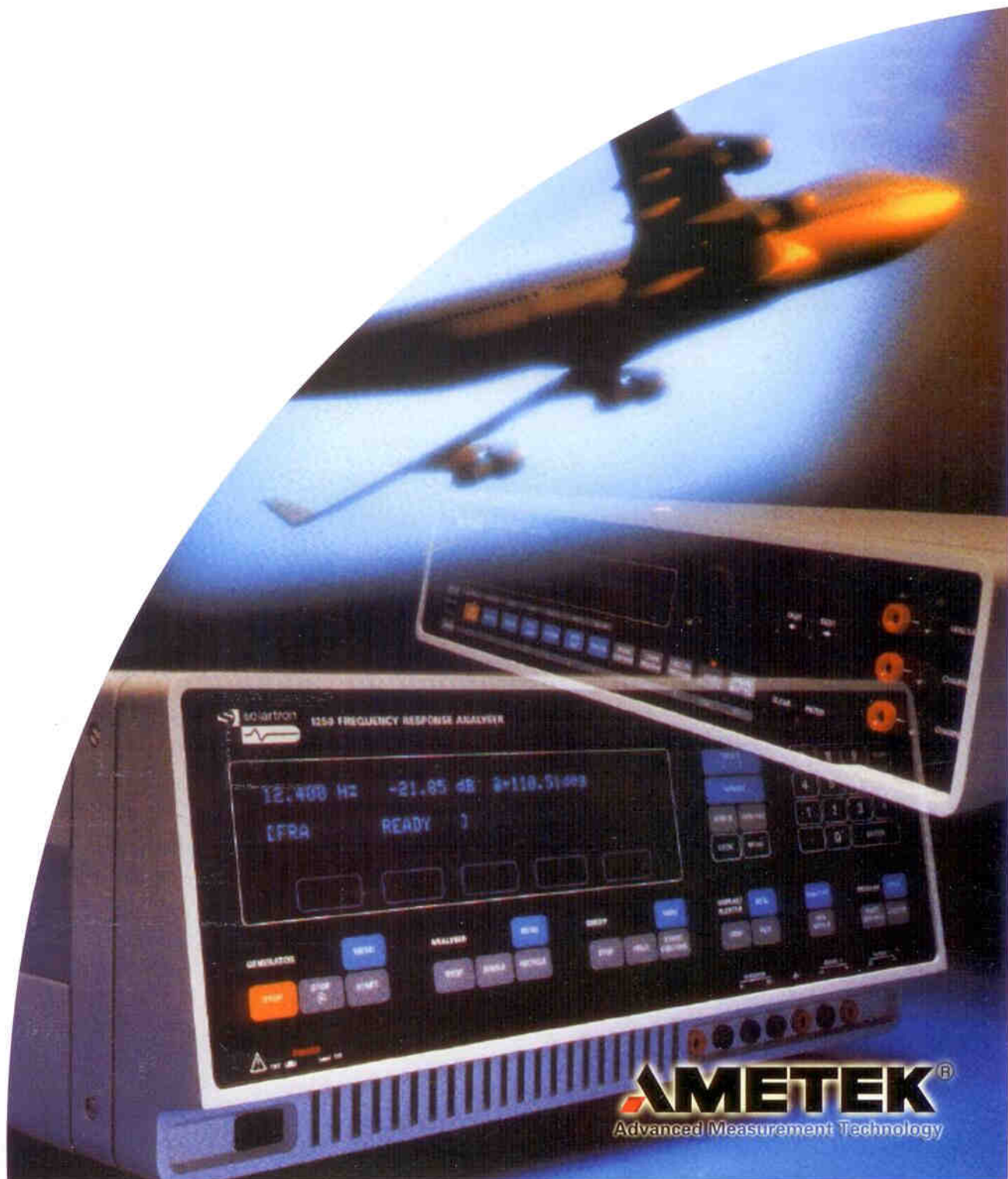


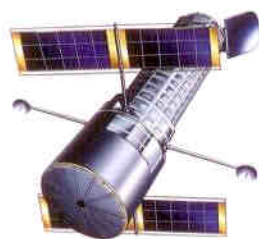
FRA_s

频率响应分析仪



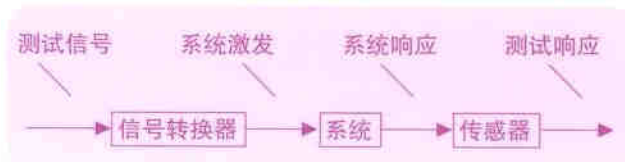
传递函数分析(TFA)产品、设计和应用

传递函数应用主要研究不同频率下与输入正弦波相关的输出相位和增益



传递函数分析

传递函数分析成为利用 Solartron 频率响应分析器(FRA) 进行所有研究的基础。FRA 正是凭借这种技术来测定系统中的正弦信号点,该点与其他点或者某一个输入信号相关。在输入信号的频率处,输出信号的大小和相位与传递函数相关。测试信号通常某种形式输出到信号转换器(调节器)的某种形式,然后用一个激发到测试体系(可以有多种表现形式,电子、力学、磁、光密度、反射、压力等)。通过某种形式的相应的传感器将输出信号反馈到传递函数分析器或 FRA 来测得系统响应。



传递函数分析技术可以概括为以下四类:

- ★ 传递函数包含阻抗响应, 即 EIS
- ★ 传递函数包含非电子响应, 即电动流体力学
- ★ 传递函数包含非电子扰动, 即力学、压力、温度、磁场等
- ★ 传递函数不仅包含非电子扰动而且还有非电子响应, 即光电化学阻抗谱(扰动 - 光调制强度 / 响应 - 光电流)

TFA 的标准用途是产生信号, 该信号与信号转换器相连 (如上所示), 这些信号可以表现为多种形式, 液体的、气体的或是电子的, 信号转换器促使产生可控信号 (例如空气动力学测试中用的位移功能变换器, 当测试时, 就安在系统中, 将输出信号反馈给 FRA)。然而, 并不是只用这一个信号转换器, 该领

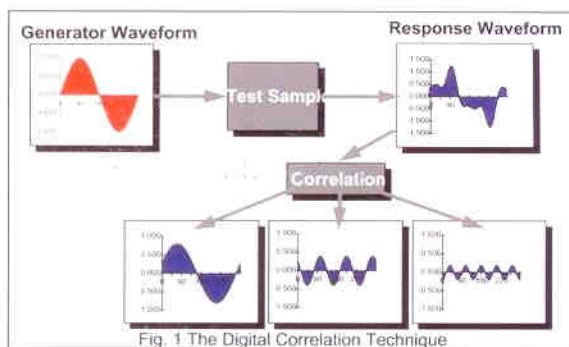
域已经扩大到覆盖许多信号转换器系统和连通的传感器技术, 如光调制强度、磁场强度、圆盘旋转速率等。

产品

Solartron 已经在控制/伺服市场活跃了近 50 年, 这种技术可以根据正弦输入信号(ac 信号) 做出响应, 从而能够表征伺服系统。增益和相位的测定即可测定出系统稳定性, 同时, 可以估计出误差范围从而保证这些数值在容许范围之内。

开发 1250 系列产品则是为了提供一个测试系统, 设计工程师们可以运用该系统优化伺服系统、液压调节器和电机组分等的性能(见应用部分)。Solartron FRA 技术的用途, 用简单正弦关联产生正弦波, 从而使系统中主要组分在被分析时不受谐波和噪声干扰。

通过分析整个频率范围包括确定零相移点所需的低频和 180 度相位点来分析控制系统而获得增益裕度(放大范围)。控制工程师们往往用这些概念来评估系统稳定性, 即确定增益裕度和相位裕度(相补角), 并以此作为相对稳定性的量度。1250 系统的平行输入信号使得相同系统的多重点可以同时测量。



Solartron 投入控制市场的一系列主要产品如下表:

产品	通道数	简单说明	应用
1250E	2	<p>使用单正弦相关技术, 消除噪声、谐波和 DC 位移 频率范围: 10 μ Hz ~ 65.5kHz 内有发生器允许分析 10VAC rms 和 10VDC 值 高精度测定 0.2% 幅值和 0.2 度相位角 可产生正弦波, 方波和三角波 对 AC 系统具有光学调制 / 解调器功能 光学同步装置 可产生频率和相位的同步信号 2 个独立分析器同时测定单通道电压和传递函数</p>	<p>伺服装置 / 航空电子设备 液压调节器 导弹导航系统 卫星系统 视频压缩光盘装置 塔式油罐控制 电信 电化学应用</p>
1250B	2	<p>同上, 但是 1250B 有一个空白的前面板, 大大降低了成本 4 通道 FRA 单元</p>	同上
1254A	4	<p>4 独立平行分析器 说明同 1250E</p>	同 1250E
1253A	2	<p>使用单正弦相关技术, 消除噪声、谐波和 DC 位移 2 个独立分析器(多路转换) 内有正弦发生器 -10V AC rms, 10VDC 宽频范围覆盖 1mHz ~ 20kHz 同步分析器和调制 / 解调器 单通道电压和传递函数的测定 消除噪声、谐波和 DC 位移, 使用单正弦相关技术, 前面板控制</p>	<p>航空电子设备 ATE 系统 航空航天开发 (军事 / 民用) 电信</p>
1255A	2	<p>宽频范围从 10 μ Hz ~ 20MHz 2 个独立分析器 内有发生器允许分析 3VAC 和 40VDC 值 高精度测定 0.2% 幅值和 0.2 度相位角</p>	<p>变压器等供电系统 电信机构性能 / 卫星系统 电化学应用</p>
1255B	2	<p>1255B 主要优越性 - 同上。除了空白前面板, 因此低成本解决方法 频率范围 - 到 1MHz, 与 1287 ECI 带宽一致</p>	同 1255A
1270A	2	<p>FRA 与 1253 性能指标一致, 专门为 VXI 支架系统设计的装置</p>	<p>ATE 系统 航空电子设备 卫星导航</p>
1252A	2	<p>单正弦相关技术, 自动抑制噪声、 谐波频率: 10 μ Hz ~ 300kHz (65,535 分之一分辨率) 2 个独立分析器(电压和传递函数的测定) 无前面板操作 (只能计算机软件控制与分析)</p>	<p>自动测试系统 航空动力 / 电子系统 卫星推进 / 导航 武器制导 电化学 / 材料</p>
1260	3	<p>消除噪声、谐波和 DC 位移, 使用单正弦相关技术, 前面板控制 3 个独立平行分析器 内有发生器允许分析 3VAC 和 40.95VDC 值 宽频率范围: 10 μ Hz ~ 32MHz 超高分辨率: 0.001 分贝, 0.01 度 高精度测定 0.1% 幅值和 0.1 度相位角</p>	<p>电子元件检测 电池和固体电解质 通讯线路组延迟 电子线路设计 变压器等供电系统 阻抗测试 电化学应用 / 材料测试</p>

Solartron 伺服产品的历史和应用

二十世纪五十年代, Farnborough 的皇家航空研究院 [RAE] 对飞机机翼构件进行了实验。他们密切关注机翼构件对受到突然外力 - 着陆时的冲力、碰撞气陷或者机翼内部燃料的突然起燃 - 冲击时的反应。同时, 人们发现飞机金属材料疲劳是 Comet 号 - 世界上第一个喷气式载人飞机失事的原因之一。因此, 为了研究这种现象, RAE 的科学家们不得不找到一种可以进行重复性(并且非破坏性)测试的途径。特别地, 他们希望在构件中引入(强加)一种运动, 并且测试能够测试这种运动(他们希望测试传递函数)。于是, 他们就开发了传递函数分析器(TFA)。TFA 产生正弦波, 然后, 与之相连的信号调节器(液体、气体或者电的)会产生一个受控的机翼运动。位移功能变换器被安置在机翼表面的战略位置, 然后从这儿发出的信号被反馈到 TFA。

这一系列测试的目的就是研究机翼构件应变外力的行为, 同时也是为了理解动力学条件。他们希望测出传递函数, 即测试机翼表面感兴趣的在不同频率时的增益和相位的输出/输入信号。

通常, 反馈到 TFA 的信号是复杂的, 并且是非线性的。这样就可能用到 FFT 技术, 但是 FFT 技术并不能在整个频率范围内均进行测试, 而且也不能辨别非线性度。TFA 概念(后来叫做 FRA)则是利用了基本原理, 不管多么复杂的信号都可以被分解为一系列数学正弦波。再加上, 人们认为数学上的正弦波定义非常明确, 因此就保证了测试所需的精度。这就开发出了传递函数分析器和频率响应分析器 - 该产品可以产生简单正弦波, 可以关联由这些最初产生的简单正弦波所获得的反馈信号。所有包含在复杂的反馈信号中的其他信号均会被删除, [但是可以做类似分析, 通过简单改变 FRA 产生信号的频率]。

该技术取得了巨大的成功, RAE 为此著文一篇, 并且出版。事实上, 这个概念的成功, 不仅仅在于他们创造了

简单的原型, 而且在于他们利用这个概念创造了 RAE 所需的所有附加测试系统。

RAE 要求 Solartron 公司进一步改进系统, 并且生产 10 套。这样就出现了附加 VP252(校正器)的 OS103(振荡器)传递函数分析器(使用热离子管¹)。

应用

典型应用包括:

- 气动测试 - 研究施加于机翼构件的外力
- 汽车减震系统
- 雷达天线设计
- 塔式油罐控制
- 视频压缩光盘激光控制系统
- 航空电子 - 航空航天控制系统
- 卫星开发
- 导弹导航系统
- 电信系统
- 成分分析



气动测试和航空电子

Solartron TFA(后来叫做 FRA)投入全面生产后, 一些卖到 RAE, 其他全部卖给知名飞机(民用或者军用)制造商。Solartron 系统用于开发 F14、F15、F16、F18A、秘密战斗机和军用飞机。监控控制飞机表面的, 控制产品已经用于开发飞行控制系统(航空电子), 监控记录控制飞机起落架。新的应用不久也被开发出来: 军用塔式油罐控制机理(M1 罐)、导弹控制系统(Patriot)/ATE 系统、摩托车减震系统、电梯设计以及雷达天线设计。近期将其应用到开发飞机模拟器和潜水艇的推进系统。



供电测试和电子分析

Solartron FRA产品的成功可以归功于下列应用的开发: 电子放大器设计, 电压控制振荡器, 集成电路设计, 相闭合回路和开关式电源, 这些已经用于电信和卫星系统。Solartron FRA还用于开发高密度磁盘激光控制特征和机器人模拟技术(主要是在日本)。

电信

传递函数包括电对电 - 类似于电源测试, 即在我们的FRA频率范围如模拟开关中的开关单元。新的听筒技术的开发即音频输出到电子输出 - 分析麦克风电路和可替代的电子输出到音频输出。决定产品有效性的常规标准被用于电信工业来确定产品用于传递函数分析的可行性。工业上使用的电源也要进行测试。

新用途

目前我们的市场包括火箭推进器控制系统、卫星系统设计、新桥梁设计制造研究、伺服系统的参数和性能分析如用于迪斯尼乐园“星球之旅”的模拟从而确保大小和相位裕度能够保持在合适的范围之内; 至于建筑结构研究, 只是 Solartron FRA单元用途的一小部分。最近的关于FRA的应用涉及边缘科学研究的如下文所述:

强调制光电流光谱(IMPS)

IMPS的目的是测定出现在半导体/电解质结合处的光电流的响应。当半导体被照射, 激发内部电子通过禁能隙, 使电子跃迁到导带和价带空穴。使用外电路, 通过记录这一反应过程中的光电流竞争过程即可以测出这些光激发载体信号, 包括电荷转移与重组, 二者均为一级反应。这就导致了光激发与响应之间的特性滞后(即相移)。IMPS的主要任务是测定光电流的频率响应, 以便推导出动力学信息。半导体中的激发态可以通过使用强调制光源如声光调制器+激光, 或具有特定发射波长的发光二极管(LED)来照射材料而获得。

电压调制微波反射(PMMR)

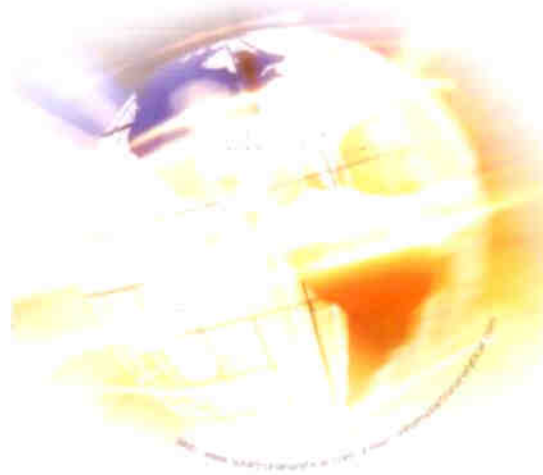
PMMR技术是当电位被调制时, 用来监测半导体电极的微波反射。材料的微波反射与其电导率成正比。因电导率依赖于



载离子密度, 该技术可以直接监测界面孔与电子密度的变化。半导体系统中, 当得到关于电荷的形成和衰变的基本信息后, 就可以获得关于反应动力学的直接信息。

光电化学阻抗光谱(PEIS)

该技术非常类似于IMPS, 只是不是调制光, 而是电压变化之后测试阻抗。



1250 系列频率响应分析仪

1250系列频响分析仪FRA为增益及相位的测量提供了一些精确的解决方法。

待测设备由正弦波来激励并在系统中分析一、二点或更多点处的响应。然后将这些响应与激励正弦波相关去确定相对于发生器的幅度及相位。由测得的两信号的比值就可用于求得系统的传递函数。

该过程抑制所有谐波并且通过增加积分时间将即使那些被淹没在噪声中的信号也能被精确地测量出来。

1250系列中300V的量程对燃料电池堆及各种机动车和住宅电源用的高压电池组的测量特别有用。

1250系列频响分析仪的主要特性包括

- 交流幅度范围-10mV到10V用于电源测试
- 分析量程-300V也即用于自动测试系统ATS电站振动测试
- 噪声抑制能力
- 同步器选项可使发生器及载波器的信号按照频率及相位加以锁定
- 有能力分析非线性系统
- 多通道分析
- 1254频响分析仪有4个平行通道
- 面板或软件(Visual Basic)控制操作
- 调制/解调卡与交流载波系统互联

控制系统

频响分析仪的标准应用是产生一个信号并将该信号接到转换器，去激发待测系统，然后将系统响应经传感器反馈到分析仪进行测试分析。用于空气动力学测试这些转换器安置于待测系统上，并将响应信号经过传感器再反馈到频响分析仪使体系得以表征。其典型应用包括：

- 自动化测试系统
- 电源测试



- 航空飞行器仪表/系统控制
- 空气动力学测试
- 受力对机翼结构的影响
- 气车撞击吸收体
- 武器操纵系统
- 火箭发动机及定向技术

电化学

阻抗测量已经成了电化学/生物学现象以及材料性质研究中的重要工具。

1250系列联同恒电位仪如1287一起可有许多应用

- 腐蚀及抗蚀剂研究
- 无机及有机涂层和薄膜的分析
- 氧传感器及燃料电池中固体电解质研究
- 开发新型阳极/阴极材料及电解质
- 植物/土壤性质中的生化分析研究

材料测试

当与一台1296阻抗接口和1294生物阻抗接口用于对许多材料进行测量如：

- 超电容/电池/燃料电池用材料
- 半导体有机晶体陶瓷等材料中的电荷迁移
- 分析化学反应聚合及固化过程
- 新型气体及液体传感器
- 铁电/压电及半导体等材料的表征



1250/1254 频响分析仪的特性指标

发生器	
波形	正弦波、方波、三角波
频率	范围 10 μ Hz ~ 65kHz 最大分辨率 10 μ Hz \pm 100ppm 稳定度(24 小时 \pm 1°C) 10ppm
幅度	10mV ~ 10.23V
分辨率	1/1023
误差	<1 % \pm 1 位数字
失真度	<2%

直流偏压

范围	-10.23V ~ +10.23V
分辨率	1/1023
误差	<1 % \pm 1 位数字
最大电压	
(低端 Lo 到地)	150V
阻抗	100k Ω /100pF
前面板连接	浮置 4mm
后面板连接	浮置 BNC
输出短路保护	

分析器

1250 : 2 个独立分析器平行操作

1254 : 4 个独立分析器平行操作

标定量程	灵敏度动态范围	满度最大输入	共模抑制
30mV	1 μ V (90dB)	45mV	30V
300mV	10 μ V (90dB)	500mV	30V
3V	100 μ V (90dB)	5V	30V
30V	1mV (90dB)	50V	500V
300V	10mV	500V	500V

最大输入 (高端或低端对地)	500V 峰值, 300V 有效值
耦合	直流或交流(< 1 dB 2.5Hz 处)
阻抗 (高或低端对地)	1M Ω /<100pF
共模抑制 (直流耦合 100Hz)	>65dB (50V 峰值)

通道交叉绝缘	>100dB (10kHz) 1 k Ω (输入端)
测量延迟时间	0 ~ 10 ⁹ s
与计算机连接	GPIB IEEE488 (可选 USB 接口模式)
电源	90 ~ 127V, 188 ~ 265V
电源频率	45 ~ 440Hz
功耗	不带选项 130VA, 带全部选项 210VA
尺寸宽 x 高 x 厚	432 x 176 x 573mm (17 x 6.93 x 22.56in)
重量	18 公斤(40 磅)
操作温度范围	0 to 50°C (32 ~ 122°F)

1250/1254 能直接由面板控制或通过软件-GPIB 界面来控制

1250B (no front panel) 的操作是计算机软件来控制

如需更新有关同步器调制/解调器特性的信息请访问我们的网站

同步器

同步器选卡可将发生器锁定到一个旋转/往复运动的部件上,从而可对此部件进行测量。应用包括涡轮机分析 - 用谐波实现裂纹检验。

调制/解调器

该选卡可让用户叠加一个外部调制器信号至1250 发生器,作为载波器,信号上。该调制信号然后通过分析器输入端进行解调。应用包括无线电通讯及自动化系统。

