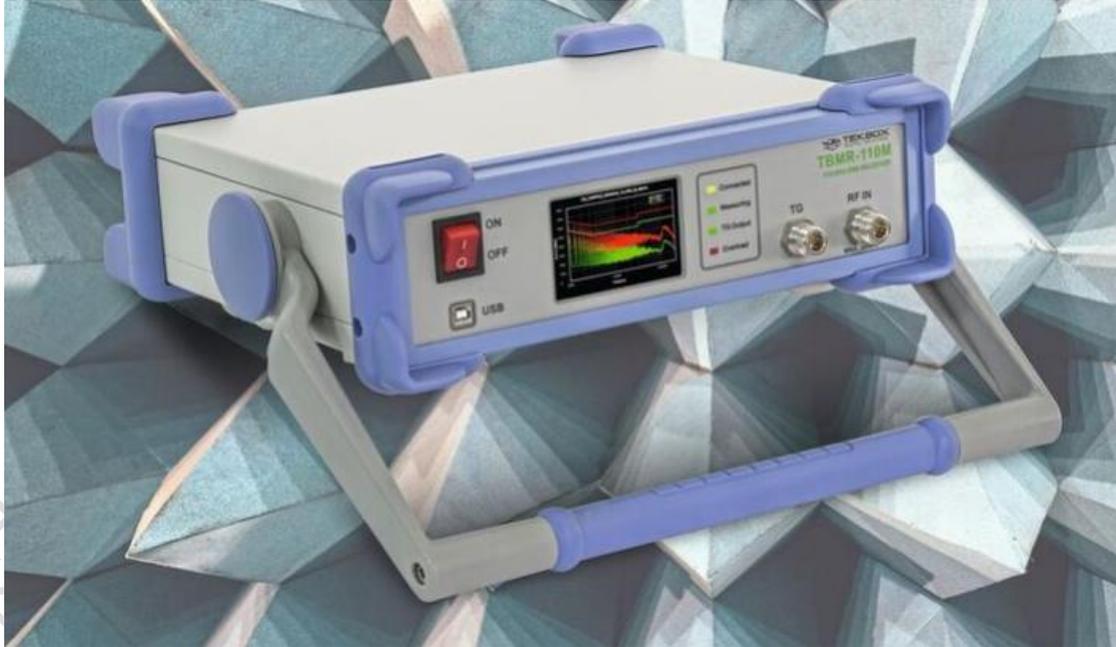


## 使用 TBMR-110M EMI 分析仪在汽车行业进行 EMC 测试

汽车行业要求设计人员测试和验证各种组件的 EMC 性能。否则，电子设备之间可能会发生干扰。可以使用 TBMR-110M 示例来解释必要的测量。



高频电力电子器件：高频 EMI 分析仪可用于检查车辆中使用的组件

在快速发展的汽车工业、先进电子领域由于无线技术越来越多地集成到车辆中，因此检查电磁兼容性 (EMC) 非常重要。其中一个重要工具是 RF EMI (电磁干扰) 分析仪，它在确保汽车电子系统可靠、无故障运行方面发挥着至关重要的作用。

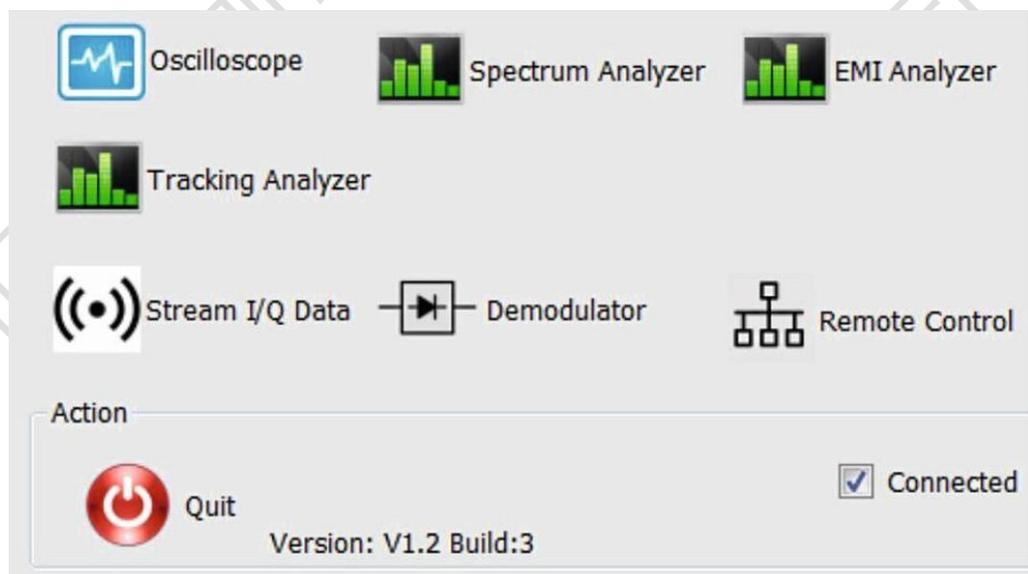
汽车制造商和供应商使用 RF EMI 分析仪对其产品进行预一致性测试。这使得开发人员能够在接受正式认证之前确保满足必要的 EMC 要求。这种主动的方法有助于在开发过程的早期识别和解决 EMI 问题，从而降低最终认证中代价高昂的延迟或不合规的风险。

### 检查并验证组件的 EMC 性能

在汽车制造中，这些分析仪对于测试和验证各种组件的 EMC 性能特别有价值，从发动机控制单元 (ECU) 到频率为 110 MHz 的信息娱乐系统。射频分析仪测量汽车电子元件和系统

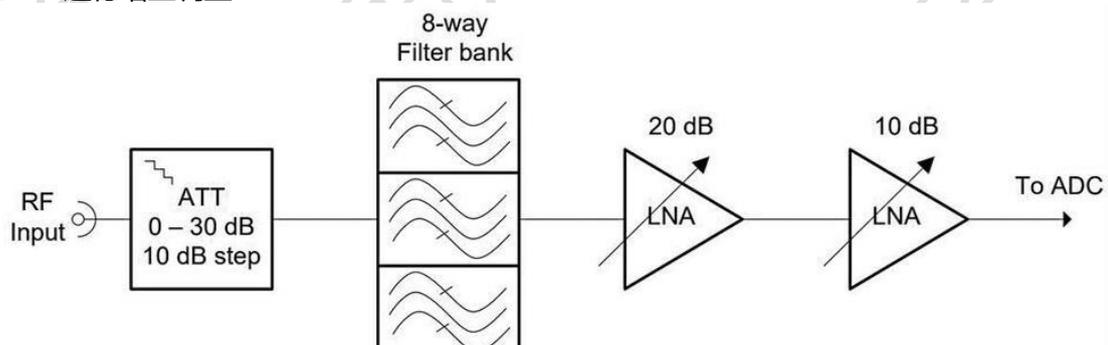
产生的传导电磁辐射, 这些辐射可能会影响其他车载系统的运行。这些测量通常根据 CISPR 25 等标准或 OEM 特定要求进行, 以确保符合监管指南。

针对此类应用, Tekbox 推出了 TBMR-110M 高速 EMI 分析仪, 开发人员可以使用该分析仪执行所有必要的测量。除了 EMI 功能外, 该器件还提供内置跟踪发生器、示波器功能、解调器和 IQ 流发生器。以下文字说明了 TBMT-110M 的工作原理。



### 射频信号处理和频谱分析

RF 输入连接到可切换衰减器 (衰减范围为 0 dB 至 30 dB, 步长为 10 dB) 和输入保护电路。接下来是一个带有 8 个通道的预选器。预选器的输出馈送到两个连续的 LNA (低噪声放大器)。第一级增益为 20 dB, 第二级增益为 10 dB。这允许以 10 dB 为步长从 0 到 30 dB 进行增益调整

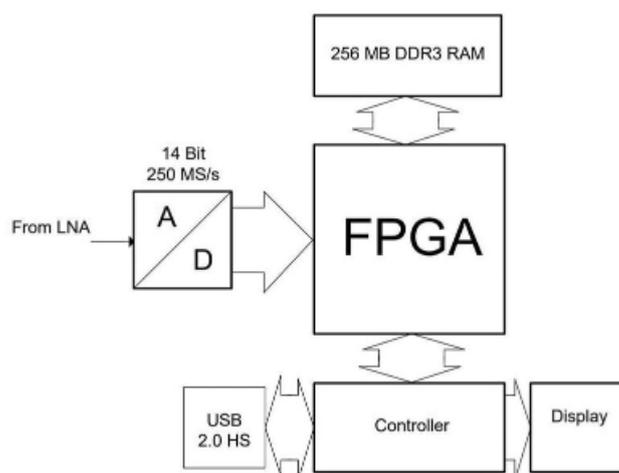


RF 部分的框图

RF 信号在具有定制逻辑的 FPGA 模块中进行采样、A/D 转换和处理，然后将数据存储在快速 256 MB 同步 RAM 中。微控制器读取 AM 的内容，并通过 USB 接口将其传输到计算机，在计算机上处理和显示频谱。

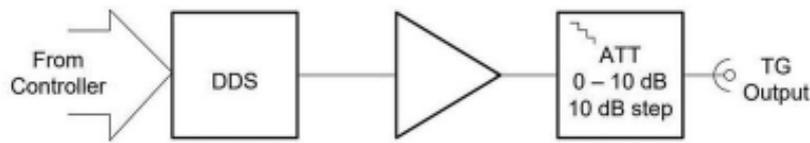
Filter No	Characteristic	Frequency Range
1	Trough	DC - 110 MHz
2	Low pass	DC - 150 kHz
3	Band Pass	150 kHz - 500 kHz
4	Band Pass	500 kHz - 3 MHz
5	Band Pass	3 MHz - 10 MHz
6	Band Pass	10 MHz - 20 MHz
7	Band Pass	20 MHz - 30 MHz
8	Band Pass	30 MHz - 110 MHz

预选过滤器的属性列表



带有 FPGA 的分析仪数字部分的框图

跟踪发生器由 250 MHz DDS (直接数字合成)、放大器和可切换 10 dB 衰减器组成。它可以生成频率高达 100 MHz 的单端信号 (CW)，最大输出功率为 0 dBm。该分析仪包含一个带有级联可切换和可调数字滤波器组的数字接收器。最大 RBW 限制为 3.5 MHz。解调、短期 FFT (STFFT) 和并行滤波器计算是使用强大的多线程和 SIMD (单输入多数据) 技术在计算机辅助下进行的。EMI 测量装置包括测量天线、射频电流监测探头或 LISN 等传感器，仅举最常见的一些。所有转换器都有属性为了获得准确的测量结果，必须考虑到这一点。



跟踪发生器的框图

### 电场和磁场强度的天线系数

测量天线的特征在于其天线系数  $AF$  (以  $[dB/m]$  为单位), 并提供天线系数表。如果将天线系数添加到天线输出处的电压 (以  $[dB\mu V]$  为单位), 您将得到相应的电场强度 (以  $[dB\mu V/m]$  为单位)。电场强度  $E [dB\mu V/m] = V_{ANT} [dB\mu V] + AFE [dB/m]$ 。如果天线设计用于测量磁场, 则它们的特征是磁性天线系数 (以  $[dB/\Omega m]$  为单位)。磁场强度  $H [dB\mu A/m] = V_{ANT} [dB\mu V] + AFH [dB/\Omega m]$ 。天线系数始终与频率相关, 并且根据天线与测试对象之间的测量距离而有较小程度的变化。

### 功率阻抗网络和测量校正

功率阻抗 (LISN) 通过阻抗、相位、隔离度和分压比来表征。与测量值校正相关的参数是其分压比, 其表征 LISN RF 端口处的电压与 LISN EUT (被测设备) 端口处的电压之比。实际测量设置可能包含计算测量结果时必须考虑的附加组件。这些组件可能包括电缆、衰减器、滤波器、限制器、放大器和其他传感器。所有这些组件都具有对数参数的特征, 可以轻松地在接收器测量的原始数据中添加或减去这些参数。

TBMR-110M 软件和 EMCview 中采用以下公式:  $图形幅度 = 原始幅度 [dB\mu V] - 电缆文件 - LISN 文件 + 天线文件 - 放大器文件$ 。

任何组件都可以在每个文件中进行表征。该软件根据文件的扩展名识别文件:

- 电缆文件: \*.cac
- LISN 文件: \*.lsc
- 天线文件: \*.ant
- 放大器文件: \*.amp

只要参数具有适当的符号，就可以在任何文件中定义任何组件。例如，衰减器的衰减在电缆、LISN 或放大器文件中必须为负，但在天线文件中必须为正。RF 电流互感器/RF 电流探头在 LISN 文件中定义为具有正互阻抗值