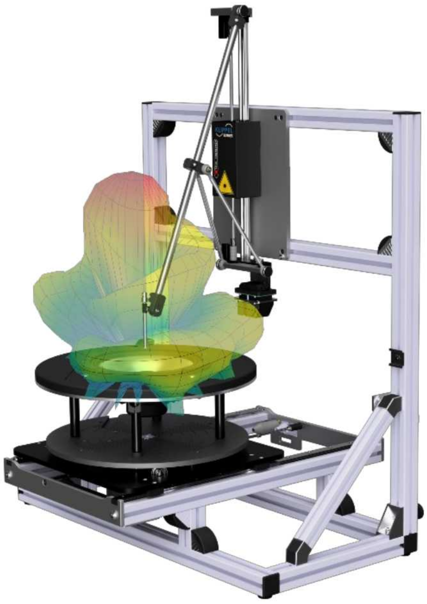
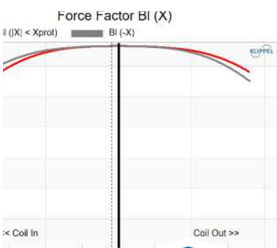
精音电子

KLIPPEL 测试系统 dB-Lab 212 - QC 7 新特性

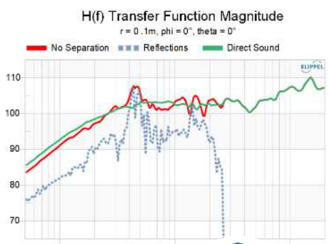
修订 3



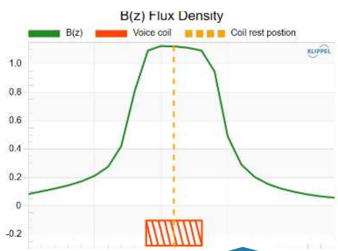
紧凑型综合测試解决方案用於



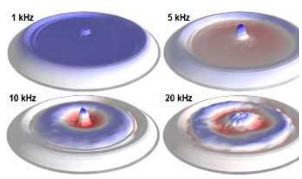
Electical Testing



Acoustical Testing



Magnetic Testing



Mechanical Testing

dB-Lab 212.240/QC 7.2(2022.03) 微小更新

RnD dB-Lab 212 更新

- 时间 - 频率分析 (TFA)
  - 用户界面，图形界面，信号处理以及功能特点的全面修改
  - 信号处理：
    - 大部分普通测试任务的简单设定模式
    - 小波分析和滤波器组分析时间分辨率的灵活减少（峰值，有效值）
    - 专门的脉冲响应信号处理模式（如：瀑布图）
    - 可与 QC 3DL - Spectrogram 3D Limits 模块兼容
  - 增加了播放 (PLAY) 和听音测试 (Auralization) 功能
    - 导入 wav 文件的播放（使用 Windows 默认播放设备）
    - 播放速率的更改（变慢）
    - 频率（带通）和时间筛选器来截取感兴趣的部分
    - 直观的光标控制以及专门的播放控制窗口
    - 筛选后的 wav 文件导出功能
  - 导入
    - 通过 wav 文件导入脉冲响应
    - 支持长时间 wav 文件导入
    - KLIPPEL 测试系统软件模块产生的波形数据的常规导入
    - 便利的通过剪贴板导入
  - 重新设计显示设定和图形界面
  - 新的测试和报告模板以及样例

- 大信号测试 (LSI 3)
  - 增加了信号放大的裕量
    - 裕量只受限于功放，不再受限于内部信号处理
    - U_{small} 电平的设定不再关键

QC 7.2 更新

- QC Stand-alone 脱机版软件
  - 无需 KLIPPEL 仪器硬件
  - 仅使用声卡和测试麦克风的最小化声学测试系统
  - 有源喇叭系统的全面测试（个人音频设备 / 智能音频设备，蓝牙音频等）
  - 任意阻抗相关的测试任务支持第三方数据采集硬件平台（如：带电压 / 电流监测的功放）
    - 提供电压和电流测试所需的校准
    - 支持功放增益的校准
    - 支持 Dante 和（或）其他音频码流协议

- 3D Spretrogram Limits(3DL): 最终版本
  - 集成环境噪音监测功能和 PNI - 生产噪音免疫功能（仅支持 Replace all 模式）
  - 增加了 Limit 校正
  - 新的测试操作和模板
  - 与 TFA - 时间频率分析模块兼容

- 新的功能组件 "Adjust Limits"
    - 可以让测试操作员对频响的上下限进行调节
    - 可使用密码保护
    - 灵活的，可反复的测试界限调节，可全面追溯
- 对 Pass 和 Fail 的测试结果区分序列号
- 新的频响选项：完整信号 vs. 窗函数处理的响应信号（只针对基频响应）
- 外部同步模块 (SYN)
    - 开环测试场景下显示测试之间的延时量
    - 在 open loop import 模式下允许 wav 文件导出（存储传感器的信号）
- 数据后处理任务 (PP)
    - 新的数据后处理模式：支持单个曲线输入的分析
    - 新的结果，包含上下限计算以及结果判定
        - Band Values: 针对测试曲线上用户指定频段的最大，最小，有效或平均值的计算
        - Band Values - X Axis value: 寻找最大或最小频段数值所对应的 X 轴位置
- IO& 提示任务 (IO Task):
    - 支持数据或询问的手动输入，包括上下限和测试判定
- 频谱分析任务 (SAN):
    - 现在支持输入信号共享 (Signal Sharing, 如：针对多通道测试）

主要功能说明

KLIPPEL 测试系统迎来了 2022 年首次 dB-Lab 212 软件版本的微小更新，为 RnD 和 QC 测试应用带来许多新的功能．这些新的功能对于所有使用 dB-Lab 212 和 QC7 版本的用户来说都是可以免费获取的．

时间频率分析模块 (TFA) 得到了主要的修改和功能更新．作为在时间和频率方面对波形进行分析的一个专门的数据后处理工具，时频分析模块可以导入任意信号或 KLIPPEL 测试系统产生的脉冲响应信号，或者 wav 文件．除了基于 SFFT, 小波转换或听觉滤波器组技术得到超高时间分辨率的声谱图分析外，现在这个模块还提供一个交互式的带通滤波器，以及播放功能，支持主观的失真分析和诊断．代替 PLAY 模块，现在 TFA 支持非常长时间的 wav 文件，可以获得信号的完整特性并截取一个时间进行详细分析，模块的整体性能和实用性以及图形界面都得到了很大的改善．

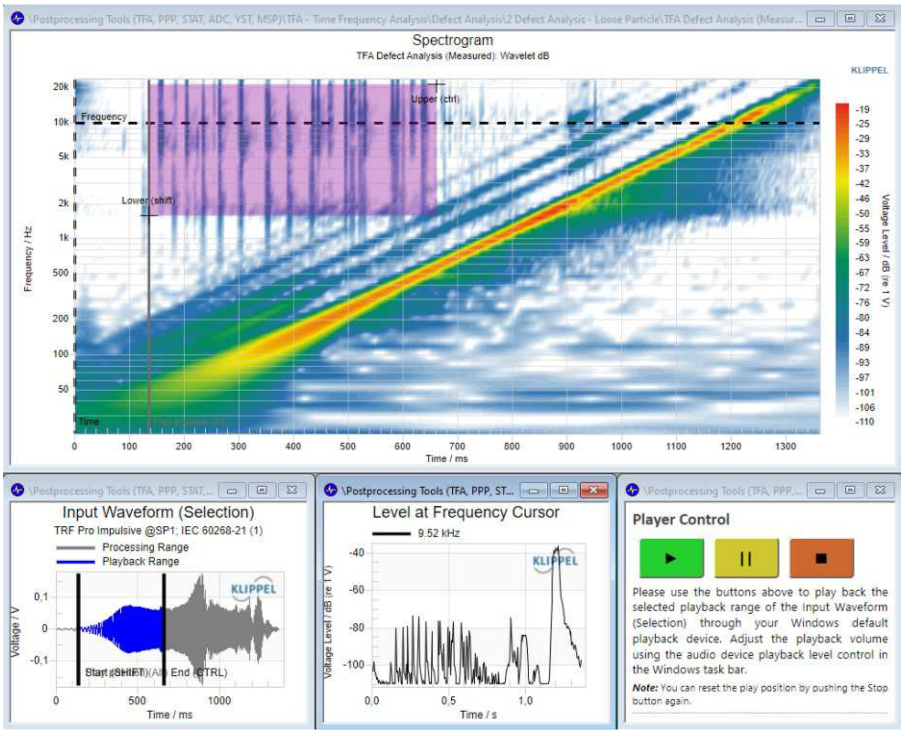


图 1. chirp 响应的小波转换和滤波后播放的功能；播放的时间和频率范围使用声谱图上的光标来调节．

QC 3DL 模块，作为 TFA 模块的继承版本，满足 QC 测试里面特别的需求，现在也正式发布了．这个功能扩展组件用于 KLIPPEL QC 系统的基于 Chirp 扫描技术的 SPL 测试任务，使用与 TFA 模块相同的听觉滤波器组，产生所测 DUT 响应的时间频率图谱．3DL 模块对声谱图结果自动使用基于黄金参考单元所产生的 "3D Limits", 来揭示由喇叭缺陷 (Rub & Buzz, 松散颗粒等) 产生的不规则失真和不正常声音的现象．任何界限阈值的超出都可以在专门的结果图中清晰可见．作为 QC 灵敏的时域 Rub & Buzz(脉冲失真，IEC 60268-21) 检测技术之外的一个功能扩展，3DL 模块带来一些新益处，比如检测频谱里面的任何异常表现，识别外部干扰 (不相干的), 详细的缺陷根源分析以及简化的 Rub & Buzz 滤波器设定等．现在 3DL 模块还支持环境噪音监测以及生产噪音免疫 (PNI) 扩展组件．

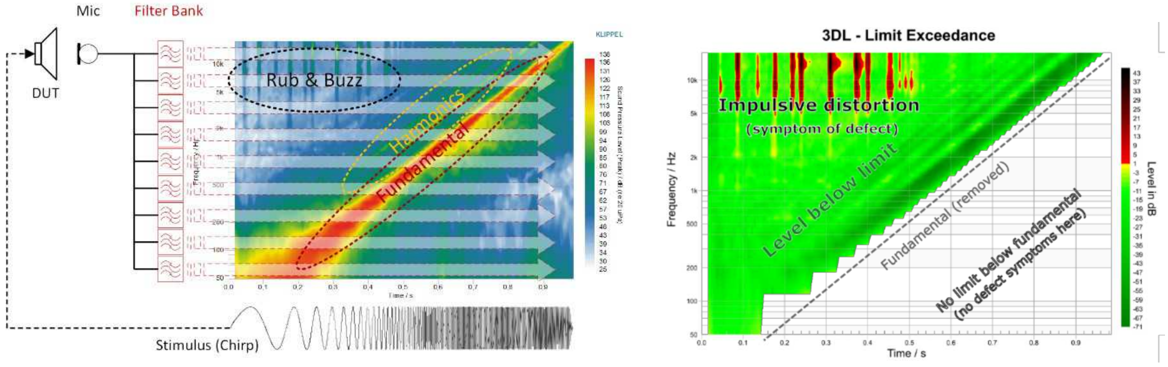


图 2. 滤波器组分析的原理图 (左); 在声谱图 3D 界限层面侦测到的松散颗粒缺陷 ; 界限区域由 chirp 信号的谐波次数来确定 (右)

QC Stand-alone 软件是专门用于不需要 KLIPPEL 分析仪硬件的所有测试场景的纯软件版本 . 与外部同步模块 (SYN) 相结合 , 搭配第三方硬件 (如 : 声卡), 可胜任任何开环或闭环测试应用场景或基于文件分析的测试 . 它只需要 Windows 操作系统的电脑以及用于软件授权 USB Dongle.

除了进行符合 IEC 60268-21 基于输出信号的音频测试外 , QC Standalone 软件现在也支持 QC 软件所有测试任务和功能 , 包括基于电压和电流检测的阻抗测试任务 , 以及 MSC 非线性参数 (如 : 音圈偏移) 测试任务 . 这样 , 使用带电压和电流监测功能的智能型功率放大器 , 如 : Powersoft Mezzo 系列功放 , 就可以搭建功能强大但成本经济的测试系统 , 通过 Dante 网络传送传感器信号到控制电脑 , 即使是对成本敏感的应用 , 也可以实现专业的品质管控 (如 : 测试系统租赁公司 , 服务站及其他).

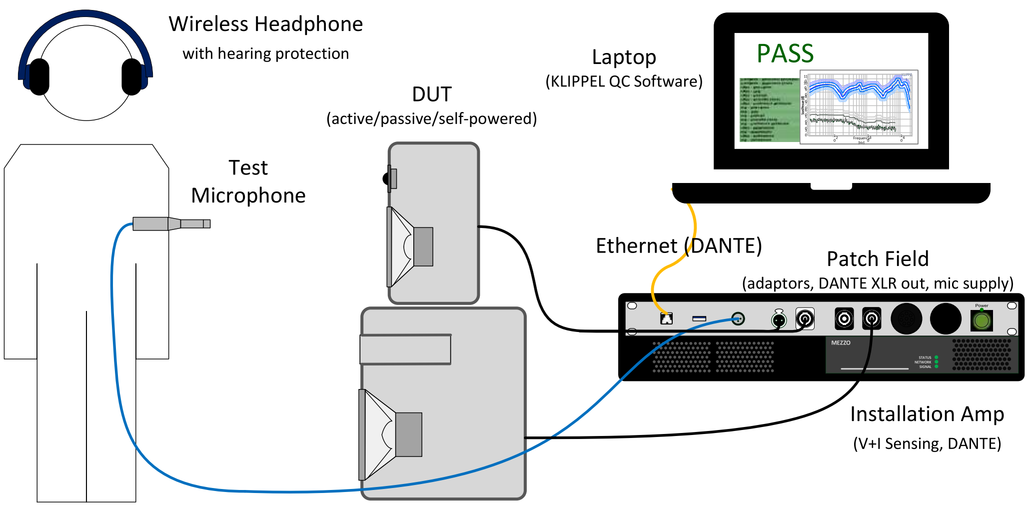


图 3. 租赁公司的移动式品控测试系统， 基于 QC Standalone 软件版本以及带 DANTE 接口的智能功放

dB-Lab 212.116/QC 7.1(2021.11)

RnD dB-Lab 212 更新

- 近場掃描 NFS 軟件 (應用於 NFS 硬件和多功能掃描工作台 [SCN])
  - 半空間環境下的異步測試 (如 : 藍牙產品)
  - 半空間環境下緊湊型設備的掃描測試 . 可使用更小的掃描表格以及增加了非常小的 DUT 產品的測試精度
  - 數據查看 : 針對等值圖和 Beam 寬圖的新的歸一化選項 (參照聽音點)
  - 聽音區域 : 平滑處理 , ISO 頻點 , 距離縮放 (1/r), 電壓縮放
- MTON 更新
  - 完全與 QC MTD 測試任務兼容
  - 多音失真計算 : 頻段內失真成分對基本成分的能量比
  - 單值結果和上 / 下限 : 總多音失真成分對基本成分百分比
  - 新圖表 : 多頻音響應 , 總多頻音失真 vs. Step
  - 單次測試模式現在可以應用上 / 下限
  - 測得信號的概率密度函數和高階矩
  - 應用於麥克風波形和傳遞函數的房間複修正曲線
- LPM 線性參數測試和 LSI 大信號測試
  - 現在支持通帶以下具有陡峭高通濾波特性的功率放大器 .
    如 : Class D, 帶 DSP 信號處理的 HP <= 24 dB/oct. @ 10 Hz 的功放)
- DIS 3D 失真測試
  - 修改了曲線圖顯示和配置
- SCN 振動掃描軟件
  - 支持新的激光頭型號 : LK-H022(所有掃描模式); LK-H082(僅平坦 (Flat) 掃描模式)
  - 增加了頻率上限 : 使用 KA3 硬件平台 , 支持最高達 66 kHz;
  - 結構數據導出 : 包含了單位 , 以及新的 2D *.dxf 導出格式 ;
- Polytech 掃描數據到 Klippel 軟件的 Poly2SCN 轉換模塊
  - 新的視圖以及 Polytec 掃描表格的重新劃分
  - 結構偵測 : 支持矩形和不對稱表格
  - 偵測測試表格內的未掃描的區域 (如 : 區分箱體振動與喇叭振動)

QC 7.1 更新

- 多頻音測試任務 , 主要改進 :
  - 完全兼容 RnD 系統的 MTON 模塊
  - 除了基本成分 , 增加了傳遞函數和模仿的頻率響應
  - 增加了 Level 結果 (交流信號有效值響應電平)
  - 多音失真計算 : 頻段內失真成分對基本成分的能量比
  - 單值結果和上 / 下限 : 總多音失真成分對基本成分百分比
  - 新的測試模板 , 帶了 MTD 測試任務的有源和無源系統測試 .
  - 增加了參數設定和上 / 下限參數的導入
- 校準
  - 使用 wave 文件的麥克風校準
  - 校準過程現在可以自動執行 (QC 自動化)
- SPL, SPL+IMP: 頻段內的聲壓級現在可單獨指定 (可允許重疊)
- 預調理 (Preconditioning): 掃描信號源設定與 SPL 測試任務相協調 (增加了電壓模式和速度模式)

dB-Lab 212/QC 7 主版本更新

新的 KLIPPEL 测试模块

SCN 近场扫描组件 (SCN-NF): 使用全息识别技术的声学测试

- KLIPPEL SCN 振动扫描系统的扩展组件
- 换能器或小型设备在半空间内（障板）的声学测试
- 全面的近 / 远场辐射数据
- 指向特性和声功率
- 直达声分离，房间模式和反射声的抑制
- 无需消音室
- 紧凑的硬件设置

多频音失真测试 (MTON): 正式发布

- 新：灵活的多频音激励，可用户定义峰值因子
- 基波成分和失真成分测试
- 符合 IEC 60268-21 标准的最大 SPL 和最大输入电压测试
- 符合 ANSI/CEA-2010-B 和 ANSI/CEA-2034 标准的最大连续输出 SPL 测试
- 新：压缩 vs. 频率
- 可用户定义的信号周期及步进幅值
- 避免被测物损坏的保护限制
- 测试换能器，有源 / 无源音箱
- 补偿由数字音频设备或传送过程引起的频率抖动

线性仿真 (LSIM): 正式发布

- 数字输入与声学输出的线性建模
- 集中参数模型
- 分析电学，机械和声学信号状态谱线以及转换表现
- 自动均衡到目标水平
- 考虑典型节目素材特性时的小信号表现
- 效率和电压灵敏度 vs. 频率
- 从几何结构参数输入计算参数
- 新：模拟房间响应的后处理滤波网络
- 新：相位和群延迟

摇摆模态分析 (RMA): 正式发布

- 解决由摇摆模态产生的 Rub & Buzz 问题
- 改善喇叭均衡特性用于在大输出时的安全工作
- 找到摇摆的根本原因
- 评价质量，刚性以及驱动力的不均衡以及定位它们
- 单一页面显示所有重要结果
- 新：使用优先级顺序的说明来改善对用户的辅助
- 新：交通灯式编码指示摇摆严重程度的等级

KLIPPEL 现有产品更新

dB-Lab:

- 新的信号感应器管理，统一了 RnD 和 QC
- 改善了图表，性能以及交互
- 测试协议保存硬件配置，时间线以及错误信息
- 新的测试操作，警告和错误图标
- 每个设备单独的信号配置
- 可用户定义的图表注释
- 报告产生器：针对所有模块的新报告模板，新风格样式
- RnD 下的手动扫描：简易，直观的正弦信号发生器，带基波和失真分析，可选的 3D 鼠标操作

在线测试软件 QC 7:

- 新的远程遥控接口
  - 自动化 API 代替了 IO-Monitor API（依然支持）
  - 自动化 QC 测试（测试控制，SN 输入，GPIO 以及结果访问等）
  - 支持与你喜好的编程或脚本语言进行灵活集成（如：Python）
- 新的感应器管理
  - 简化了感应器设置，与 RnD 应用统一
  - 专门针对 KA3, PA, 第三方音频接口以及文件导入的配置 - 不再混淆
  - 测试任务支持多种感应器类型（结果单位，dB 电平参考）
- 扩展了多通道测试能力
  - 第三方音频接口（声卡）- 最多支持 15 通道输入输出
  - 文件分析 - 最高达 128 通道（如：智能音箱测试）
  - 专门的基于通道的路由设定
- 功放测试的新模板
  - 使用假负载电阻的立体声功放检测
  - 电压 / 电流频率响应，失真
  - 使用多频音大信号的快速功放测试
- 外部同步 (SYN):
  - 改善了多通道开环分析 - 在一个测试序列里面分析多个 wave 文件
  - 改善了闭环和开环测试时序列执行模式的术语和处理 - 更好地集成到自动测试序列
- Chirp 响应的时间 - 频率分析 (3DL): 增加了绝对界限选项
- 声学测试任务 (SPL, SPL-IMP):
  - 针对浮动界限的新的界限对齐选项 Absolute(normalized) - 用于归一化频响的固定公差 测试频响形
  - 状，独立于平均电平 / 灵敏度（如有源音箱，未校准设备的测试）
  - 相位和极性的协调处理，去除了互相关性（延时修正）
- 电学测试任务 (IMP, TSX):
  - 现在也支持与其他 IMP 测试任务共享信号 - 只执行一次测试来测试两个设备或两个通道

统计分析 (STAT):

- 单值结果的相关性分析图，揭示相关性和依赖性对时间，样本或其他指标（如：温度）的关系

近场测试软件 (NFS):

- 改善了数据后处理 : ISO 频率点 , 平滑 , 距离比例
- 集成到 dB-Lab 的新的 3D 图形
- 更佳的交互性分析
- 空间声压分布的近场察看
- 多个极坐标曲线图的叠加

时间 - 频率分析 (TFA):

- 信号统计 : 平均值 , 有效值 , 峰值 , 谷值 , 尖削度 , 峰值因子
- 波形的概率密度函数
- 脉冲响应的能量 - 时间曲线

振动扫描软件 (SCN):

- 针对 KA3 的自动激光校准
- 在 dB-Lab 软件里面可直接实现步进马达的控制

KLIPPEL 硬件更新

SCN 多功能扫描工作台 :

- SCN 振动扫描系统硬件现在包含了用于半空间 (障板) 声学测试的组件

兼容性

KLIPPEL RnD 软件兼容 dB-Lab 206 或更高版本软件测得的数据
KLIPPEL QC 7 软件兼容 QC 4 或更高版本软件测得的任何数据

主要功能说明

2021 年初夏 KLIPPEL 软件迎来了一个主版本更新 . 同时用于 QC 7 和 RnD 的主版本软件 dB-Lab 212, 现在提供了一个共享的感应器管理 . KLIPPEL Multi-Scanning Workbench 也全面发布 , 给更小尺寸平台带来了近场全息声场扫描技术 , 可提供指向性 , 声功率测试以及房间修正功能 . 使用多频音激励信号的失真全面测试 , MTON 模块现在也正式发布了 ; 数值仿真工具也加入了新的线性仿真 (LSIM) 模块 , 得到了补充和完善 , 专用于喇叭单元和音箱的设计 .

KLIPPEL QC 软件也得到了更新 , 增加了新的自动化接口以及对 Windows 或 ASIO 音频接口的多通道支持 , 还有基于波形文件的开环测试 . 它包含了更加灵活的选项用于智能设备或单机工作设备的测试和同步 . 现有模块中的许多微小但非常有用的工具以及软件更新也汇总到这个主版本软件 . 了解并获取更新 , 探索或从免费的试用版开始 !!!

dB-Lab 软件里的一般新功能

dB-Lab 是 KLIPPEL 测试系统的平台软件 . 用于测试和仿真的设置 , 操作 , 分析和数据后处理 . 在新的软件版本里面 , 该框架的所有四个方面都有更新 . 对于设置 , 对用于所有支持硬件或 wav 文件的感应器处理部分进行了重新设计 , 现在统一了 RnD 和 QC 的测试 . 感应器要么经过校准并保存到一个新的感应器文件 , 要么从常用的感应器列表中进行选择 . 当使用多个测试硬件设备时 , 硬件的路由设置现在效率更高并且更灵活 . 感应器可分配到任意信号路径 .

当操作一个测试时 , 新的操作图标可指示测试过程中是否发生了问题 . 错误和警告信息也清楚地标记出来 , 并且在大部分情况下 , 直接链接到用户手册 . 这样可以对问题过程进行快速识别并缩短你的工作流程 . 有一个新的 Measurement Protocol 视窗列出测试元数据以及进程信息 , 包括一个时间线 , 硬件配置以及错误和警告 . 通过图表的改善和术语的协调 , 更优化的自定义以及用来说明重要信息的图形内注释 , 分析结果也变得更简单方便 . 对于数据后处理 , 基于新的报告模板以及大部分通用的应用 , 所有结果可以直接导出为 PDF 报告 . QC 软件框架下的手动扫描和实时波形显示功能现在也可以在 RnD 框架下使用 , 可对正弦激励信号正弦简单分析 . 这个功能可以使用一个 3D 鼠标来顺畅操控 .

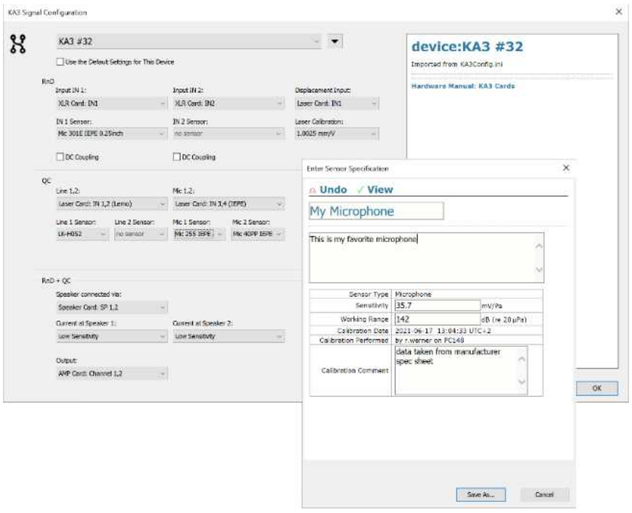


图 4: KLIPPEL 分析仪信号配置对话框以及新的麦克风表

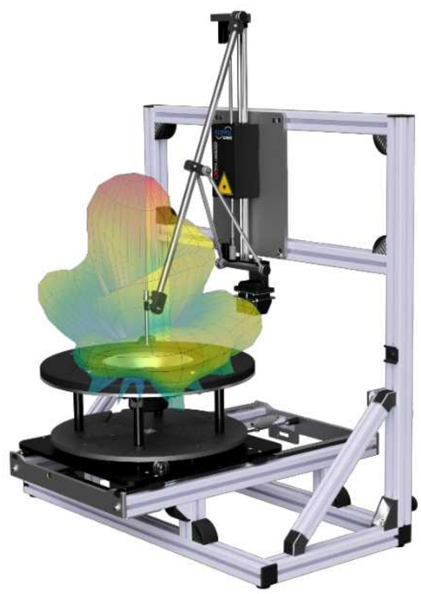


图 5: 低音单元安装在有近场扫描附加组件的 SCN 扫描工作台

全面的扫描方案

使用比大的 NFS 近场扫描系统尺寸更小系统，填补了空间声学测试的空白 . 基于流行的振动扫描系统 (SCN) 硬件，现在可以使用全息技术进行自动化的声学扫描和评测声源的全空间特性 . SCN-NF 硬件组件扩展了当前的振动扫描系统为一个多域扫描工作台，使用其他信号感应器，如麦克风，探针和磁场感应器等 . 主要的应用就是在普通房间内进行声学扫描 . 这样就不需要消音室就可以进行精确的声学测试 . 典型的被测对象为喇叭单元，小尺寸音频设备 (移动电话，智能音箱等).

高级的全息分析方法可抑制房间模式和声反射 . 基于比远距离处精细声学网格的传统指向性测试所需点数更少的扫描测试，近场扫描测试展现了声源的分析性描述，因此可以用任意分辨率提供扫描表面外任意距离处的空间数据 . 重要的输出结果包括指向性特性如：气球图，指向性图，声功率以及许多其他指标 . 大尺寸的近场扫描系统可以进行全空间和半空间测试，多功能扫描工作台主要针对半空间配置情况 (使用障板)

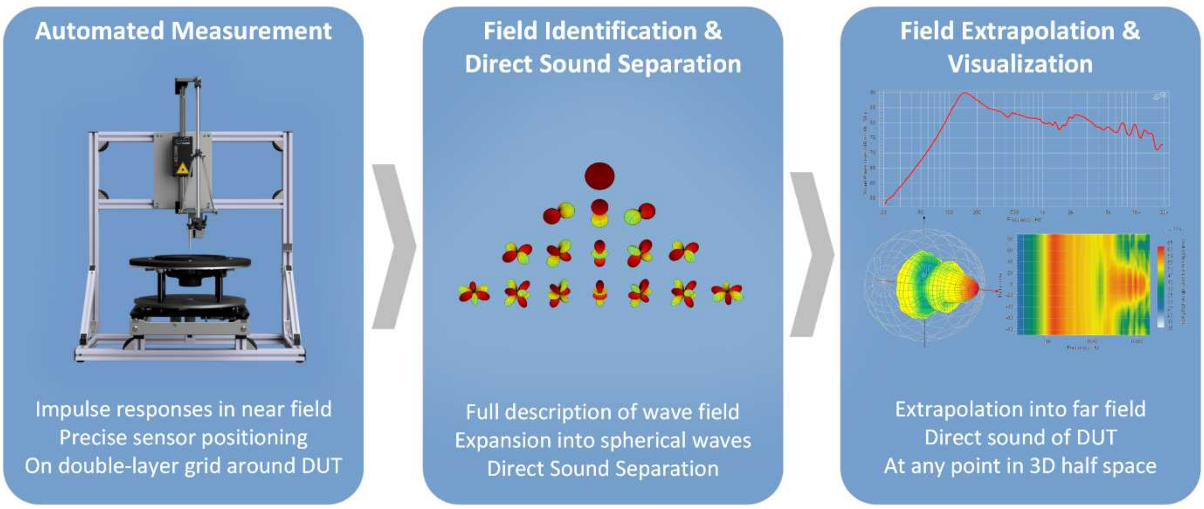


图 6: 全息测试技术的原理及测试结果

假设被测设备具有旋转对称性时，典型的测试时间可以少至 5 分钟 . 无对称特性的完全扫描大于需要 1 小时 . 多功能扫描工作台 (前身为 SCN 硬件) 现在作为一个完整的硬件平台用于振动和声压 (或其他信号域) 扫描 . 有两个独立的软件包可用于机械和声学分析 . 请联系我们或访问 KLIPPEL 网站了解更多信息 .

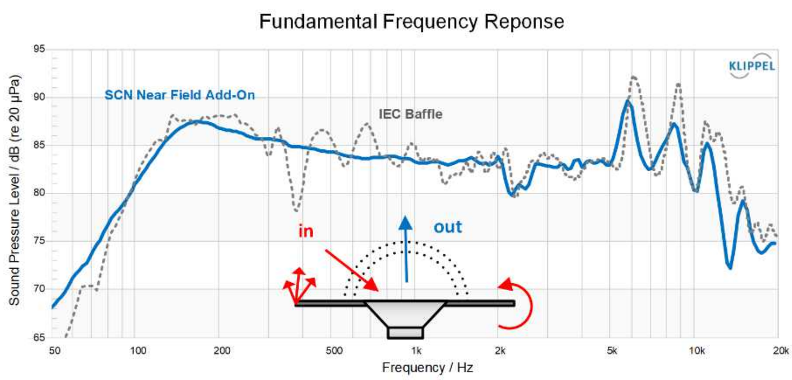


图 7: 传统的 IEC 障板测试的与 SCN NF 组件测试的喇叭频响比

振动扫描软件现在支持自动的激光校准和检验. 为了在任意位置定位感应器, 每个运动轴都增加了一个简易的定位前端. 基于振动数据, 摇摆模态可以得到可靠检测以及其根本成因可得到识别. 摇摆模态分析 (RMA) 现在已经发布而且已经得到重大改善, 从测试到结果分析方面高效地指导用户. 给出明确的指示被测设备是否有重大的摇摆表现减小了声输出, 产生了可闻失真 (Rub & Buzz) 以及早期失效 (现场次品). 实际的用于摇摆分析的扫描时间大约需要少于 10 分钟. 这可以测试同一批次的多个设备来区分系统性表现域随机性影响.

对近场扫描系统数据查看软件的图形输出以及软件界面进行完全重新设计, 现在已经自然地集成到 dB-Lab 软件中. 距离比例现在可应用于扫描表面和远场. 对许可文件的框架也进行了简化. 请参考当前价格.

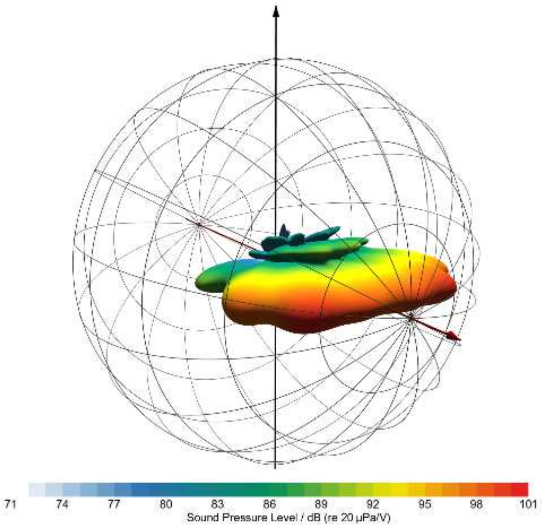


图 8: dB-Lab 软件的新视图软件生成的气球图

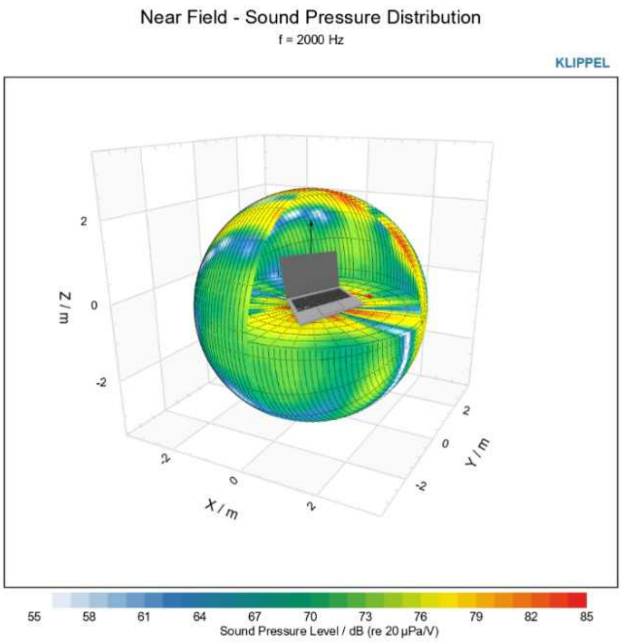


图 9: NFS 系统对笔记本扫描的近场 SPL 分布图

失真分析

MTON, 基于多频音激励信号的分析模块现在也正式发布. 多频音激励是一种非常有用的测试信号, 因其类音乐属性和可在未激励频率谱线处直接测试失真的优点. 与纯正弦音测试及其相应的谐波失真分析相比, 多频音失真提供更真实的表现 (缩影). MTON 模块有一个新的选项可以指定信号的峰值因子 (脉冲程度 - 激励信号峰值和有效值间的比值), 对于大功率测试和现实世界中音乐素材的精确模拟非常重要. 步进式和周期性测试可用于自动的热学和非线性压缩测试.

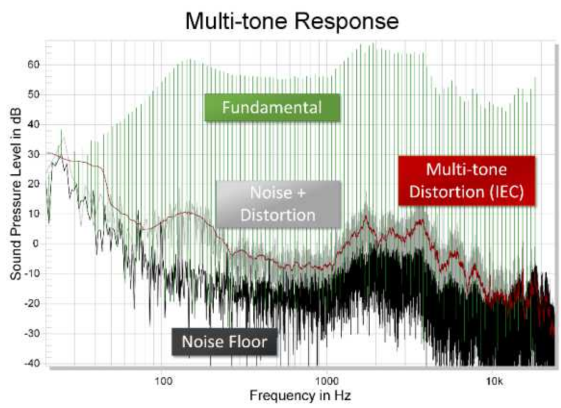


图 10: MTON 模块的主要结果图

为了保护被测设备,可定义多种界限来避免电压自动增加时导致的设备损坏.对于喇叭单元或无源喇叭系统,可以分析电学,机械和声学信号并得出失真产生机制的结论.MTON 支持任何无线有源音频系统的测试(如:蓝牙)并且可补偿可能出现的频率抖动.

QC 软件的 SPL 测试任务,增加了一个可选的时间 - 频率分析的组件,功能得到扩展.这个三维的表面图(声谱图)揭露了失真和异常声音的表现,现在也可以和用户设定的 3D-Limits(3DL) 进行比较,可相对于参考数据或一个绝对界限.

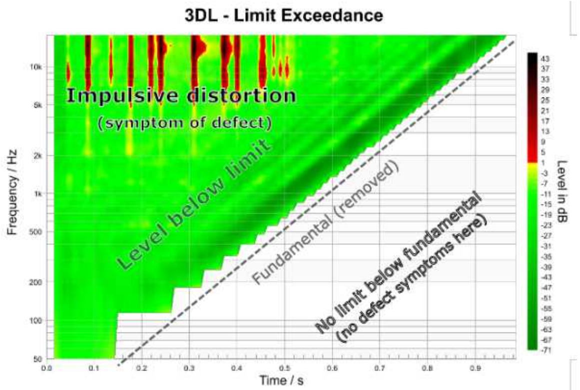


图 11: 3D 声谱界限图检测到的松动部件失效;界限区域由 chirp 信号的谐波次数指定

数值仿真

为众人熟知的非线性数值仿真模块 SIM 和 SIM-AUR,现在有了相应的线性数值仿真工具 (LSIM). 与许多现在的工具不同,LSIM 目标是绿色喇叭系统(效率高,重量轻,尺寸小)的整体设计.对于给定节目素材的最大峰值电压,电压灵敏度和和效率可以很容易地根据应用情形来调节.可以使用自动 EQ 调节功能并且一键点击使用,对峰值位移量和响应的谱线特性就可以预测出来.所有相关的全面状态可得到分析并描绘出相应的传递(转换)表现.

LSIM 经过了优化设计,结合 KLIPPEL KCS 方案一起使用.开始使用这个模块时,它简易的用户接口界面,交互式信号网络及音箱配置,还有基于几何结构的参数输入等特点都有很大的帮助.

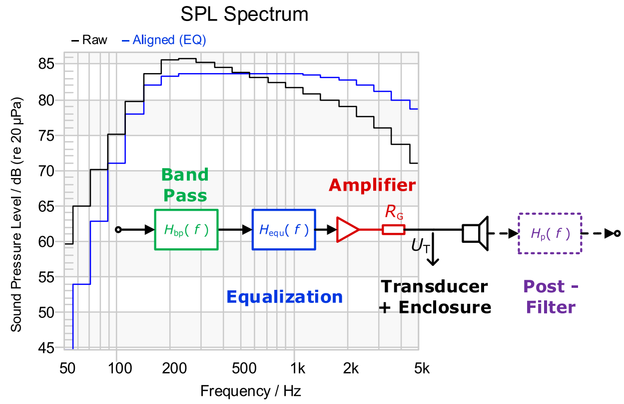


图 12: 原始喇叭仿真的 SPL 频谱与使用 LSIM 模块对齐的响应之间的比较

在线测试

使用 KLIPPEL QC 软件,现在有更宽广的测试应用范围.复杂的测试场景可以使用新的自动化 API 来实现和控制.这个 API 是存在已久的 IO-Monitor(仍然支持)的继承.可以很轻松地集成到流行的编程语言中,如 Python. 上面提到的感应器管理程序可用于 KLIPPEL 分析仪,基于声卡的接口,数字音频设备以及 wav 文件分析.感应器文件可与 RnD 软件共享,结果图表也相应地比例缩放和标记.

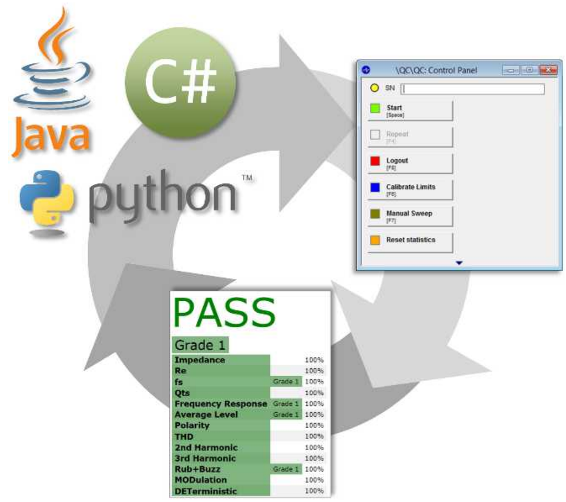


图 13: 用于 QC 软件控制的灵活自动化 API 集成

特别是对指向性受控的设备 (波束成形技术 , 喇叭和麦克风阵列), 多通道测试能力也得到了扩展 . 对于任何非 KLIPPEL 的硬件前端 , 最高支持 15 通道以及 128 通道的 wav 文件处理能力 . 使用输入信号共享功能 , 一次测试可以采集许多信号并自动分配到多个分析任务 . 这极大地减少了测试和设置时间 .

开环测试也得到了改进 , 在一个测试序列里面可分析多个 wav 文件 , 以及对 KLIPPEL 硬件和外部音频设备的混合系统配置有更好的支持 . 典型的应用就是测试声音辐射设备和麦克风 , 没有音频码流的直接访问 , 而是使用 wav 文件的激励和响应 .

图 14: 使用 KLIPPEL QC 系统基于 wav 文件测试的智能音箱 4 个麦克风响应

工具

在 KLIPPEL dB-Lab 212 和 QC 7 软件 , 包含了大量微小功能和 bug 修复 . 请参阅 history.txt 文件了解完全的功能列表 , 开启 dB-Lab 软件时你可以找到这个文件 . 在这里重点说明两个功能 :

时间 - 频率分析 (TFA) 工具 (与 QC 3DL 模块类似) 增加了对导入 wav 文件的诊断 . 全面的信号分析 (平均值 , 有效值 , 峰值 , 谷值 , 尖削度 , 峰值因子), 描绘幅度分布的概率密度函数 . 新的能量 - 时间曲线在分析脉冲响应时特别有用 .

几乎任何 KLIPPEL 测试结果都可以使用统计模块 (STAT) 来进行统计分析 , 特别是对 QC 测试结果 . 现在可以将特定频率或横坐标轴的单值结果或曲线数据映射到时间 , 样本或其他指标上 . 后者反映了各个结果之间的相互依赖性 , 这对于了解和优化生产过程是非常有用的 . 而且 , 统计分析模块还可以分析 RnD 模块测试的结果 .

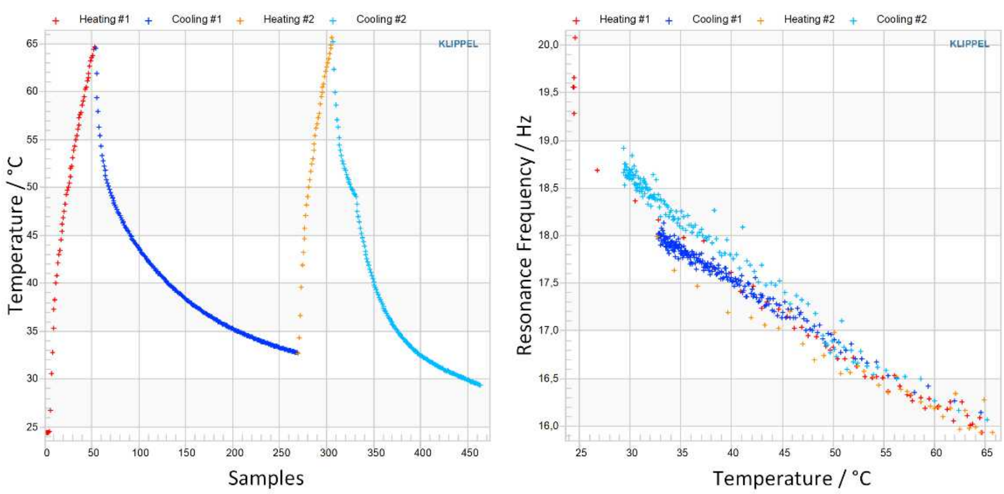


图 15: 使用 STAT 模块产生的依赖性曲线图 (左边 : 环境温度 vs. 时间 / 样本 ; 右边 : 超低音的谐振频率 vs. 环境温度)