

CoMeT 耦合测试管

总论

随着电磁污染的加剧，各种电器电子设备的屏蔽性能也日益得到更多的关注。

其中电子信号的传输媒介—电缆的电磁屏蔽特性及电磁泄漏性能就要得到特别的关注。

对同轴电缆和对称电缆的电磁泄露和屏蔽性能的评估在低于 50 MHz 的低频段上主要通过电缆的转移阻抗 Z_T ，在高于 30 MHz 的高频段上则通过电缆的屏蔽衰减参数。

而一段相对电长度较短*（在低频段）的电缆的转移阻抗 Z_T 则定义为单位长度上电缆一端屏蔽层上的感应电压与电缆另一端屏蔽层上的干扰电流的比值，其单位为 Ω/m 或 $m\Omega/m$ ，如以下公式所示：

转移阻抗：
$$Z_T = \frac{U_2}{I_1 \cdot L}$$

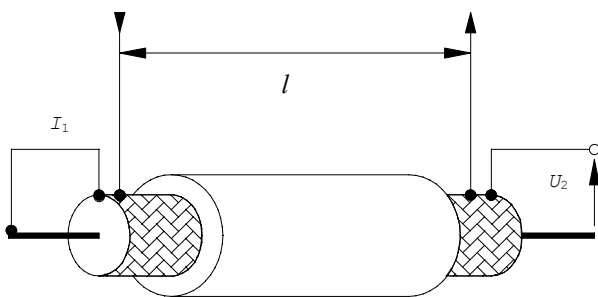


图-转移阻抗的定义

相对电长度较长**（在高频段）的电缆的屏蔽衰减 a_s 定义为电缆输入功率 P_{feed} 与最大散射功率 $P_{rad,max}$ 的对数比率，如下公式所示：

屏蔽衰减：
$$a_s = 10 \cdot \log_{10} \left| \frac{P_{feed}}{P_{rad,max}} \right|$$

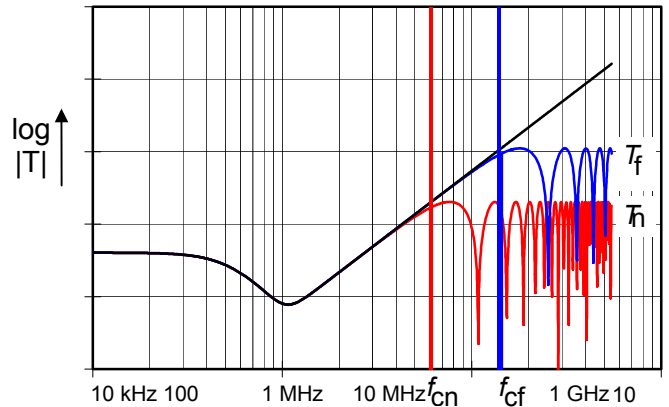


图-耦合转移函数 $T_{n,f}$ 的计算结果

电缆的耦合转移函数 $T_{n,f}$ 定义了其屏蔽衰减 a_s 与转移阻抗 Z_T 的关系。在低于截止频率 $f_{cn,f}$ 的低频段，电缆的电长度较短，可以测出表面转移阻抗 Z_T 。而在高于截止频率 $f_{cn,f}$ 的电波传播频段，则将屏蔽衰减 a_s 作为衡量电缆屏蔽效果的参数。截止频率 $f_{cn,f}$ 可以通过改变测试套管的长度来进行调节。

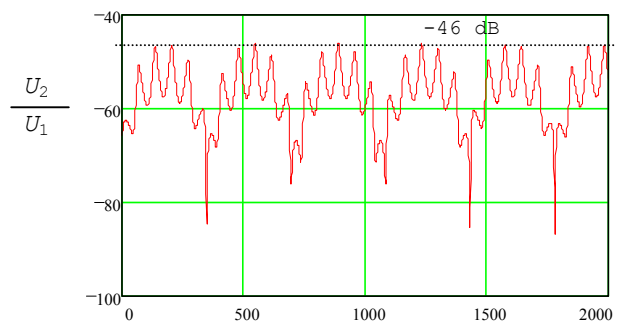
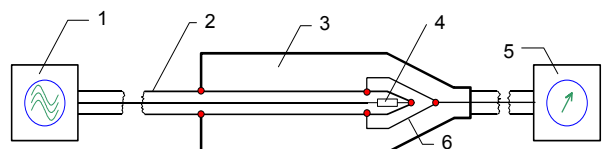


图-电缆（RG058）的屏蔽衰减计算结果

屏蔽衰减 a_s 及转移阻抗 Z_T 的测试装置：



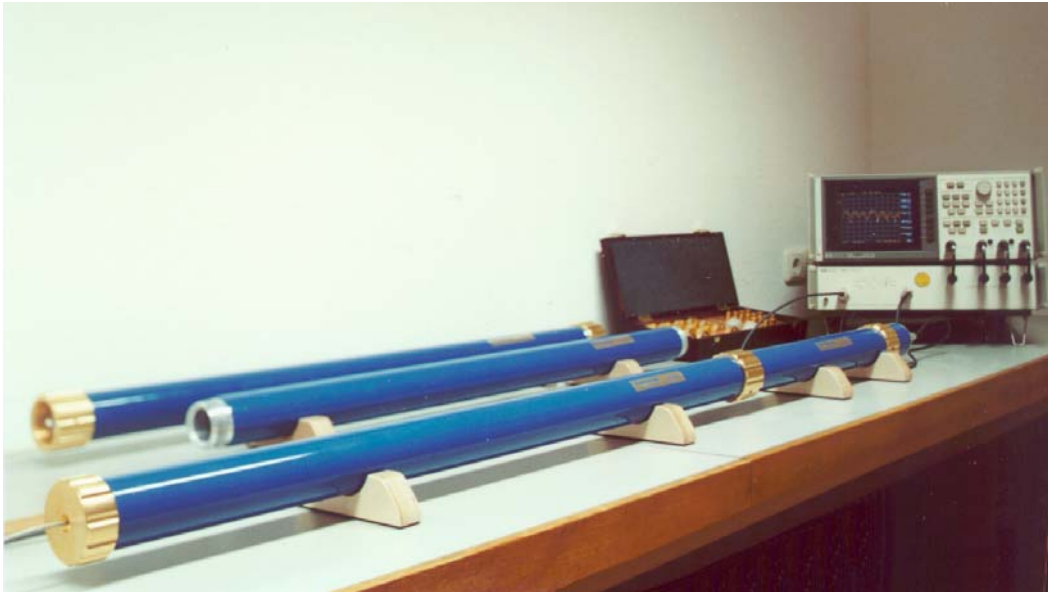
- 1. 信号发生器
- 2. 被测部件
- 3. 耦合测试套管
- 4. 测试负载
- 5. 信号接受器或网络分析仪
- 6. 屏蔽套管

到目前为止如要测试转移阻抗 Z_T 和屏蔽衰减 a_s 需要两套测试装置：三同轴测试装置和吸收钳测试装置。

而运用新开发的 CoMeT 测试管系统则即可以测试低频率时的转移阻抗 Z_T ，也可以测试高于 4 GHz 的高频率时的屏蔽衰减 a_s ，而且还可以进一步测试对称电缆的耦合衰减 a_c ，该耦合衰减是对称电缆之间的非对称衰减与屏蔽衰减之和。

这样一个可以满足不同国家和国际标准的测试系统是由 CoMeT 测试套管及相应的网络分析仪、信号发生器和信号接受器组成的。

通过该系统的封闭测试装置，可以毫不困难的测试出大于 125 dB 的屏蔽衰减和可以精确到 $\mu\Omega$ 的转移阻抗。



CoMeT 测试装置可测试参数：

- 转移阻抗
- 屏蔽衰减
- 耦合衰减

* 当被测电缆长度远小于其中传播的电磁波波长则称该电缆为（电气长度）短电缆，相对于低于截止频率的低频信号而言，一般：

$$l < \lambda / 10$$

** 当被测电缆长度远大于其中传播的电磁波波长则称该电缆为（电气长度）长电缆，相对于高于截止频率的高频信号而言，一般：

$$l > \lambda / 10$$

优点：

- 免受外界的电磁干扰
- 无电磁辐射
- 动态测试范围大， >125dB
- 测试重复性好
- 测试装置简单
- 被测件的预备简单快捷
- 只需进行一次测试
- 可同时测得转移阻抗 Z_T 、屏蔽衰减 a_s 及耦合衰减 a_c

截止频率

在测试套管中测试电磁屏蔽衰减的上截止频率 f_g 与横向电磁波 (TEM 电磁波) 的传播有关, 公式如下:

$$f_g = \frac{2 \cdot c_0}{\pi \cdot \sqrt{\epsilon_{r2}} \cdot (D_2 + d_1)}$$

其中 d_1 为被测电缆屏蔽层的外径, D_2 为测试管的内径, ϵ_{r2} 为外部系统的合成介电常数。

如果测试管的内直径为 40 mm, 被测电缆屏蔽层的外直径为 3.5 mm, 那么计算得出的上截止频率约为 4.3 GHz。

测试长电缆屏蔽衰减 a_s 的下截止频率及测试短电缆转移阻抗 Z_T 的上截止频率的计算公式如下:

长电缆:

$$\lambda_0 / l \leq 2 \cdot \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} - \sqrt{\epsilon_{r2}} \right| \quad \text{或}$$

$$f > \frac{c_0}{2 \cdot l \cdot \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} - \sqrt{\epsilon_{r2}} \right|}$$

短电缆:

$$\lambda_0 / l > 10 \cdot \sqrt{\epsilon_{r1}} \quad \text{或}$$

$$f < \frac{c_0}{10 \cdot l \cdot \sqrt{\epsilon_{r1}}}$$

其中:

- l 测试管中的有效耦合长度
- λ_0 真空中的电磁波波长
- ϵ_{r1} 被测件的介电常数
- ϵ_{r2} 外部系统的合成介电常数
- f 以 Hz 为单位的频率

通过改变测试管的长度, 可以在很大的范围内改变频率的大小。

标准

采用 CoMeT 测试管系统可以根据下列国家、地区或国际标准来进行对转移阻抗、屏蔽衰减及耦合衰减的测试。

国际标准:

- IEC 61196-1, 同轴电缆: 第一部分通用规格, 12.2 条款, 表面转移阻抗,
- IEC 61196-1-A, 第一修订版, 屏蔽衰减测试法
- IEC/PAS 62338 ED1, 耦合衰减, 三同轴测试法

区域标准 (欧洲标准):

- EN 50289-1-6 A: 转移阻抗, (三同轴测试法)
- EN 50289-1-6 C: 屏蔽衰减 (三同轴测试法)

国家标准 (德国标准):

- DIN 47250 第 4 部分, 高频电缆电路, 3.11 条款, 转移阻抗
- E DIN IEC 61196-1 高频电缆, 第一部分, 专业基础说明—总论, 定义、要求及测试方法 12.2 条款 转移阻抗, 三同轴测试法
- VG 95214-12 被屏蔽元器件的转移阻抗和屏蔽衰减的测试方法, 第 12 条款: KS12B 测试方法, 转移阻抗, 三同轴测试法
- VG 95214-13 被屏蔽元器件的转移阻抗和屏蔽衰减的测试方法, 第 13 条款: KS13B 测试方法, 屏蔽衰减, 三同轴测试法

使用 CoMeT 测试系统测试接插件和组合电缆的屏蔽衰减标准尚在制定中。

耦合衰减

对称电缆的屏蔽性能及电磁特性可以通过耦合衰减进行描述。耦合衰减是对称电缆之间的非对称衰减与屏蔽衰减之和。

使用 CoMeT 测试管系统可以对各种对称被测件进行耦合衰减 a_c 的测试。

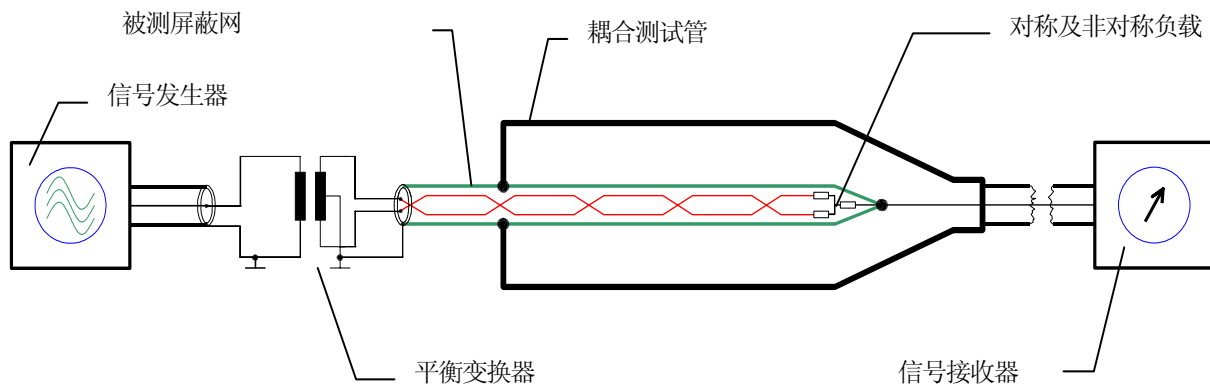
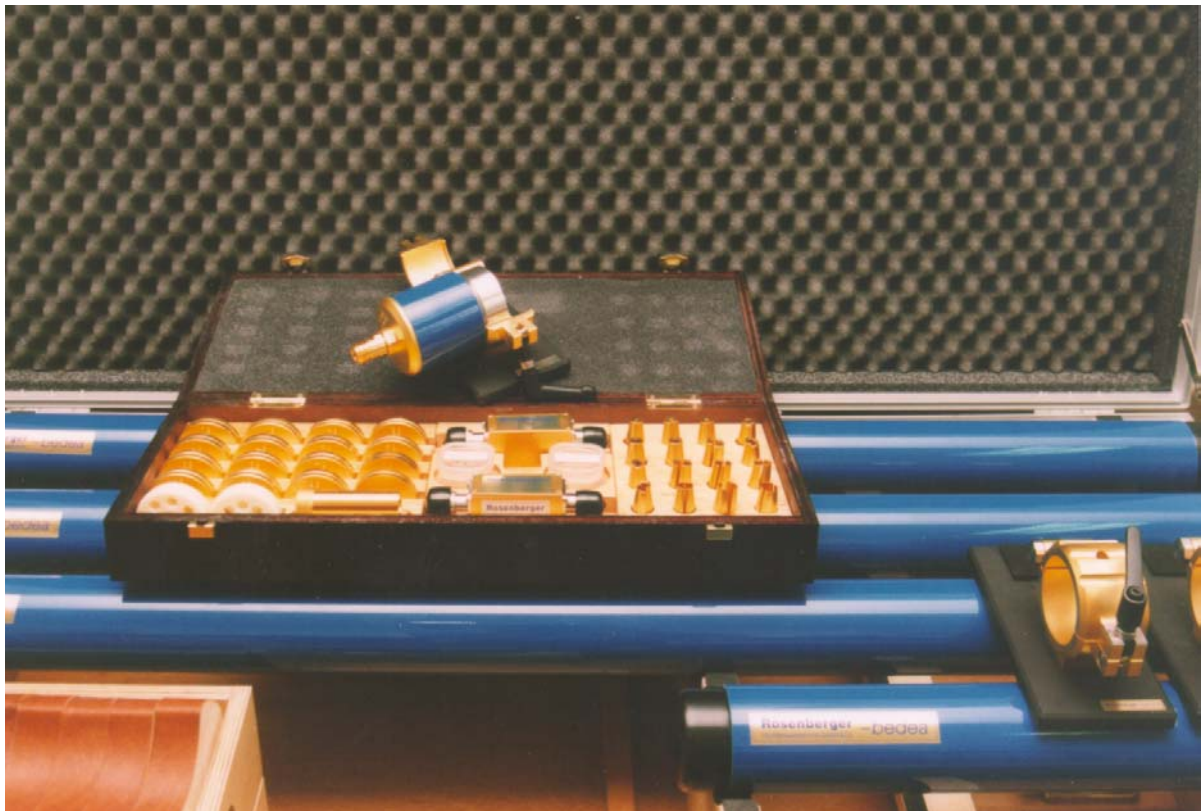


图- 采用 CoMeT 测试管系统测试耦合衰减 a_c 的装置

2002 年 5 月 IEC SC 46C 作为 PAS 公用标准公布了使用开放型测试头测试耦合衰减的测试方法。



CoMeT 40 测试套管 (40 mm 孔径)

机械性能:

这套测试套管包括一根 0.5 m 的测试管和 3 根 1 m 的测试管，它们可以通过专门设计的对高频信号密封的外螺母和测试头按照所希望的长度连接在一起 (样品 Nr. 297 12 882.5)。

这个测试头包括一个连接套管，该套管用于放置被测件的匹配负载，并使被测电缆的屏蔽网与测试套管连接在一起。

在被测电缆的测前准备工作及安装中，只需要将匹配负载焊接在其内导体与屏蔽网之间，无需其他焊接。另外，在与测试套管连接处要将被测电缆的外皮剥除。

在信号发生器一端，被测电缆的屏蔽网通过半圆型接触夹片与测试套管连接。

在供货范畴中包括一套用于连接电缆屏蔽网的直径 2.3 mm 至 9.8 mm 的半圆型管状接触夹片。这样，直到屏蔽网直径为 10 mm 的电缆都可以在这套测试套管上测试。

测试装置的包装安全牢固，适合于各种运输方式。

供货范畴:

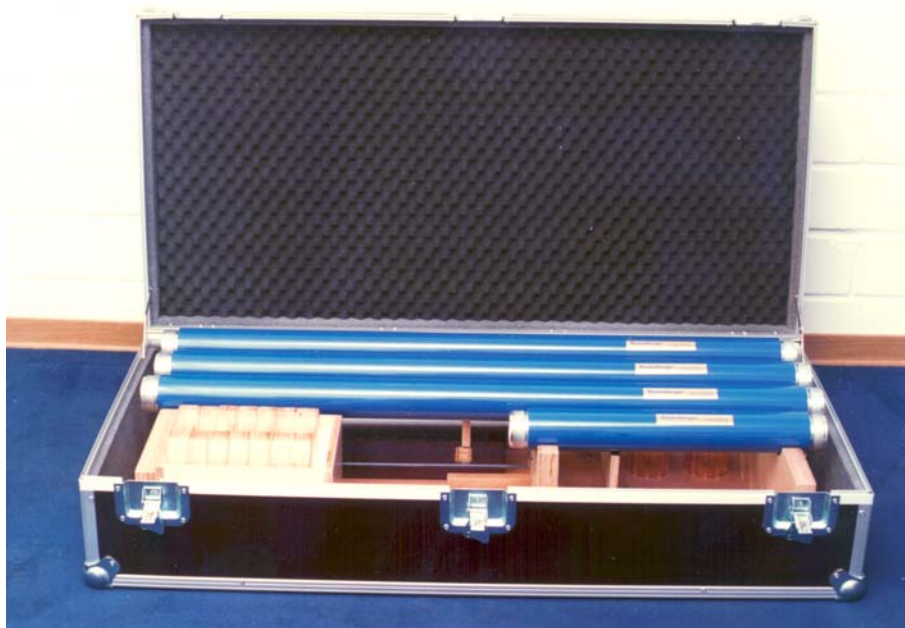
带有用于匹配负载的屏蔽套管的测试头;

适用于测试屏蔽网直径 2.3 mm 至 9.8 mm 电缆的半圆型管状接触夹片;

适用于测试屏蔽网直径 2.3 mm 至 9.8 mm 电缆的连接电缆屏蔽网和测试套管近端的半圆型片状接触夹片;

一根 0.5 m 长和 3 根 1 m 长的测试套管，及可以将其旋接起来的外螺母等连接附件;

用于测试套管及其附件的稳固的包装箱。



CoMeT 90 测试套管 (90 mm 孔径)

对直径大于 9.8 mm 的电缆（比如带有屏蔽网的电力电缆）可以使用大孔径的测试套管进行测试。根据与 CoMeT 40 型测试套管相同的机械原理和电原理，该套管可用于测量屏蔽网直径为 7.8 mm 至 22 mm 的电缆。采用一根长度为 0.45 m 的测试套管（有效长度 0.3 m）可测试直到 100 MHz 的转移阻抗。

机械性能:

该测试系统包括一根 0.30 m 的测试管和 2 根 0.6 米的测试管，它们可以通过专门设计的外螺母和卡钳按照所希望的长度快速的连接在一起，可以测试 0.3 m、0.5 m 及 1 m 的电缆。

该套测试系统还包括可以快速装卸的测试头，用于简单快速的安装被测电缆。该测试头包括一个连接套管，该套管用于放置被测件的匹配负载，并使被测电缆的屏蔽网与测试套管连接在一起。

在被测电缆的测前准备工作及安装中，只需要将匹配负载焊接在其内导体与屏蔽网外导体之间。

在信号发生器一端，被测电缆的屏蔽网通过接触夹片与测试套管连接。CoMeT 90 型测试套管的供货范畴包括这些接触夹片及其它可以测试屏蔽网直径为 7.8 mm 至 22 mm 电缆的测试附件。

供货范畴:

带有用于匹配负载的屏蔽套管的测试头；

适用于测试屏蔽网直径 7.8 mm 至 22 mm 电缆的半圆型管状接触夹片；

适用于测试屏蔽网直径 7.8 mm 至 22 mm 电缆的半圆型片状接触夹片。

一根 0.30 m 长和 2 根 0.6 m 长的测试套管，及可以将其旋接起来的外螺母等连接附件。

用于测试套管及其附件的稳固的包装箱。



CoMeT 测试系统附件

电缆夹具：

可以根据定义准确调节测试系统中被测电缆上的拉力，使被测器件位置及测试过程具有可重复性

适用范围： CoMeT 40/2, 40/1 测试装置

可测器件： 各种器件



开放型测试头：

用于耦合衰减测试—CoMeT 测试套管系统的拓展及改良应用

适用范围： CoMeT 40/2, 40/1 测试装置

可测器件： 带屏蔽的对称电缆（如绞合线对）

标准： IEC TC46/WG5 标准申请草案



平衡变换器：

用于测试带屏蔽的对称电缆的耦合衰减，适用频率范围分别为 0.1-100 MHz 及 1-600 MHz。

适用范围： 所有 CoMeT 测试系统

可测器件： 带屏蔽的对称电缆（如绞合线对）

标准： IEC TC46/WG5 标准申请草案



短型测试头：

用于测试接插件及组合电缆，通过相应匹配可适用于各种通用接插件。

适用范围： CoMeT 40/2, 40/1 测试装置

可测器件： 非对称电缆（如同轴电缆）

标准： IEC TC46/WG5 标准申请草案



接插件转接套管：

用于测试接插件及组合电缆，通过相应匹配可适用于各种通用接插件。

适用范围： CoMeT 40/2, 40/1 测试装置

可测器件： 非对称电缆（如同轴电缆）

标准： IEC TC46/WG5 标准申请草案



V 型机盒:

用于安装在测试转移阻抗时的串联电阻器。

50 Ohm N male / N female

适用范围: 所有 CoMeT 测试系统

可测器件: 非对称电缆 (如同轴电缆)

标准: IEC 61196-1 和 pr EN 50289-1-6A

**N 型机盒:**

用于安装在测试转移阻抗时的电阻器电路。

50 Ohm N male / N female

适用范围: 所有 CoMeT 测试系统

可测器件: 非对称电缆 (如同轴电缆)

标准: IEC 61196-1 和 pr EN 50289-1-6A

**用于平衡变换器的电缆配件:**

通过一个 50 Ohm N female 接头连接平衡变换器和测试仪器, 包括一根 0.3 m 的测试电缆和一个 N female / BNC male 转接头

适用范围: 所有 CoMeT 测试系统

可测器件: 带屏蔽的对称电缆 (如绞合线对)

用于 CoMeT 测试系统的电缆配件:

通过一个 50 Ohm N female 接头连接 CoMeT 测试装置和测试仪器, 包括 1 m 长和 3 m 长的测试电缆各一根和一个 N female / N female 转接头

适用范围: 所有 CoMeT 测试系统

可测器件: 各种器件

控制及评估软件

功能:

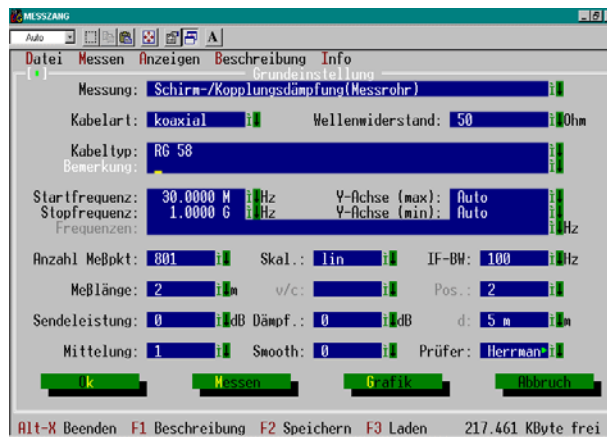
控制网络分析仪进行如下测试:

- 符合 IEC 61196-1 (DIN 47250 第四部分) 和 prEN 50289-6A 标准的转移阻抗
- 同轴电缆上符合 IEC SC 46A/269/CD 和 pr EN 50289-6C 标准的屏蔽衰减
- 对称电缆 (数据电缆) 的耦合衰减
- 对测试结果进行分析, 编辑和监控

说明:

- 直观的运行界面
- 直接、有效的用户指导
- 键盘或鼠标操作
- 可控菜单
- 可选输入窗口
- 全面帮助指导
- 设置和参数记忆功能

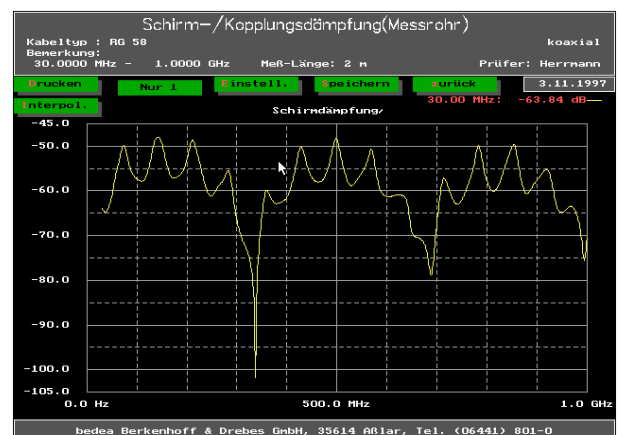
参数设置窗口:



供货范畴:

- 软件 (带使用期限许可), 3.5" 磁盘
- 德语或英语手册
- 12 个月免费电话技术支持

屏蔽衰减测试曲线:



硬件要求:

- 386 以上或兼容 PC
- 2MB RAM 以上
- MS-DOS, Windows 3. x, Win95 操作系统
- 3.5" 磁盘
- IEEE-界面 NI PC2/IIH 卡 (该软件可以没有此卡安装在 PC 机上进行已存数据的分析, 但测试必需此卡)
- 罗德施瓦茨 ZVR 或惠普 8753 B/D 网络分析仪, 其它网络分析仪可按需查询
- 惠普打印机

配件生产商:

Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co.
Postfach 1260, D - 84526 Tittmoning, Germany
www.rosenberger.de

销售及服务商:

bedea BERKENHOFF & DREBES GMBH
Postfach 11 40 • D-35607 Aßlar, Germany
phone: +49 6441 / 801-133 • fax: +49 6441 / 801-265
e-mail: bmund@bedea.com
www.bedeaa.com