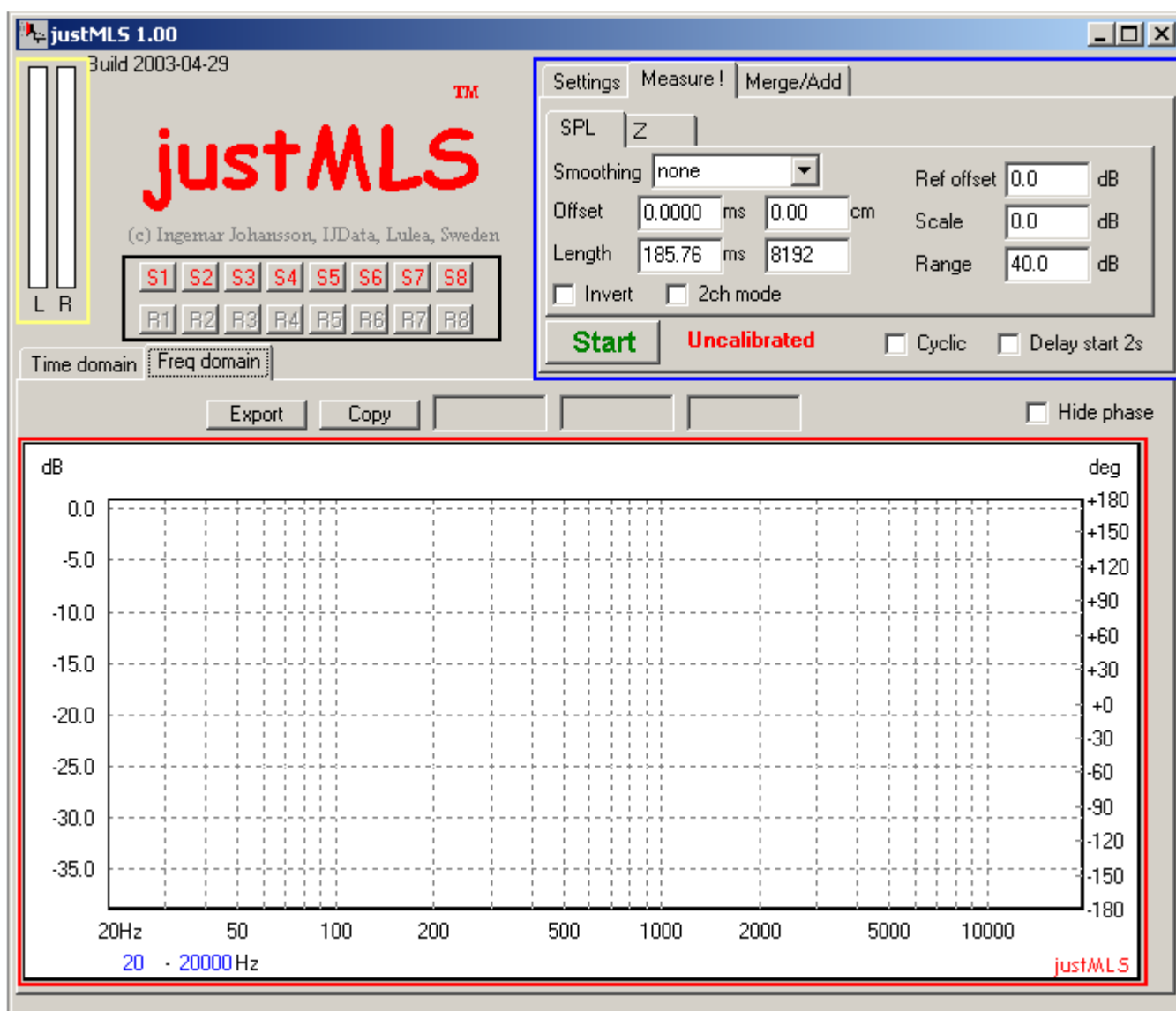


JustMLS 篇

JustMLS 测量软件是 IJData 开发的用于测量音箱参数的软件，其功能包括阻抗曲线，频响曲线及合成等功能。简单易用，准确性和精度相当高。对于 LspCAD 的正式用户，JustMLS 是免费提供的，所以，JustMLS 是在启动 LspCAD 软件才能使用的。

JustMLS 虽然简单易用，但必要的校正工作是必需的。在接下来将按照功能各自不同的几节来介绍 JustMLS 的使用。

JustMLS 的主要界面如下图



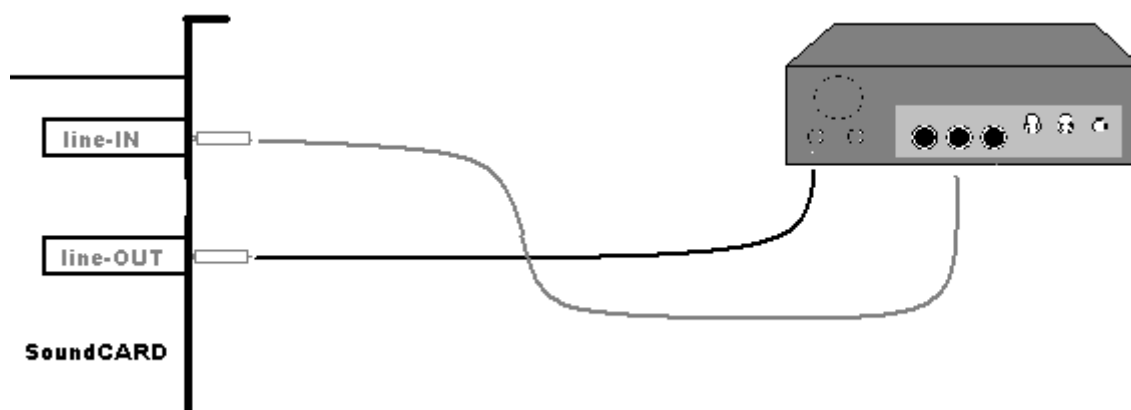
蓝色框: 软件主功能区域

红色框: 软件的曲线显示区域

黄色框: 测量信号的接收电平指示

黑色框: 曲线结果保存和读取，S?为保存，R?为读取

按照下图连接电脑及套件(音量关到最小)



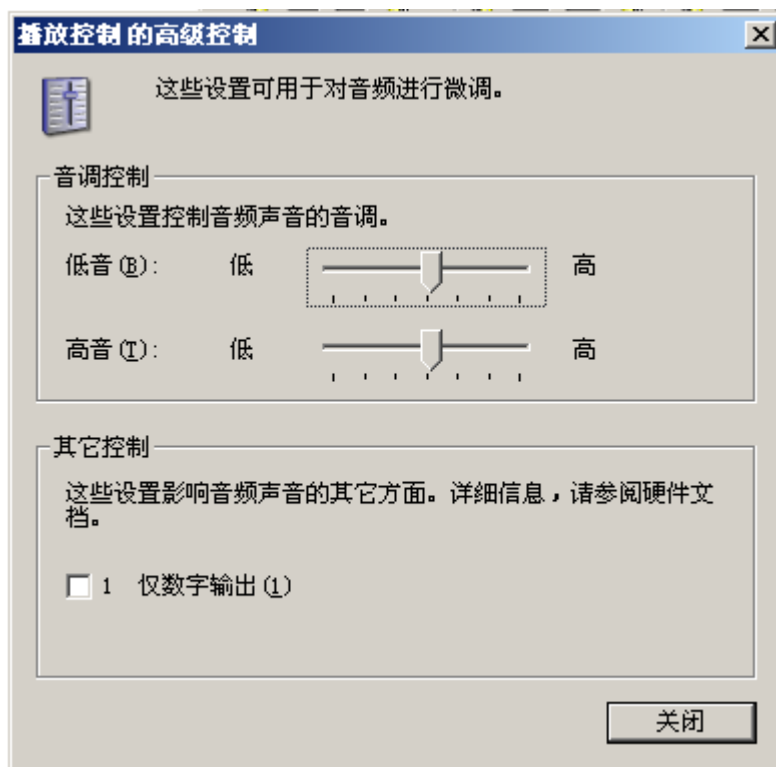
第一节 软件的校正

1.1 音量控制的调整

首先确认电脑进入系统后未加载任何音调调整软件，并打开系统的音量控制

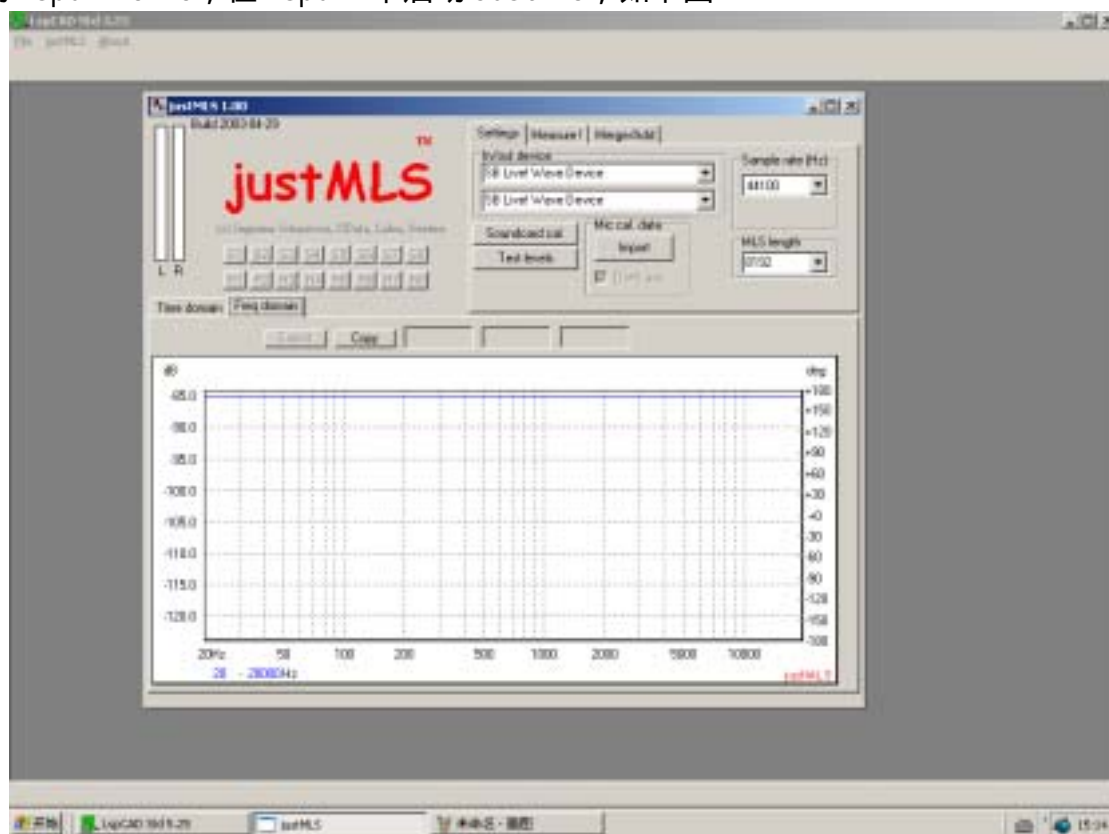


在播放控制中除主音量和波形音量外，其余全部静音；录音控制中选择线路输入。如果播放控制中有高级选项，请不要调整高低音滑块如下图。（先不要关闭两个控制窗口）



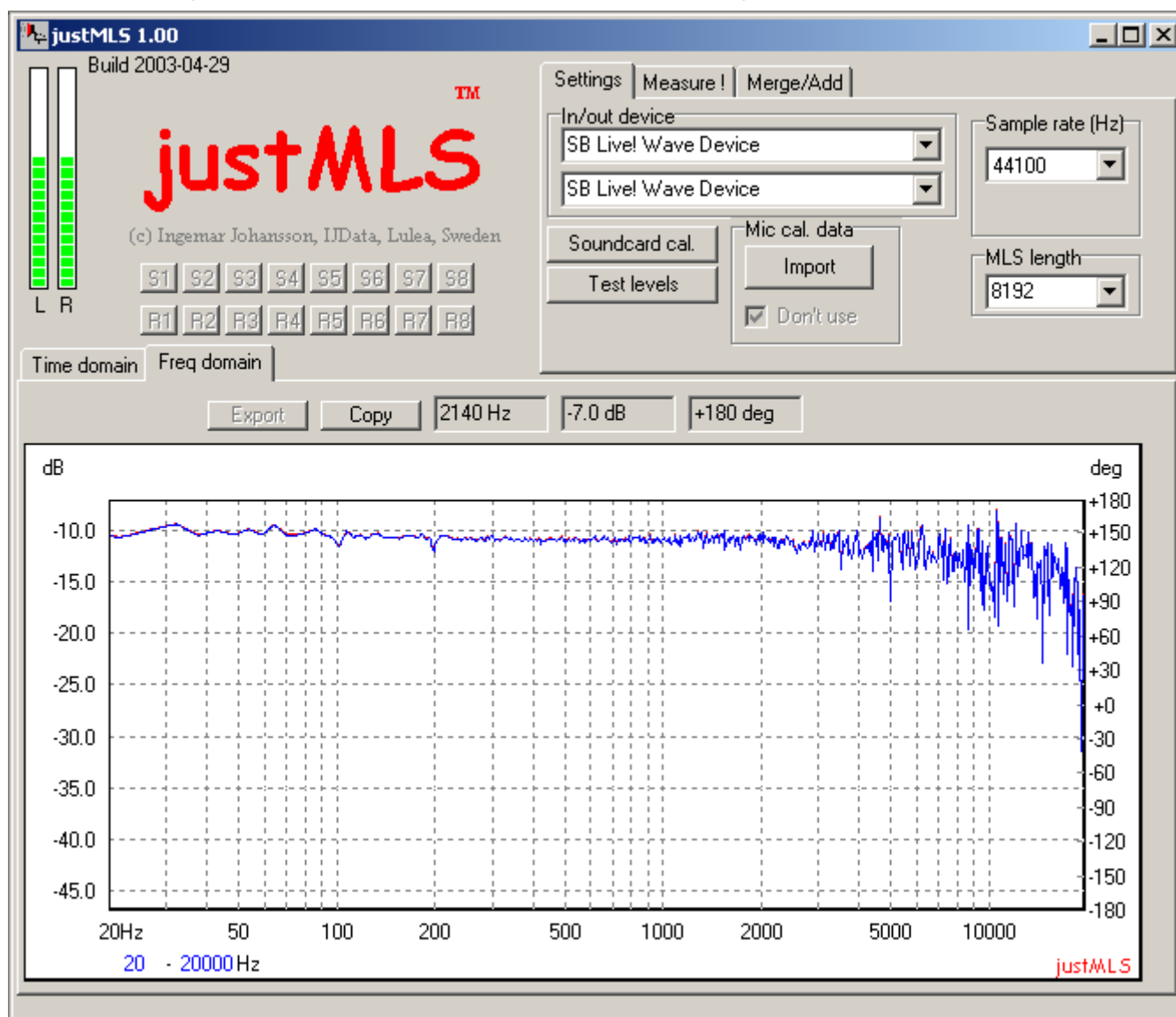
1.2 软件的校正

启动 LspCAD 5.25，在 LspCAD 中启动 JustMLS，如下图：



点击 Settings 进入校正界面，“Input device”用来选择使用的声卡设备，一般为默认即可；“Mic cal data”用来使用 mic 校正文件，由于此套件提供的 mic 没有附带校正文件，所以此项可以不用选择；“Sample rate[Hz]”再此教程中设定为 44100，此时的频率上限为 22khz，足已可以满足一般使用；“MLS length”是测量信号的长度，教程使用 8192。

接下来进行软件的校正。套件开关设置如下[SW1: 下, SW2: 上, SW3: 中]，此时系统音量调的小一些，套件功放音量关到最小，然后点击软件界面中的“Test levels”，观察左上角电平指示槽，如果没有任何电平，则慢慢调整系统音量，功放音量，直到电平槽指示有足够的电平，然后选择 Soundcard cal，在曲线区域会有两条几乎重合的蓝, 红曲线，如下图

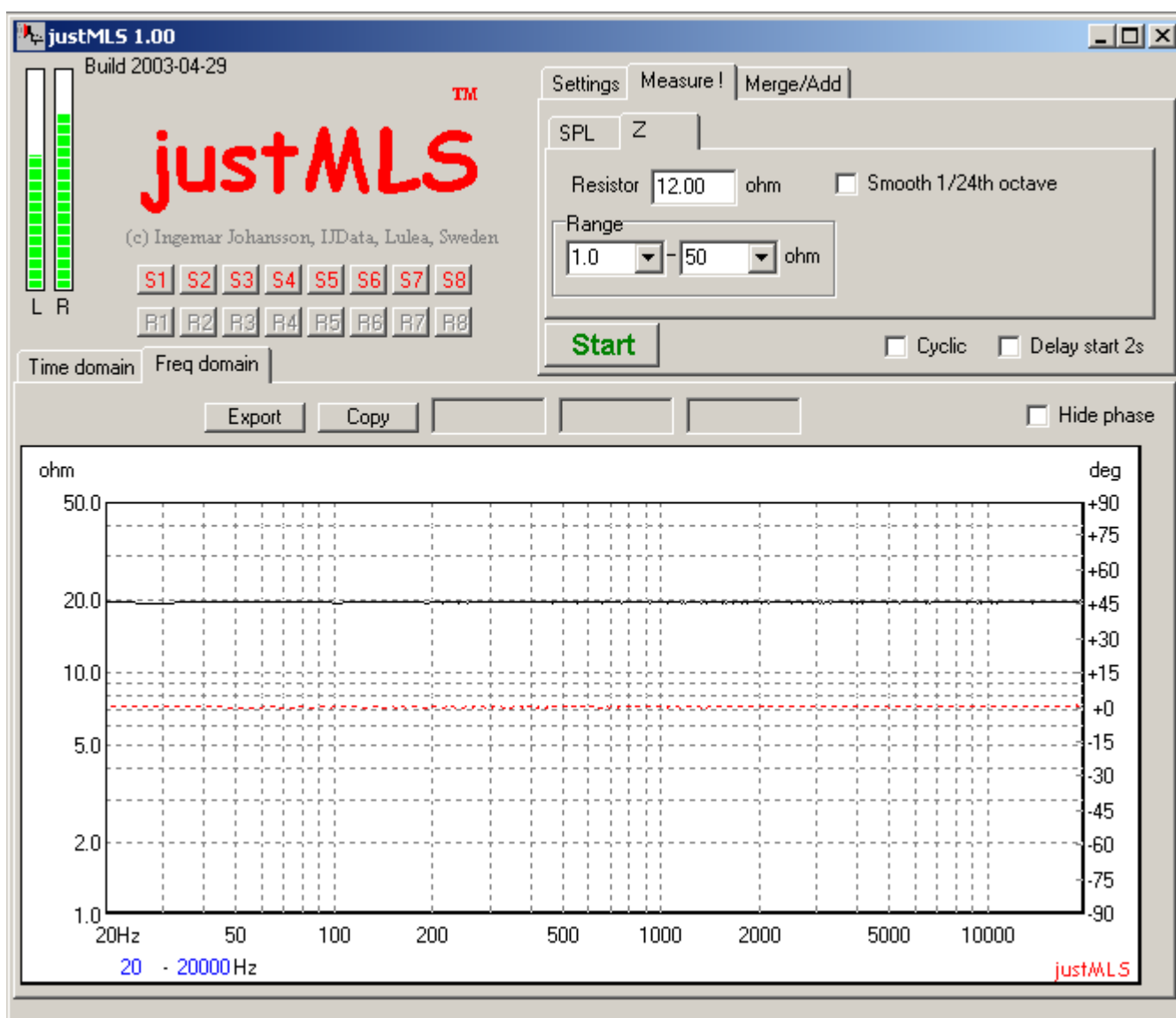


图中，蓝，红两条曲线几乎重合，说明接收测量信号的两个通道一致性很好，如果由于两通道连线质量不是很好而引起两条曲线稍微有一点重合度不佳的情况，这样没关系，多做几次 Soundcard cal，只要，多次的情况几乎相同则说明连接稳定，出现的差别软件会在实测中进行校正。否则请仔细检查连线情况。在 Measure 中有[SPL]和[Z]两种测量，如发现其中有没有校正的字样“Uncalibrated”回来再做一次就可以了。以后每次启动 JustMLS 都要做一次校正，以免影响测量精度。

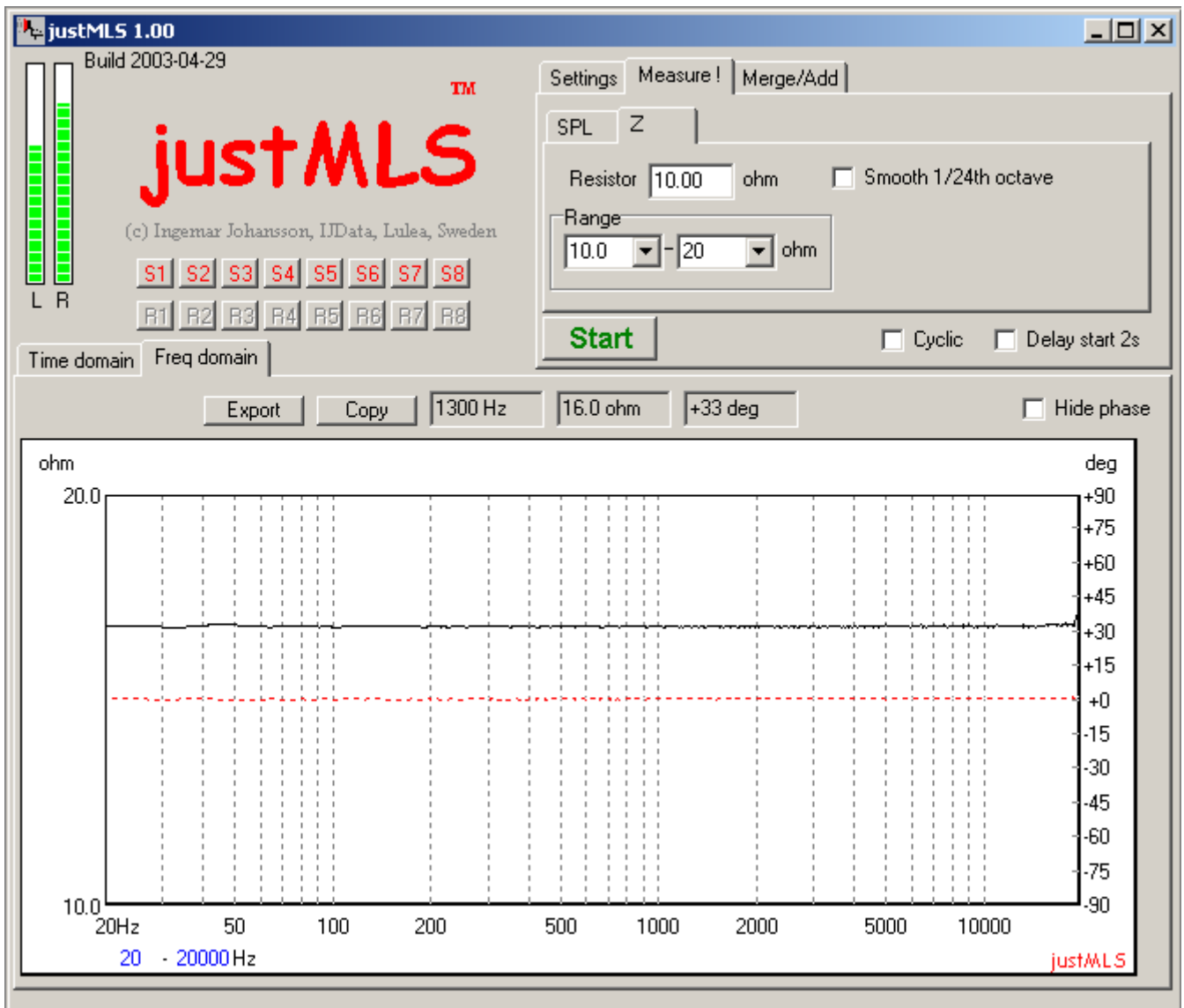
第二节 阻抗测量

选择 Measure 标签，点击功能界面中的[Z]标签，进入阻抗测量，此时开关设置改动为[SW1:上, SW2:上, SW3:下]，此时，套件为阻抗测量模式，SW3 选择下实际上等于在被测端连接了一个 16 欧电阻，在测量阻抗前也要进行一定的校正。Range 为曲线区域显示的刻度范围，因为是 16 欧，所以从 1 欧到 50 欧已经足够。Resistor 为参考电阻，套件中为 8 欧，但由于套件并非按照 JustMLS 官方 PDF 中进行连接，所以直接使用 8 欧姆来测量会不尽准确。需要校正，方法如下(以后每次启动软件测量阻抗都要做阻抗测量的校正)：

点击“Start”测量阻抗，此时被测阻抗是校正电阻“16 欧”，由于是纯电阻，所以测出的曲线在全频范围内是一条直线，如下图



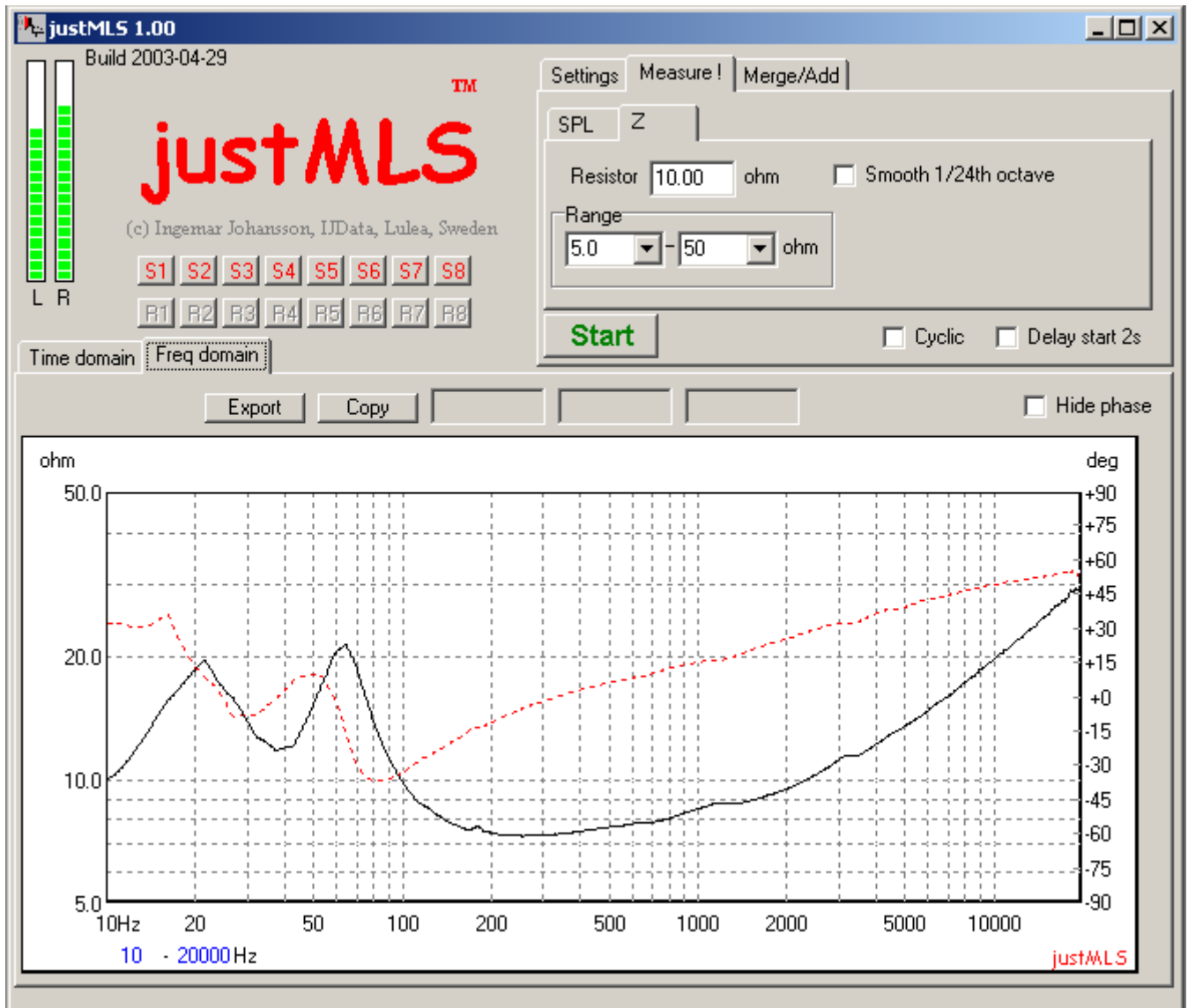
图中因为没有阻抗校正的原因，所以测出的刻度值不准确，测出了近 20 欧，此时改变 Resistor 中电阻值然后再测，直至曲线刻度到 16 欧位置，再看下图



图中在数次修改 Resistor 数值后，曲线刻度已准确在 16 欧，为方便观察，将 Range 调整到了 10 欧-20 欧。至此，阻抗测量的校正已完成，接下来可以进行阻抗测量了。

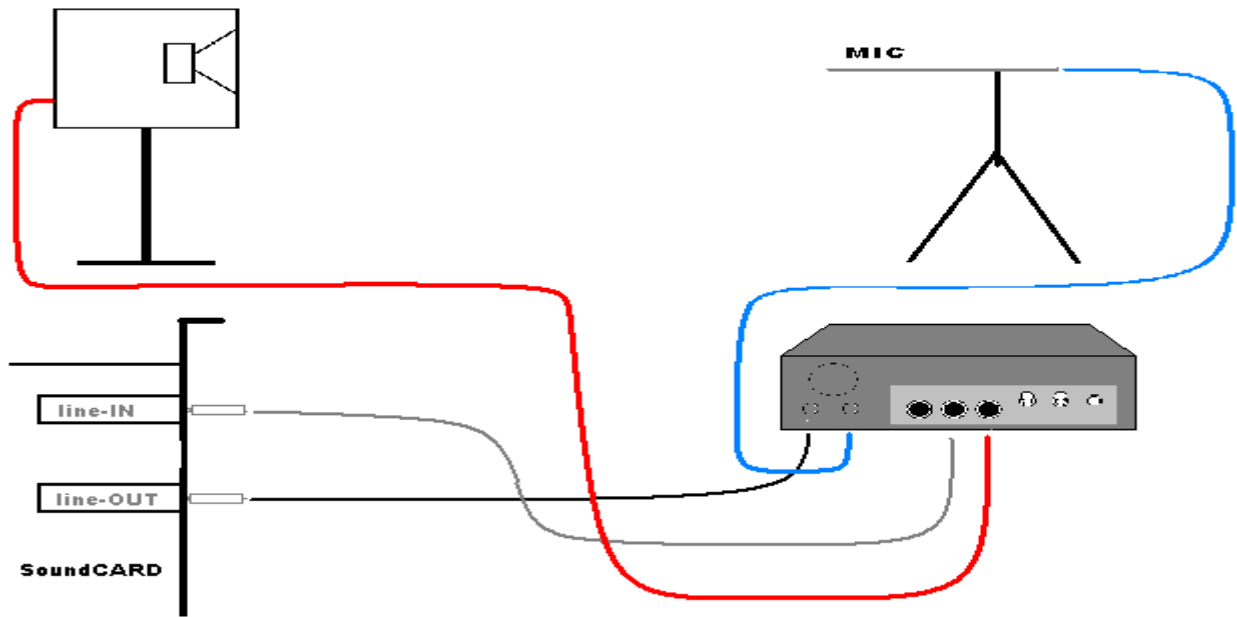
注意: 校正完毕将 SW3 回置到中档，以避免影响后面测量

教程此次测量的是 scan-speak 8545 低音在开口箱上的阻抗曲线，由于箱体密封处理得不好，所以测出的曲线在两个组抗峰中可以看到有较大的损耗。SW3 回置中档后，在 Probe 插入连接两探头夹子的插头，如软硬件配置中的那两个夹子，将夹子按照正负端对准单元接线柱夹紧，然后点击“Start”，软件会测出如下图的阻抗曲线，然后点击 Export 保存所测阻抗曲线。(注意：测试的 Range 范围已调整到 1-50 欧，否则影响浏览)

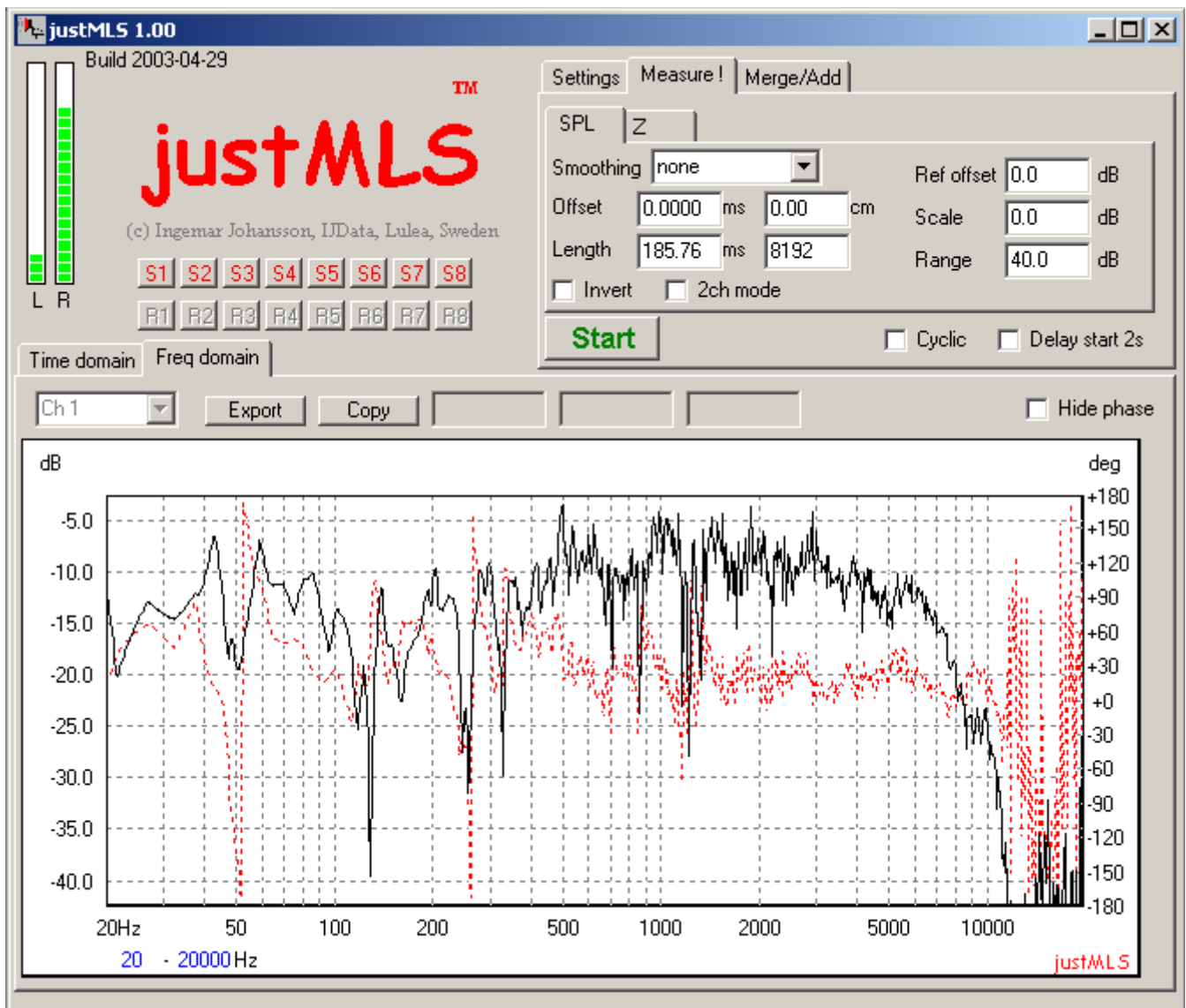


第三节 频响的测量

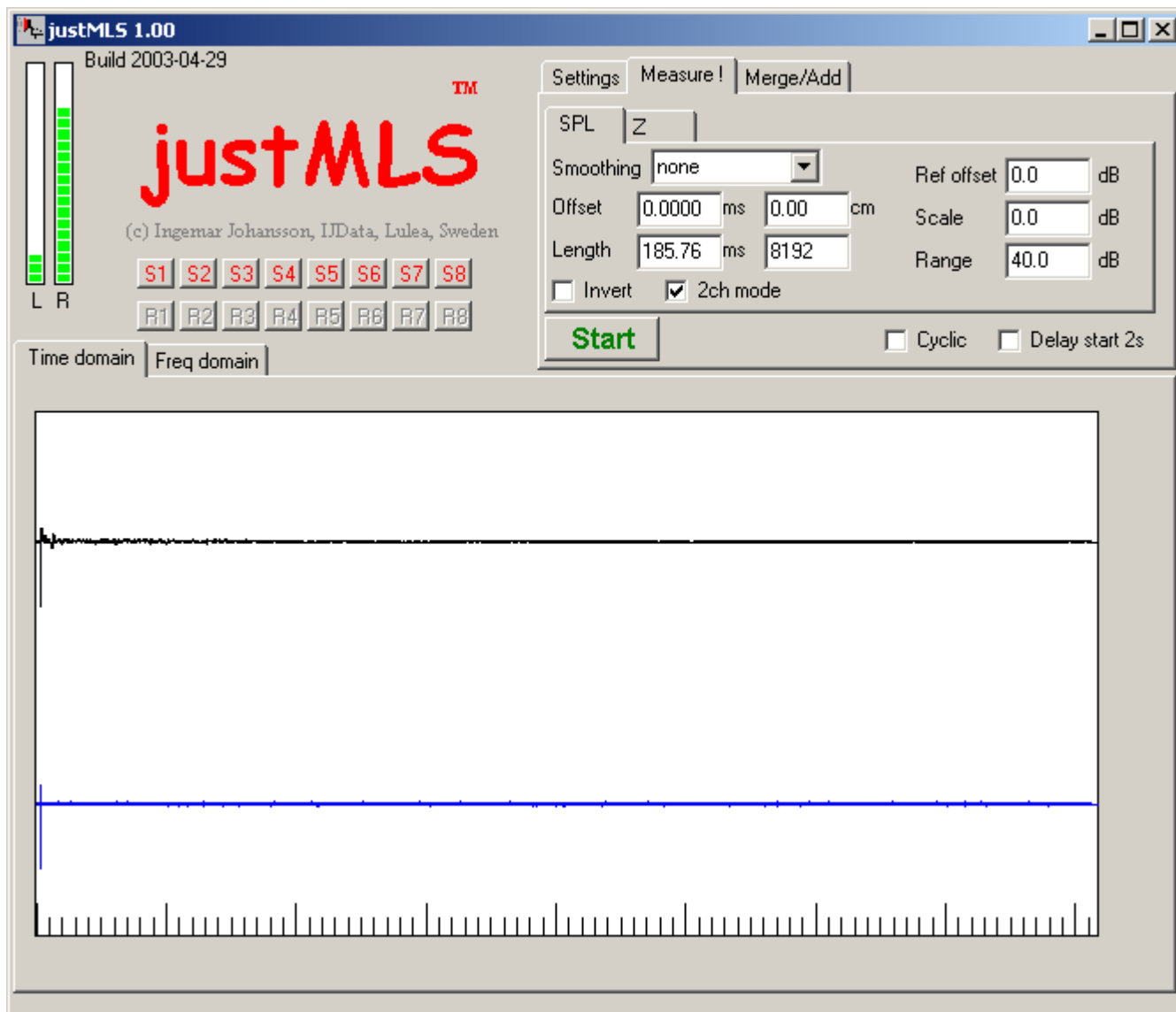
选择[SPL]标签进入频响曲线测量的功能界面，此时硬件连接发生变化，MIC 连接线连接测量 MIC , Probe 的两个探头接到音箱的接线柱上，低音单元为 60cm 的高度，测量 MIC 和低音保持等高来测量单元的 0 度轴的频响响应，测量 MIC 距离单元 63cm 远，这是教程此次测量的情况，开关设置 [SW1: 下, SW2: 下, SW3: 中]，硬件连接如下图



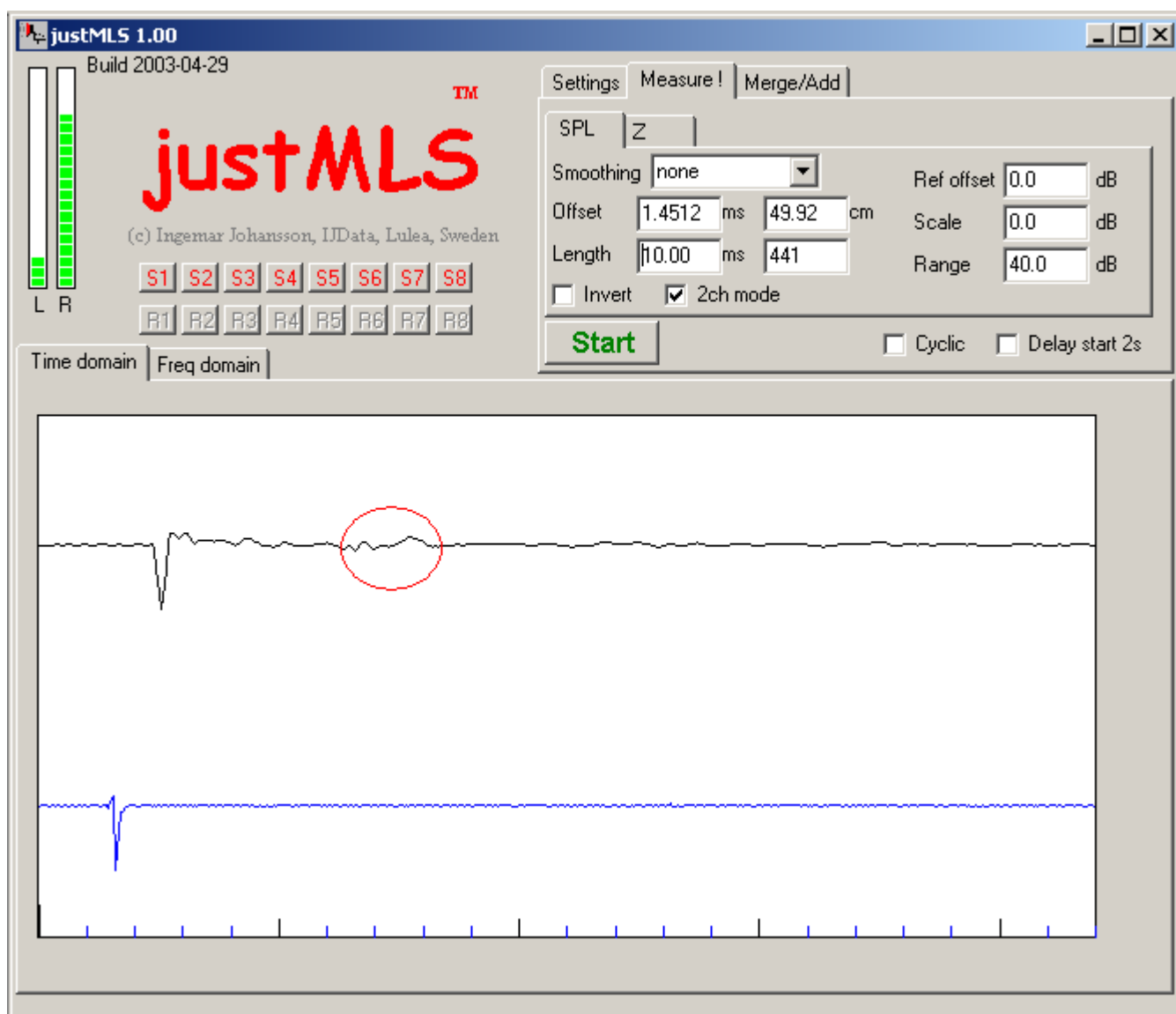
做好准备后点击“Start”进行测量，测量的最初曲线如下图



套件相对于 JustMLS 来说是使用两通道模式来设计的，所以[2ch mode]要打上勾，[Export]按钮左边的 Ch1 改称 Ch1-2，然后点击上面的 Time domain 进入“时域窗口”观察测量脉冲信号。如下图



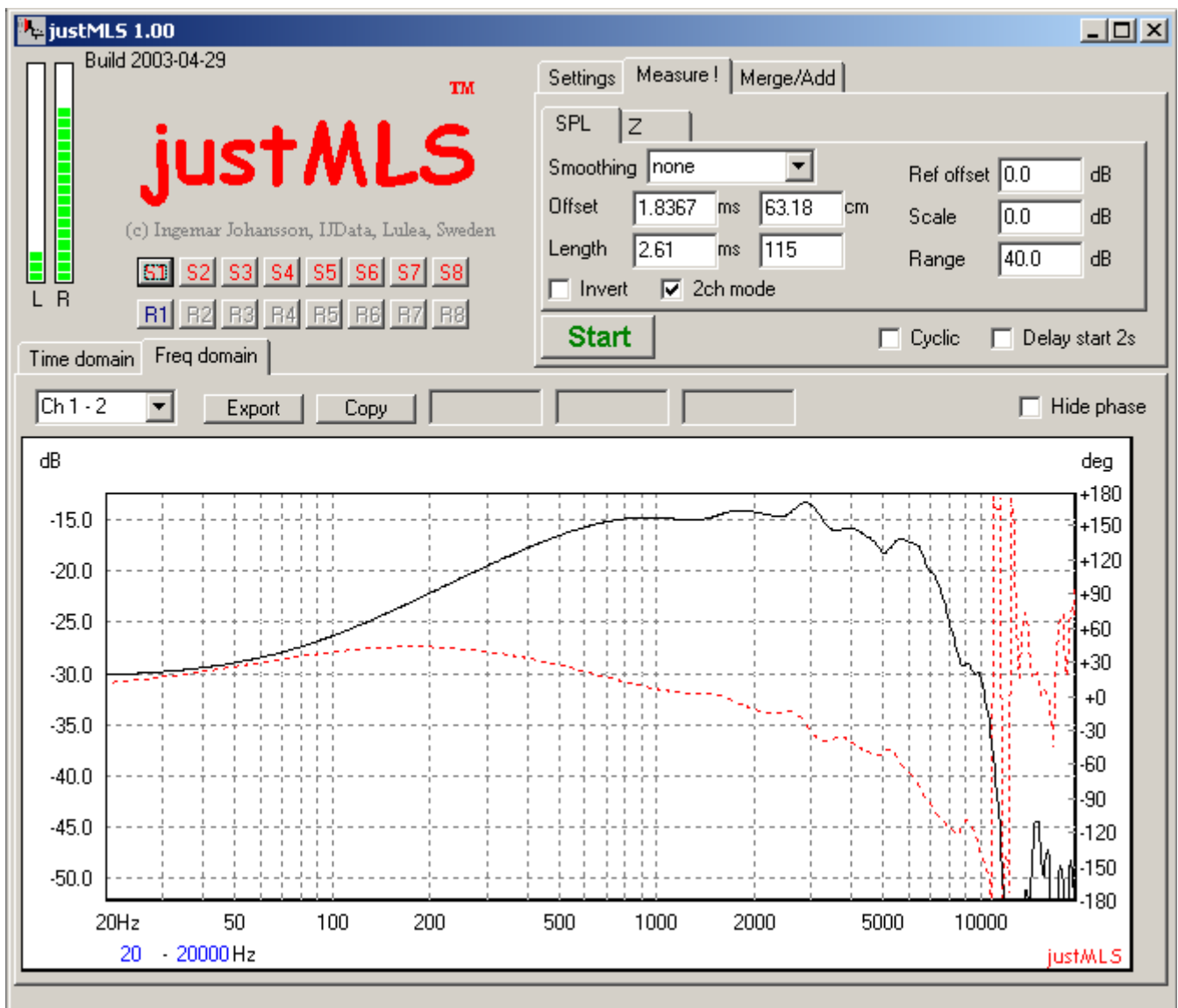
曲线区域有两条脉冲曲线，蓝色的为参考信号，黑色的为实测信号。首先做的是 63cm 距离远场测量，所以不能够有反射声夹杂进来，一般的家居环境下屏蔽最近的反射声，时间窗的长度不可能超过 10ms，所以在 Length 框中先填入 10，方便观察两脉冲信号，如下图



图中是 10ms 时间窗长度的情况，这是已经屏蔽掉绝大部分反射声，而且方便分析，由于测量的时候还没有实测测量距离，所以用眼观察了一下，在 Offset 中填入 50cm 的测量距离，从脉冲看，显然距离不够准确，两个脉冲没有对齐，红圈的地方就是最近的反射声造成的波动，也是所有发射声最大的，所以还需要修改时间窗的长度，而且，在修改时间窗之前要先调整 Offset 中的测量距离，是两个脉冲对齐。调整满意之后(如下图)



返回 Freq domain 浏览实测的频响曲线。



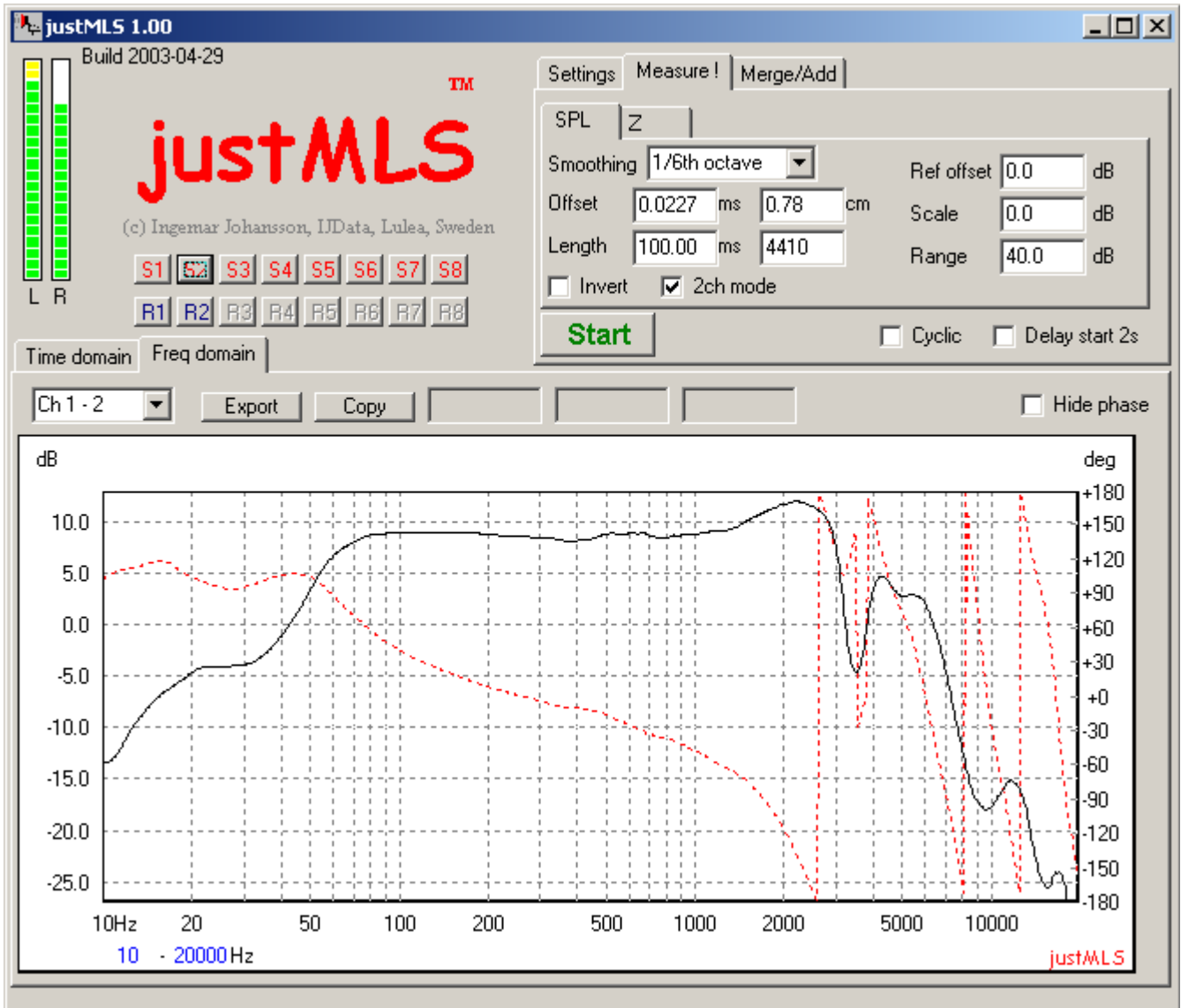
上图是调整后的曲线，和刚才的最初曲线是不是有天壤之别，此时由于时间窗(Length)，测量距离(Offset)已调整好，所以可以再次点击“Start”进行测量，由于软件毕竟是不同于专业软件，所以多次的测量结果在低端不是太稳定，这里需要注意的是，由于单元安装到音箱上后，频响曲线会因为受面板衍射效应在低端会有一个6dB的滚降，所以实测时不要图平坦的曲线，上图的曲线已经属于比较客观，准确的情况了。然后，点击[S1]降曲线保存到S1槽中，以后通过点击[R1]来读取。

注意: 如果在未使用[Export]保存曲线的情况下关闭 JustMLS，测量结果将消失而无法找回

接下面来进行音箱的进场和开口(导向管)的测量。

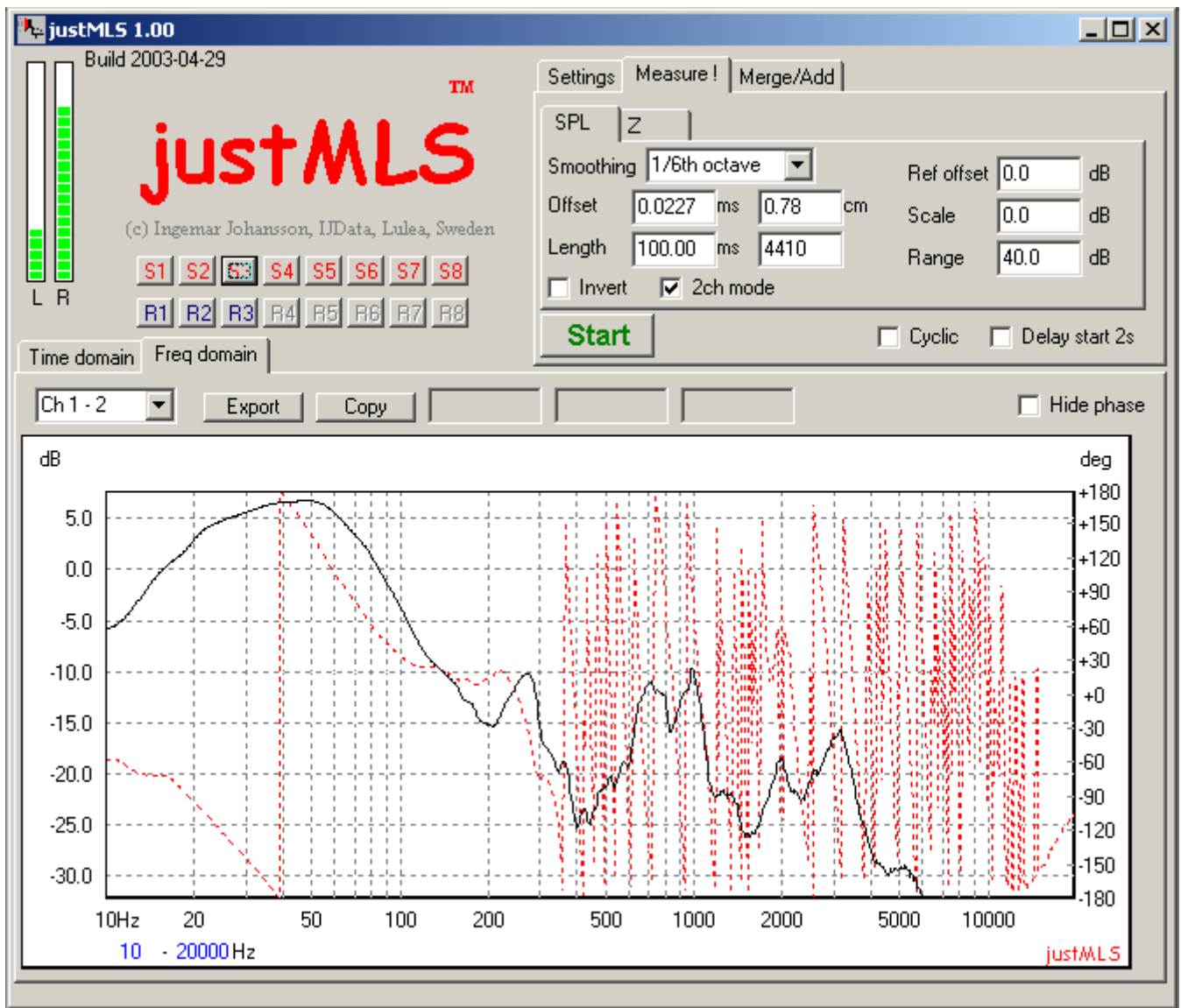
首先说明一下为什么作近场。在刚才的远场结果可以看到，低端的曲线并不准确，这是因为MLS信号测量的结果下限受时间窗长度的影响，时间窗越短，最终曲线下限就越高，虽然图中一直延伸到20hz以下，但超过下限部分的曲线已经不够准确。这个下限值可以通过时间窗长度来计算，教程使用了2.6ms的时间窗，通过计算，2.6ms对应的频率是384hz，那么远场曲线在384以下的部分就已经不可信，所以需要再作近场来弥补。

作近场测量时，将测量MIC尽可能的靠近纸盆中央，教程测量的距离是1cm，近场可以不再顾虑反射声问题，所以，时间窗设置到了100ms(这个值不固定，基本上几十ms就可以了)，见下图



近场的测量结果如上图，虽然高端不准确，但低端是可取的，一般认为近场的可信度可以到800hz，最后将结果保存到[S2]

下面用相同的方法对开口做一个近场测量，然后保存到[S3]。(如果是封闭箱，则不需要做开口的近场测量，直接进入近场和远场曲线的合成阶段)

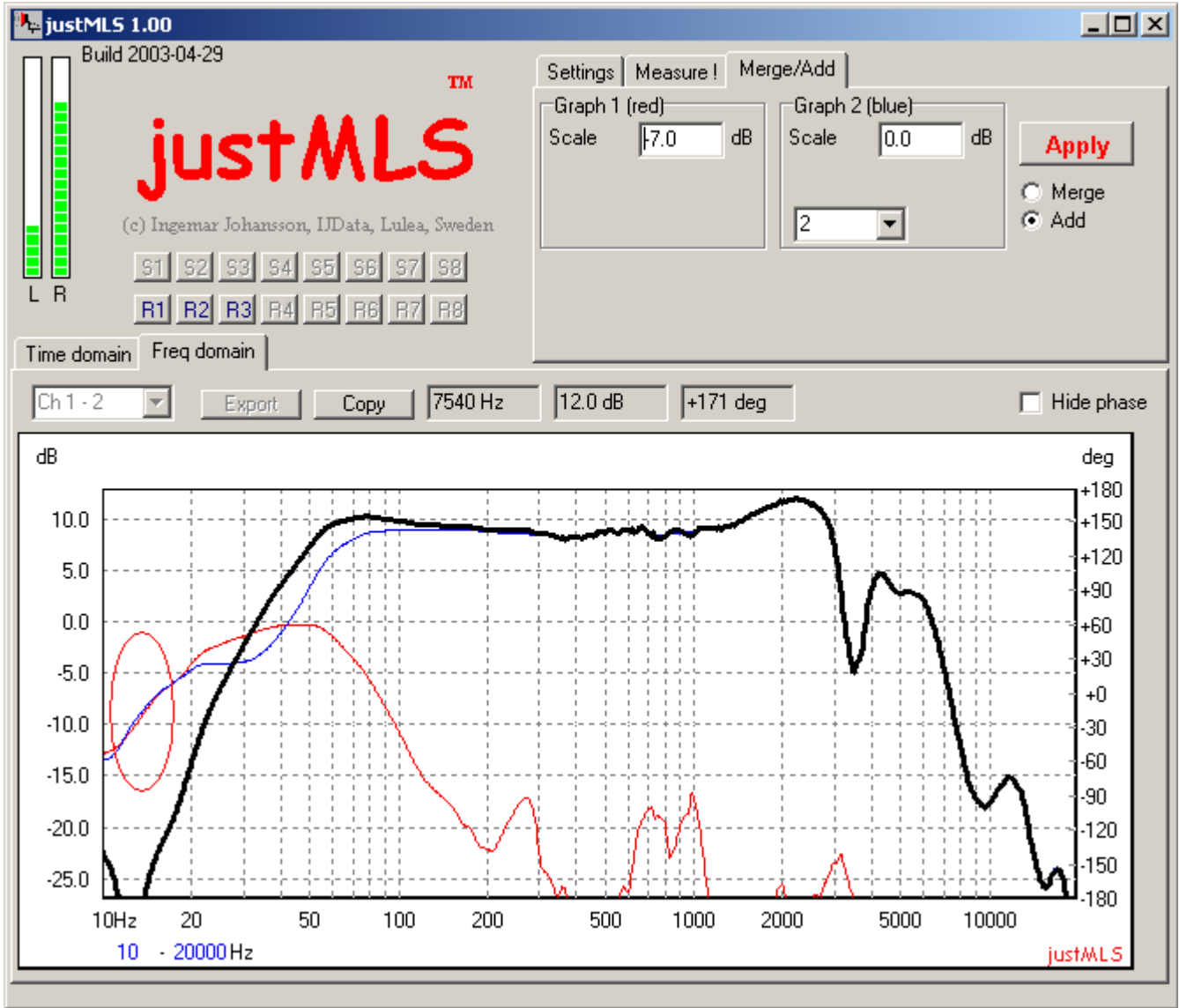


上图就是开口的曲线，虽然很难看，但确实如此，将结果保存到[S3]

第四节 频响曲线合成

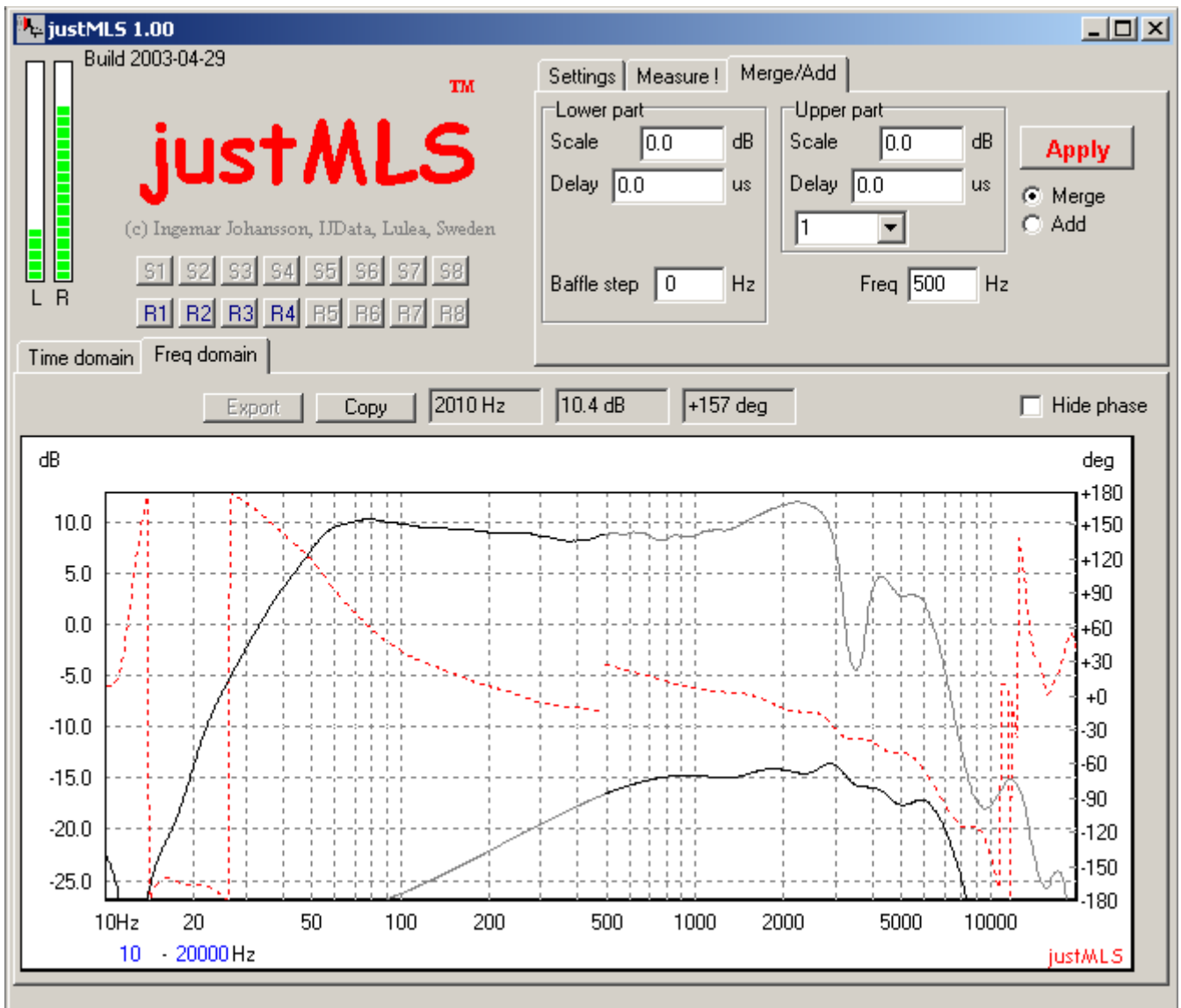
由于远场的低端和近场的高端都不尽准确，所以要取长补短，将两条曲线和在一起，就能够得出比较完整准确的频响曲线了。

开口箱比封闭箱多一个开口，所以在合成之前要先将单元和开口的近场曲线处理一下。点击[R3]读取开口的近场曲线，然后点击 Merge/Add 标签进入合成功能界面，“Apply”下选 add, 见下图



由于是开口(Graph 1[red])和近场(Graph 2[blue])的合成，所以在 Graph 2[blue]下面的下拉菜单中选中 2(单元近场保存在了[S2]中)，由于两个曲线实测的声压值可能不会相同所以(一般开口的会高一些)，所以需要调整其中一条曲线的刻度值，教程调整的是开口曲线的刻度，在 Graph 1[red]下的 Scale 后面填入需要调整的声压值，+ *或- *，此次的测量因为开口的声压值要搞一些，所以填入了-7，这个值判定的依据是看图中画红框的部分，是两条曲线重合为止。可能会出现这样的情况，两条曲线在红框中的部分无法进行重合，这个时候建议重新测量，使两曲线在这个区域有较一致的走势，然后再来合成。

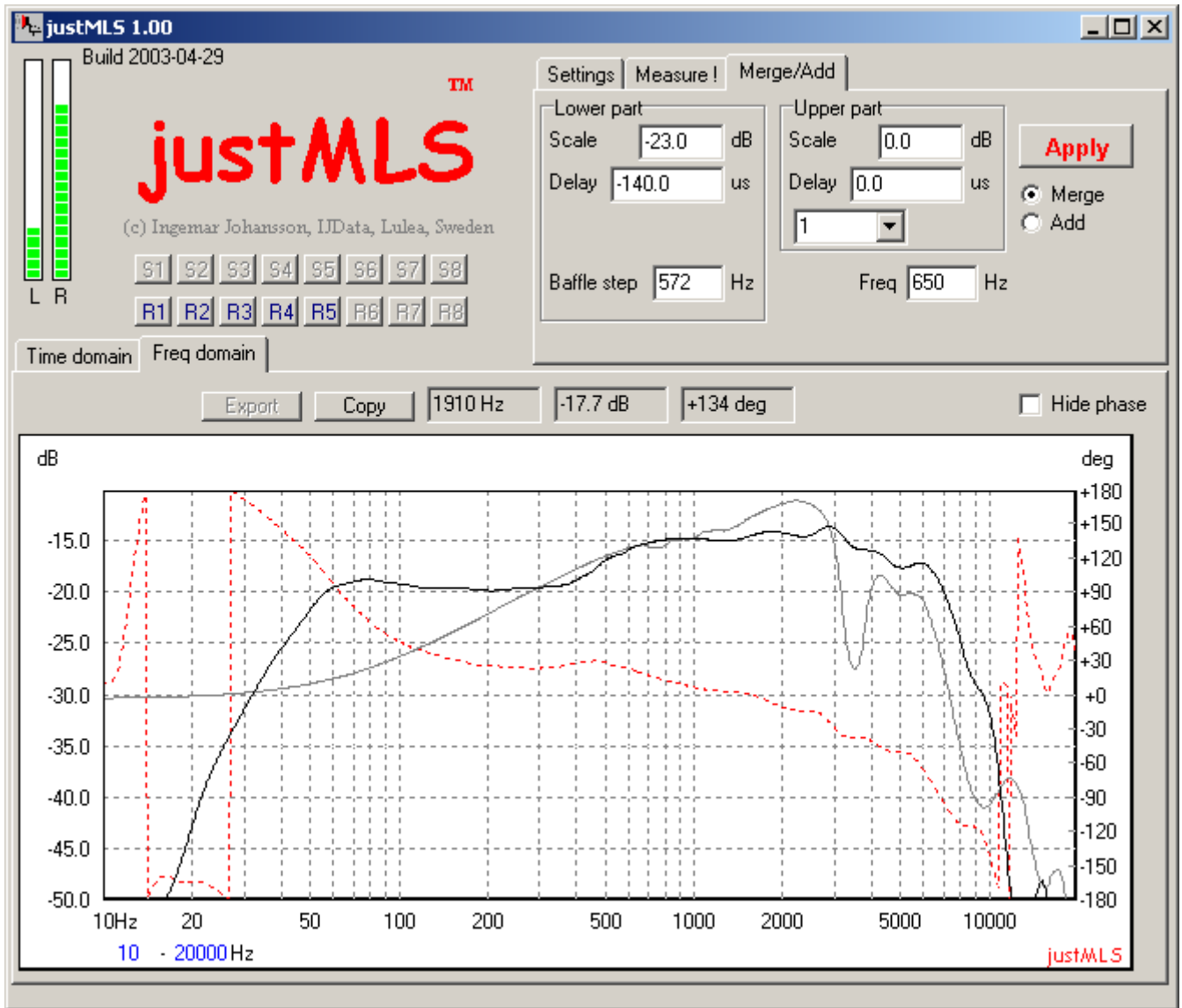
合成后的曲线如图中黑线的部分，然后点击“Apply”回到测量[SPL]界面，这时，合成后的曲线会显示[SPL]界面，点击[S4]保存，接下来就是这个合成后的近场和远场的再次合成了。点击 Merge/Add 标签进入合成功能界面，“Apply”下选 Merge，见下图



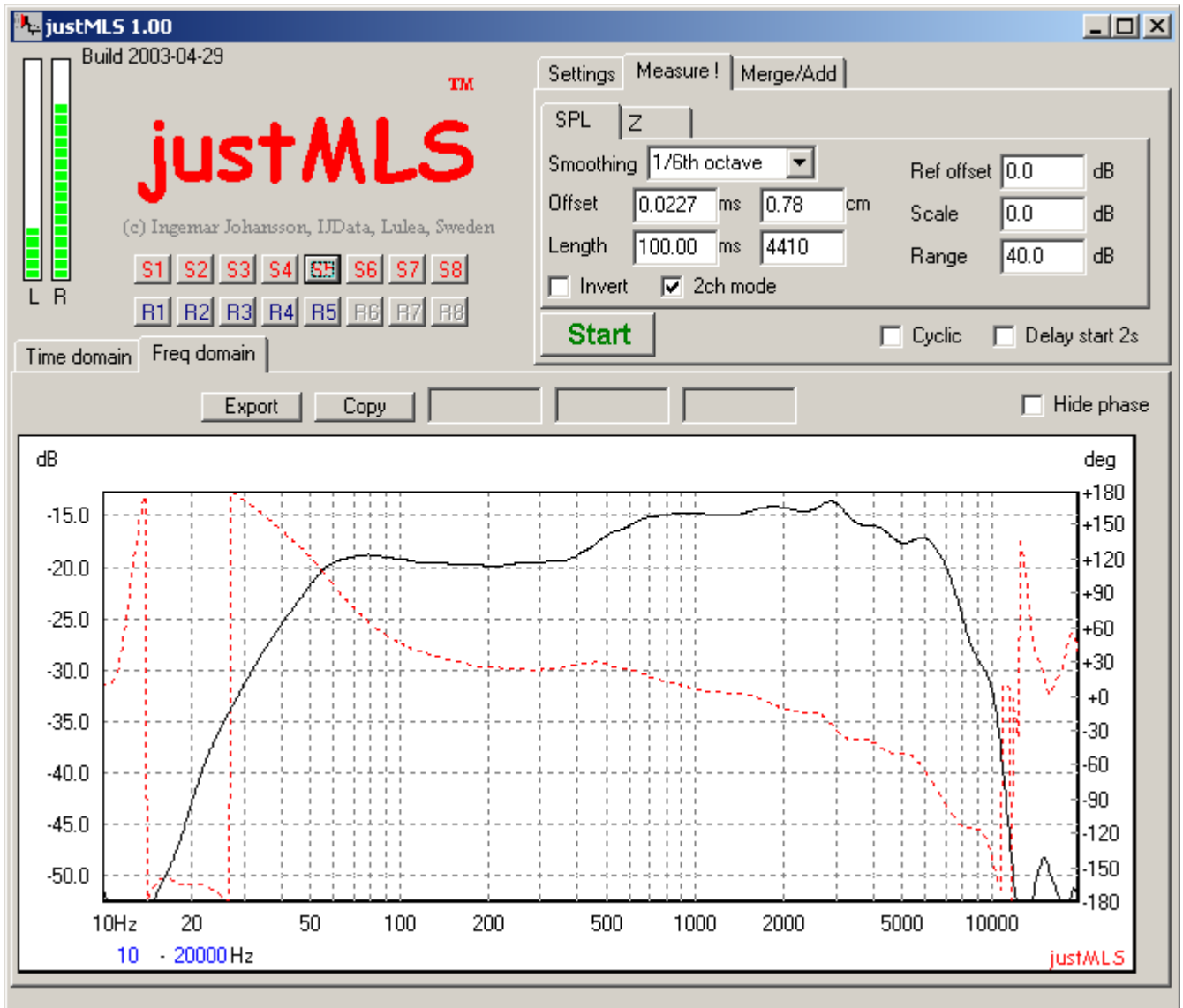
Baffle step 后面的值的填法说明一下。由于单元曲线受衍射效应，低端有 6dB 的滚降，所以需要将近场曲线进行一下模拟来达到曲线受衍射后的效果。这个值现在还无法确定正确的填法，按现在的理解，应该是和面板上单元振盆上的点到面板边缘最大距离等长度波长的频率，此次测量，单元振盆到边缘的最大距离是 60cm，通过计算，572hz 声波的波长等于 60cm，所以填入的数值是 572。（此处的填法有待考证）

由于和远场进行合成，所以在 Upper part 框里的下拉菜单选择 1(远场结果保存在了[S1]中)，刚才讲到远场的低频下限以下的曲线不能够使用，所以在图中 Freq 的值不能低于这个下限，此次测量刚才计算的是 384hz 以下不能够使用，所以在合成的时候这个值不低于 384 就可以了，但也不要太高，因为近场曲线在高端有效范围也有限，一般在 400-800 之间就可以。这个时候可以对比两条曲线在 500hz 附近的走势，找到能够良好过渡的点，然后将该点频率值填入。

从图中可以看出，两条曲线的声压值和相位曲线都没有对准，所以需要调整(此次合成只能修改近场的刻度 Scale 和延迟 Delay)。和刚才合成的时候一样，在 Scale 中填入+或-的值，使两条曲线在 Freq 点处能够重合。然后调整近场相位，和 Scale 一样，填入+或-的值，结果见下图。



近场曲线衰减了 23dB，-140us 的延迟，这时两条曲线在 650hz 处基本重合，点击“Apply”合成曲线，合成后的曲线见下图



点击[S5]保存曲线，然后点击[Export]将最终合成的曲线保存为文件，以便导入分频设计软件进行模拟。

注意：用于分频模拟测量高低音的曲线的时候，测完低音的远场要马上测量高音的远场，测量条件相同。使用 JustMLS 无法测量单元的实际声压值，所以需要同时测量高低音的远场，以保证最终的远场能够反映出高低音单元的灵敏度差，在模拟分频器的时候可以正确的设计衰减。这也是低音远场和近场合成时只修改近场刻度的原因。

随 PDF 教程文档，论坛还作了频响测量及合成的视频演示以供参考