



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110568283 A

(43)申请公布日 2019.12.13

(21)申请号 201910737422.X

(22)申请日 2019.08.12

(71)申请人 中电科仪器仪表有限公司

地址 266555 山东省青岛市黄岛区香江路  
98号

(72)发明人 庄志远 年夫顺 李树彪 刘丹

郭永瑞 李明太 赵立军

(74)专利代理机构 青岛智地领创专利代理有限

公司 37252

代理人 种艳丽

(51)Int.Cl.

G01R 31/00(2006.01)

G01R 35/02(2006.01)

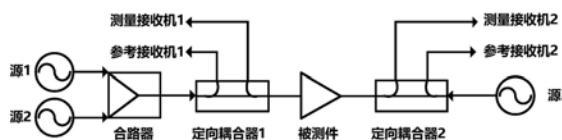
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种有源器件互调测试装置及测试方法

(57)摘要

本发明公开了一种有源器件互调测试装置及测试方法,属于测试技术领域,本发明装置包括第一信号源、第二信号源、第三信号源、合路器、第一定向耦合器、第一参考接收机、第一测量接收机、第二定向耦合器、第二参考接收机和第二测量接收机。本发明提出了一种高精度的有源器件互调测试方法,此方法通过测量被测件的匹配,修正输入功率和接收机测量值,提高测试准确性;特别适用于功率敏感器件的互调测试;实现了在被测件不同匹配下的源功率修正;实现了在被测件不同匹配下的接收机修正;总体实现了对有源器件的高精度互调测试。



1. 一种有源器件互调测试装置,其特征在于:包括第一信号源、第二信号源、第三信号源、合路器、第一定向耦合器、第一参考接收机、第一测量接收机、第二定向耦合器、第二参考接收机和第二测量接收机;

第一信号源,被配置为用于产生频率为f1的信号;

第二信号源,被配置为用于产生频率为f2的信号;

第三信号源,被配置为用于产生频率为f3的信号;

合路器,被配置为用于将频率为f1的信号和频率为f2的信号整合到一起;

第一定向耦合器,被配置为用于将合路后的信号分为2路;其中一路信号输出至第一参考接收机,另一路信号输出至被测件;

第一测量接收机,被配置为用于接收反射回第一定向耦合器的信号;

第二定向耦合器,被配置为用于将经过被测件输出的信号输出至第二测量接收机;

第二参考接收机,被配置为用于接收第三信号源输出并经过第二定向耦合器的信号;

第一信号源产生的频率为f1的信号,第二信号源产生的频率为f2的信号,通过合路器整合到一起,合路后的信号经过第一定向耦合器分为两路,其中一路信号输出至第一参考接收机,另一路信号输出至被测件,输入至被测件的信号,一部分输出至第二定向耦合器,一部分反射回第一定向耦合器,反射回第一定向耦合器的信号最终进入第一测量接收机,经过第二定向耦合器的信号最终进入第二测量接收机;第三信号源产生频率为f3的信号,经过第二定向耦合器分为两路,其中一路信号输出至第二参考接收机,另一路输出至被测件,输入至被测件的信号,一部分输出至第一定向耦合器,经过第一定向耦合器后进入第一测量接收机;一部分反射回第二定向耦合器,反射回第二定向耦合器的信号最终进入第二测量接收机。

2. 根据权利要求1所述的有源器件互调测试装置,其特征在于:第一参考接收机、第二参考接收机、第一测量接收机和第二测量接收机均能够切换到任意频率进行信号的测量。

3. 一种有源器件互调测试方法,其特征在于:采用如权利要求1所述的一种有源器件互调测试装置,具体包括如下步骤:

步骤1:复位仪器;

步骤2:打开第一信号源、关闭第二信号源和第三信号源,在频率f1下,将第一定向耦合器的输出端口连接功率计,得到第一信号源的功率设定值、功率计测量值以及功率计作为被测件时第一测量接收机与第一参考接收机的比值,第一测量接收机与第一参考接收机的比值记作功率计反射系数测量值;

将第一定向耦合器的输出端口分别连接开路器、短路器、负载,测量其反射系数;利用单端口误差提取,计算频率f1下的端口误差 $E_s$ 、 $E_d$ 、 $E_r$ ;

通过单端口误差修正,得到被测件反射系数的真实值,如公式(4)所示:

$$S_{11\_cor} = \frac{S_{11} - E_d}{E_r + E_s(S_{11} - E_d)} \quad (4);$$

其中, $S_{11\_cor}$ 为被测件反射系数的真实值; $S_{11}$ 为被测件反射系数的测量值; $E_d$ 为方向性误差; $E_r$ 为反射跟踪误差; $E_s$ 为源匹配误差;

利用公式(4),由功率计反射系数测量值得到功率计反射系数真实值;

计算第一信号源的校准因子SCF,计算公式如(2)所示:

$$SCF = E_{ps} \Delta Src = \frac{P_{meas} \cdot (1 - E_s \cdot \Gamma_{ps})}{a_{vs}} \quad (2);$$

其中,  $P_{meas}$  为功率计测量值;  $a_{vs}$  为第一信号源的功率设定值;  $E_{ps}$  为第一定向耦合器的前向传输损耗;  $\Delta Src$  为合路器的损耗;  $E_s$  为端口的源匹配误差;  $\Gamma_{ps}$  为功率计反射系数真实值;

当连接被测件后, 由于被测件与第一信号源之间存在匹配误差, 对第一信号源进行修正, 得到第一信号源功率设定值的修正结果, 如 (3) 所示:

$$a_{vs\_cor} = \frac{a_{set} (1 - E_s S_{11\_cor})}{SCF} \quad (3);$$

其中,  $a_{vs\_cor}$  为第一信号源功率设定值的修正结果;  $a_{set}$  为期望输出到被测件端口的功率值;  $S_{11\_cor}$  为被测件反射系数的真实值;

步骤3: 打开第二信号源、关闭第一信号源和第三信号源, 在频率  $f_2$  下, 将第一定向耦合器的输出端口连接功率计, 得到第二信号源的功率设定值、功率计测量值以及第一测量接收机与第一参考接收机的比值, 将第一测量接收机与第一参考接收机的比值记作功率计反射系数测量值;

将第一定向耦合器的输出端口分别连接开路器、短路器、负载, 测量其反射系数; 利用单端口误差提取, 计算频率  $f_2$  下的端口误差  $E_s$ 、 $E_d$ 、 $E_r$ ;

利用公式 (4), 由功率计反射系数测量值得到功率计反射系数真实值, 并利用公式 (2) 计算第二信号源的校准因子;

步骤4: 打开第一信号源、关闭第二信号源和第三信号源, 在频率  $f_3$  下, 将第一定向耦合器的输出端口连接功率计, 得到第一参考接收机的测量值、功率计测量值以及第一测量接收机与第一参考接收机的比值, 第一测量接收机与第一参考接收机的比值记作功率计反射系数测量值;

将第一定向耦合器的输出端口分别连接开路器、短路器、负载, 测量其反射系数;

打开第三信号源、关闭第一信号源和第二信号源, 在频率  $f_3$  下, 将第二定向耦合器的输入端口分别连接开路器、短路器、负载, 测量其反射系数;

将第一定向耦合器与第二定向耦合器连接, 第一测量接收机与第一参考接收机的比值作  $S_{11}$ , 第一测量接收机与第二参考接收机的比值记作  $S_{12}$ , 第二测量接收机与第一参考接收机的比值记作  $S_{21}$ , 第二测量接收机与第二参考接收机的比值记作  $S_{22}$ , 测量  $S_{11}$ 、 $S_{12}$ 、 $S_{21}$ 、 $S_{22}$  参数; 利用双端口误差提取, 得到被测件到第二测量接收机的负载匹配误差  $E_l$  和传输跟踪误差  $E_t$ ;

计算频率  $f_3$  下第二测量接收机的功率传输跟踪误差  $E_{tp}$ , 如公式 (6) 所示;

$$E_{tp} = \frac{E_t E_{pr}}{E_{ps}} = \frac{E_t a_m}{P_{meas} (1 - E_s \Gamma_{ps})} \quad (6);$$

其中,  $E_t$  为被测件到第二测量接收机的传输跟踪误差;  $a_m$  为第一参考接收机的测量值;  $P_{meas}$  为功率计测量值;  $E_s$  为端口的源匹配误差;  $\Gamma_{ps}$  为功率计反射系数真实值;

步骤5: 打开第一信号源和第二信号源、关闭第三信号源, 使第一信号源工作在频率  $f_1$  下, 使第二信号源工作在频率  $f_2$  下, 连接被测件;

将第一参考接收机和第一测量接收机设置在频率f1,得到被测件在频率f1下的反射系数,利用公式(3)修正第一信号源在频率f1下的输出功率;

将第一参考接收机和第一测量接收机设置在频率f2,得到被测件在频率f2下的反射系数,利用公式(3)修正第二信号源在频率f2下的输出功率;

步骤6:打开第三信号源、关闭第一信号源和第二信号源,使第三信号源工作在频率f3下,连接被测件,将第二参考接收机和第二测量接收机设置在频率f3下,得到被测件输出端的反射系数测量值,利用公式(4)计算被测件输出端反射系数的真实值;

步骤7:打开第一信号源,使其工作在频率f1,打开第二信号,使其工作在频率f2,关闭第三信号源,连接被测件,将第二测量接收机设置在频率f3下,得到被测件互调功率测量值,利用公式(7)计算第二测量接收机测量结果的修正值,即被测件互调功率真实值;

$$b_{2m\_cor} = \frac{b_{2m}}{E_p} (1 - E_l S_{22\_cor}) \quad (7);$$

其中, $b_{2m\_cor}$ 为第二测量接收机测量结果的修正值,即被测件互调功率真实值; $b_{2m}$ 为第二测量接收机的测量值,即被测件互调功率测量值; $S_{22\_cor}$ 为被测件输出端反射系数的真实值,通过公式(4)获得; $E_{tp}$ 为功率传输跟踪误差; $E_l$ 为被测件到第二测量接收机的负载匹配误差;

步骤8:完成测量。

## 一种有源器件互调测试装置及测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于测试技术领域,具体涉及一种有源器件互调测试装置及测试方法。

### 背景技术

[0002] 传统的有源器件互调测试,如图1所示。源1和源2分别工作在不同频率 $f_1$ 、 $f_2$ 上,然后信号经过合路器,再经过被测件,进入测量接收机。测量接收机用于测量互调频率 $f_3$ 的信号。这样通过测量接收机的测量值和源1、源2的设置,可计算被测件的互调参数。

[0003] 在测试前,使用功率计分别校准工作在频率 $f_1$ 的源1和工作在频率 $f_2$ 的源2,然后对测量接收机进行响应校准。

[0004] 现有技术存在以下缺点:

[0005] 如图1所示的现有技术,可以实现对有源器件的互调测试,但是没有考虑被测件的匹配特性。

[0006] 1、实际中,由于被测件与输入端不是完全匹配的,所以输入功率有一部分会返回源。比如设定源输出功率为10dBm,由于不匹配,被测件得到的信号要小于10dBm。

[0007] 2、此外,由于被测件与测量接收机不是完全匹配的,测量接收机得到的信号是小于被测件实际输出值。

[0008] 3、由于有源器件在工作时,其匹配随输入信号变化而变化。这就要求,在源的不同输出下,需要根据被测件的匹配,来修正源输出和接收机测量值。

### 发明内容

[0009] 针对现有技术中存在的上述技术问题,本发明提出了一种有源器件互调测试装置及测试方法,设计合理,克服了现有技术的不足,具有良好的效果。

[0010] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0011] 一种有源器件互调测试装置,包括第一信号源、第二信号源、第三信号源、合路器、第一定向耦合器、第一参考接收机、第一测量接收机、第二定向耦合器、第二参考接收机和第二测量接收机;

[0012] 第一信号源,被配置为用于产生频率为 $f_1$ 的信号;

[0013] 第二信号源,被配置为用于产生频率为 $f_2$ 的信号;

[0014] 第三信号源,被配置为用于产生频率为 $f_3$ 的信号;

[0015] 合路器,被配置为用于将频率为 $f_1$ 的信号和频率为 $f_2$ 的信号整合到一起;

[0016] 第一定向耦合器,被配置为用于将合路后的信号分为2路;其中一路信号输出至第一参考接收机,另一路信号输出至被测件;

[0017] 第一测量接收机,被配置为用于接收反射回第一定向耦合器的信号;

[0018] 第二定向耦合器,被配置为用于将经过被测件输出的信号输出至第二测量接收机;

[0019] 第二参考接收机,被配置为用于接收第三信号源输出并经过第二定向耦合器的信

号；

[0020] 第一信号源产生的频率为f1的信号，第二信号源产生的频率为f2的信号，通过合路器整合到一起，合路后的信号经过第一定向耦合器分为两路，其中一路信号输出至第一参考接收机，另一路信号输出至被测件，输入至被测件的信号，一部分输出至第二定向耦合器，一部分反射回第一定向耦合器，反射回第一定向耦合器的信号最终进入第一测量接收机，经过第二定向耦合器的信号最终进入第二测量接收机；第三信号源产生频率为f3的信号，经过第二定向耦合器分为两路，其中一路信号输出至第二参考接收机，另一路输出至被测件，输入至被测件的信号，一部分输出至第一定向耦合器，经过第一定向耦合器后进入第一测量接收机；一部分反射回第二定向耦合器，反射回第二定向耦合器的信号最终进入第二测量接收机。

[0021] 优选地，第一参考接收机、第二参考接收机、第一测量接收机和第二测量接收机均能够切换到任意频率进行信号的测量。

[0022] 此外，本发明还提到一种有源器件互调测试方法，该方法采用如上所述的一种有源器件互调测试装置，具体包括如下步骤：

[0023] 步骤1：复位仪器；

[0024] 步骤2：打开第一信号源、关闭第二信号源和第三信号源，在频率f1下，将第一定向耦合器的输出端口连接功率计，得到第一信号源的功率设定值、功率计测量值以及功率计作为被测件时第一测量接收机与第一参考接收机的比值，第一测量接收机与第一参考接收机的比值记作功率计反射系数测量值；

[0025] 将第一定向耦合器的输出端口分别连接开路器、短路器、负载，测量其反射系数；利用单端口误差提取，计算频率f1下的端口误差 $E_s$ 、 $E_d$ 、 $E_r$ ；

[0026] 通过单端口误差修正，得到被测件反射系数的真实值，如公式(4)所示：

$$[0027] \quad S_{11\_cor} = \frac{S_{11} - E_d}{E_r + E_s(S_{11} - E_d)} \quad (4);$$

[0028] 其中， $S_{11\_cor}$ 为被测件反射系数的真实值； $S_{11}$ 为被测件反射系数的测量值； $E_d$ 为方向性误差； $E_r$ 为反射跟踪误差； $E_s$ 为源匹配误差；

[0029] 利用公式(4)，由功率计反射系数测量值得到功率计反射系数真实值；

[0030] 计算第一信号源的校准因子SCF，计算公式如(2)所示：

$$[0031] \quad SCF = E_{ps} \Delta Src = \frac{P_{meas} \cdot (1 - E_s \cdot \Gamma_{ps})}{a_{vs}} \quad (2);$$

[0032] 其中， $P_{meas}$ 为功率计测量值； $a_{vs}$ 为第一信号源的功率设定值； $E_{ps}$ 为第一定向耦合器的前向传输损耗； $\Delta Src$ 为合路器的损耗； $E_s$ 为端口的源匹配误差； $\Gamma_{ps}$ 为功率计反射系数真实值；

[0033] 当连接被测件后，由于被测件与第一信号源之间存在匹配误差，对第一信号源进行修正，得到第一信号源功率设定值的修正结果，如(3)所示：

$$[0034] \quad a_{vs\_cor} = \frac{a_{set}(1 - E_s S_{11\_cor})}{SCF} \quad (3);$$

[0035] 其中， $a_{vs\_cor}$ 为第一信号源功率设定值的修正结果； $a_{set}$ 为期望输出到被测件端口

的功率值； $S_{11\_cor}$ 为被测件反射系数的真实值；

[0036] 步骤3:打开第二信号源、关闭第一信号源和第三信号源,在频率 $f_2$ 下,将第一定向耦合器的输出端口连接功率计,得到第二信号源的功率设定值、功率计测量值以及第一测量接收机与第一参考接收机的比值,将第一测量接收机与第一参考接收机的比值记作功率计反射系数测量值；

[0037] 将第一定向耦合器的输出端口分别连接开路器、短路器、负载,测量其反射系数；利用单端口误差提取,计算频率 $f_2$ 下的端口误差 $E_s$ 、 $E_d$ 、 $E_r$ ；

[0038] 利用公式(4),由功率计反射系数测量值得到功率计反射系数真实值,并利用公式(2)计算第二信号源的校准因子；

[0039] 步骤4:打开第一信号源、关闭第二信号源和第三信号源,在频率 $f_3$ 下,将第一定向耦合器的输出端口连接功率计,得到第一参考接收机的测量值、功率计测量值以及第一测量接收机与第一参考接收机的比值,第一测量接收机与第一参考接收机的比值记作功率计反射系数测量值；

[0040] 将第一定向耦合器的输出端口分别连接开路器、短路器、负载,测量其反射系数；

[0041] 打开第三信号源、关闭第一信号源和第二信号源,在频率 $f_3$ 下,将第二定向耦合器的输入端口分别连接开路器、短路器、负载,测量其反射系数；

[0042] 将第一定向耦合器与第二定向耦合器连接,第一测量接收机与第一参考接收机的比值作 $S_{11}$ ,第一测量接收机与第二参考接收机的比值记作 $S_{12}$ ,第二测量接收机与第一参考接收机的比值记作 $S_{21}$ ,第二测量接收机与第二参考接收机的比值记作 $S_{22}$ ,测量 $S_{11}$ 、 $S_{12}$ 、 $S_{21}$ 、 $S_{22}$ 参数；利用双端口误差提取,得到被测件到第二测量接收机的负载匹配误差 $E_l$ 和传输跟踪误差 $E_t$ ；

[0043] 计算频率 $f_3$ 下第二测量接收机的功率传输跟踪误差 $E_{tp}$ ,如公式(6)所示；

$$[0044] \quad E_{tp} = \frac{E_t E_{pr}}{E_{ps}} = \frac{E_t a_m}{P_{meas} (1 - E_s \Gamma_{ps})} \quad (6);$$

[0045] 其中, $E_t$ 为被测件到第二测量接收机的传输跟踪误差； $a_m$ 为第一参考接收机的测量值； $P_{meas}$ 为功率计测量值； $E_s$ 为端口的源匹配误差； $\Gamma_{ps}$ 为功率计反射系数真实值；

[0046] 步骤5:打开第一信号源和第二信号源、关闭第三信号源,使第一信号源工作在频率 $f_1$ 下,使第二信号源工作在频率 $f_2$ 下,连接被测件；

[0047] 将第一参考接收机和第一测量接收机设置在频率 $f_1$ ,得到被测件在频率 $f_1$ 下的反射系数,利用公式(3)修正第一信号源在频率 $f_1$ 下的输出功率；

[0048] 将第一参考接收机和第一测量接收机设置在频率 $f_2$ ,得到被测件在频率 $f_2$ 下的反射系数,利用公式(3)修正第二信号源在频率 $f_2$ 下的输出功率；

[0049] 步骤6:打开第三信号源、关闭第一信号源和第二信号源,使第三信号源工作在频率 $f_3$ 下,连接被测件,将第二参考接收机和第二测量接收机设置在频率 $f_3$ 下,得到被测件输出端的反射系数测量值,利用公式(4)计算被测件输出端反射系数的真实值；

[0050] 步骤7:打开第一信号源,使其工作在频率 $f_1$ ,打开第二信号,使其工作在频率 $f_2$ ,关闭第三信号源,连接被测件,将第二测量接收机设置在频率 $f_3$ 下,得到被测件互调功率测量值,利用公式(7)计算第二测量接收机测量结果的修正值,即被测件互调功率真实值；

$$[0051] \quad b_{2m\_cor} = \frac{b_{2m}}{E_{tp}} (1 - E_l S_{22\_cor}) \quad (7);$$

[0052] 其中,  $b_{2m\_cor}$  为第二测量接收机测量结果的修正值, 即被测件互调功率真实值;  $b_{2m}$  为第二测量接收机的测量值, 即被测件互调功率测量值;  $S_{22\_cor}$  为被测件输出端反射系数的真实值, 通过公式 (4) 获得;  $E_{tp}$  为功率传输跟踪误差;  $E_l$  为被测件到第二测量接收机的负载匹配误差;

[0053] 步骤8: 完成测量。

[0054] 本发明所带来的有益技术效果:

[0055] 本发明提出了一种高精度的有源器件互调测试方法, 此方法通过测量被测件的匹配, 修正输入功率和接收机测量值, 提高测试准确性; 特别适用于功率敏感器件的互调测试; 实现了在被测件不同匹配下的源功率修正; 实现了在被测件不同匹配下的接收机修正; 总体实现了对有源器件的高精度互调测试。

## 附图说明

[0056] 图1为传统的有源器件互调测试框图。

[0057] 图2为带有匹配修正的有源器件互调测试结构图。

[0058] 图3为功率校准信号流图。

[0059] 图4为连接被测件后整体的信号流图。

## 具体实施方式

[0060] 下面结合附图以及具体实施方式对本发明作进一步详细说明:

[0061] 本发明提出了一种高精度的有源器件互调测试方法, 此方法通过测量被测件的匹配, 修正输入功率和接收机测量值, 提高测试准确性。特别适用于功率敏感器件的互调测试。

[0062] 1、带有匹配修正的有源器件互调测试结构如图1所示。

[0063] 源1用于产生频率为  $f_1$  的信号, 源2用于产生频率为  $f_2$  的信号, 两个信号通过合路器整合到一起。合路后的信号经过定向耦合器1分为2路信号, 一路输出到参考接收机1, 一路输出到被测件。输入到被测件的信号, 一部分输出到定向耦合器2, 一部分反射回定向耦合器1。反射回定向耦合器1的信号最终进入测量接收机1。经过定向耦合器2的信号最终进入测量接收机2。源3主要用于产生互调频率的信号  $f_3$ , 测量被测件的S参数。其中参考接收机1、参考接收机2、测量接收机1和测量接收机2均可切换到任意频率进行信号的测量。

[0064] 通过此方式, 可获取被测件的匹配特性, 进而修正测量结果。

[0065] 2、源功率校准

[0066] 将图2中源经过合路器、定向耦合器到被测件的信号进行模型化处理, 得到源功率校准信息流, 如图3所示。

[0067] 其中,  $a_{vs}$  为源1输出的信号 (即源1的功率设定值);  $a_s$  为  $a_{vs}$  经过合路器后的信号;  $a_m$  为  $a_s$  经过定向耦合器1到参考接收机1的信号;  $a_a$  为输入到被测件的信号;  $S_{11}$  为被测件的反射系数;  $\Delta Src$  为合路器的损耗;  $E_s$  为端口的源匹配误差;  $E_{pr}$  为定向耦合器的前向耦合损耗;  $E_{ps}$  为定向耦合器的前向传输损耗。



[0068] 在校准源功率时,将被测件替换为功率计,可以得到公式(1):

$$[0069] \quad \frac{P_{meas}}{a_{vs}} = \frac{E_{ps} \Delta Src}{1 - E_s \cdot \Gamma_{ps}} \quad (1);$$

[0070] 其中, $P_{meas}$ 为功率计测量值; $a_{vs}$ 为源1的功率设定值; $E_{ps}$ 为定向耦合器的前向传输损耗; $\Delta Src$ 为合路器的损耗; $E_s$ 为端口的源匹配误差; $\Gamma_{ps}$ 为功率计反射系数真实值。

[0071] 记源1的校准因子为SCF,SCF计算公式如(2)所示:

$$[0072] \quad SCF = E_{ps} \Delta Src = \frac{P_{meas} \cdot (1 - E_s \cdot \Gamma_{ps})}{a_{vs}} \quad (2);$$

[0073] 当连接被测件后,由于被测件与源1之间存在匹配误差,所以利用如图3所示的信号流对源1进行修正:

$$[0074] \quad a_{vs\_cor} = \frac{a_{set}(1 - E_s S_{11\_cor})}{SCF} \quad (3);$$

[0075] 其中, $a_{vs\_cor}$ 为源功率设定值的修正结果; $a_{set}$ 为期望输出到被测件端口的功率值; $S_{11\_cor}$ 为被测件反射系数的真实值。

[0076] 对于被测件反射系数的真实值,通过单端口误差修正来得到,如公式(4)所示:

$$[0077] \quad S_{11\_cor} = \frac{S_{11} - E_d}{E_r + E_s(S_{11} - E_d)} \quad (4);$$

[0078] 其中, $S_{11\_cor}$ 为被测件反射系数的真实值; $S_{11}$ 为被测件反射系数的测量值; $E_d$ 为方向性误差; $E_r$ 为反射跟踪误差; $E_s$ 为源匹配误差。当接入功率计时,功率计可看做被测件。

[0079] 3、接收机校准

[0080] 由图2得到连接被测件后,源及各接收机组成的整体流程图,并分解出参考接收机1误差和正向功率传递误差,将10项误差模型引入:

[0081] 因为是引入10项误差的信号流图,所以误差关系如公式(5)所示:

$$[0082] \quad \begin{aligned} E_{dp} &= E_d E_{pr} \\ E_{rp} &= \frac{E_r E_{pr}}{E_{ps}} \\ E_{tp} &= \frac{E_t E_{pr}}{E_{ps}} \end{aligned} \quad (5);$$

[0083] 其中, $E_d$ 为方向性误差; $E_r$ 为反射跟踪误差; $E_s$ 为源匹配误差; $E_t$ 为被测件到测量接收机2的传输跟踪误差; $E_{pr}$ 为定向耦合器1的前向耦合损耗; $E_{ps}$ 为定向耦合器1的前向传输损耗。

[0084] 在测量互调信号时,需要对测量接收机2进行修正,所以由图3,可得到 $E_{pr}$ 与 $E_{ps}$ 的关系,进而得到功率传输跟踪误差 $E_{tp}$ ,如公式(6)所示:

$$[0085] \quad E_{tp} = \frac{E_t E_{pr}}{E_{ps}} = \frac{E_t a_m}{P_{meas} (1 - E_s \Gamma_{ps})} \quad (6);$$

[0086] 其中, $E_t$ 为被测件到测量接收机2的传输跟踪误差; $a_m$ 为参考接收机1的测量值; $P_{meas}$ 为功率计测量值; $E_s$ 为端口的源匹配误差; $\Gamma_{ps}$ 为功率计反射系数真实值。

[0087] 当连接被测件时,得到被测件的输出端口的反射系数测量值,可以对测量接收机2进行修正:

$$[0088] \quad b_{2m\_cor} = \frac{b_{2m}}{E_{tp}}(1 - E_1 S_{22\_cor}) \quad (7);$$

[0089] 其中, $b_{2m\_cor}$ 为测量接收机2测量结果的修正值; $b_{2m}$ 为测量接收机2的测量值; $S_{22\_cor}$ 为被测件输出端的反射系数真实值,可通过公式(4)获得; $E_{tp}$ 为功率传输跟踪误差; $E_1$ 为被测件到测量接收机2的负载匹配误差。

[0090] 4、校准流程

[0091] 步骤1:复位仪器;

[0092] 步骤2:打开源1、关闭源2和源3,在频率 $f_1$ 下,定向耦合器1输出端口连接功率计,得到源1功率设定值、功率计测量值和功率计反射系数测量值;定向耦合器1输出端口连接开路器、短路器、负载,分别测量其反射系数;计算频率 $f_1$ 下源的校准因子SCF及端口误差 $E_s$ 、 $E_d$ 、 $E_r$ ;

[0093] 步骤3:打开源2、关闭源1和源3,在频率 $f_2$ 下,定向耦合器1输出端口连接功率计,得到源2功率设定值、功率计测量值和功率计反射系数测量值;定向耦合器1输出端口连接开路器、短路器、负载,分别测量其反射系数;计算频率 $f_2$ 下源的校准因子SCF及端口误差 $E_s$ 、 $E_d$ 、 $E_r$ ;

[0094] 步骤4:打开源1、关闭源2和源3,在频率 $f_3$ 下,定向耦合器1输出端口连接功率计,得到参考接收机1的测量值、功率计测量值和功率计反射系数测量值;定向耦合器1输出端口连接开路器、短路器、负载,分别测量其反射系数;打开源3、关闭源1和源2,在频率 $f_3$ 下,定向耦合器2输入端口连接开路器、短路器、负载,分别测量其反射系数;将定向耦合器1与定向耦合器2连接,测量其S参数,利用双端口误差提取,得到负载匹配误差 $E_1$ 和传输跟踪误差 $E_t$ ;计算频率 $f_3$ 下测量接收机2的功率传输跟踪误差 $E_{tp}$ ;

[0095] 步骤5:打开源1和源2、关闭源3,使源1工作在频率 $f_1$ 下,使源2工作在频率 $f_2$ 下,连接被测件;将参考接收机1和测量接收机1设置在频率 $f_1$ ,得到被测件在频率 $f_1$ 下的反射系数,利用公式(3)修正源1在频率 $f_1$ 下的输出功率;将参考接收机1和测量接收机1设置在频率 $f_2$ ,得到被测件在频率 $f_2$ 下的反射系数,利用公式(3)修正源2在频率 $f_2$ 下的输出功率;

[0096] 步骤6:打开源3、关闭源1和源2,使源3工作在频率 $f_3$ 下,连接被测件,将参考接收机2和测量接收机2设置在频率 $f_3$ 下,得到被测件输出端的反射系数测量值,利用公式(4)计算被测件输出端的反射系数真实值;

[0097] 步骤7:打开源1、使其工作在频率 $f_1$ ,打开源2、使其工作在频率 $f_2$ ,关闭源3,连接被测件,将测量接收机2设置在频率 $f_3$ 下,得到被测件的互调输出功率测量值,利用公式(7)计算被测件的互调功率真实值;

[0098] 步骤8:完成测量。

[0099] 至此,完成了的有源器件的互调校准及测试。此方法通过计算被测件与测试端口的匹配,修正测试状态下的源功率输出和接收机测量值,实现了对有源器件的高精度互调测试。

[0100] 当然,上述说明并非是对本发明的限制,本发明也并不仅限于上述举例,本技术领域的技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换,也应属于本发明的

保护范围。

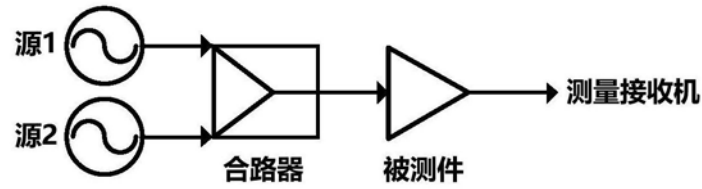


图1

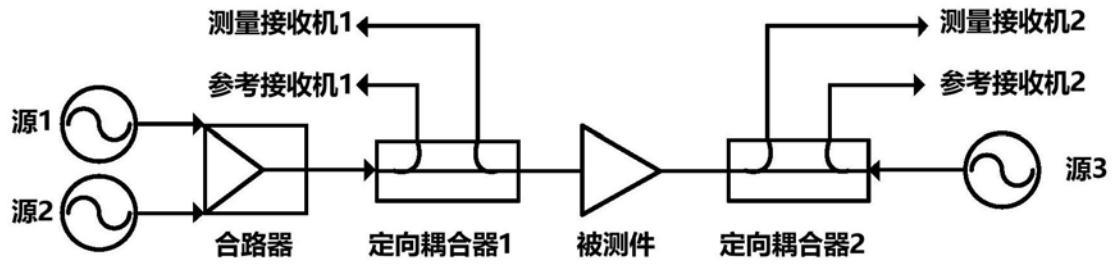


图2

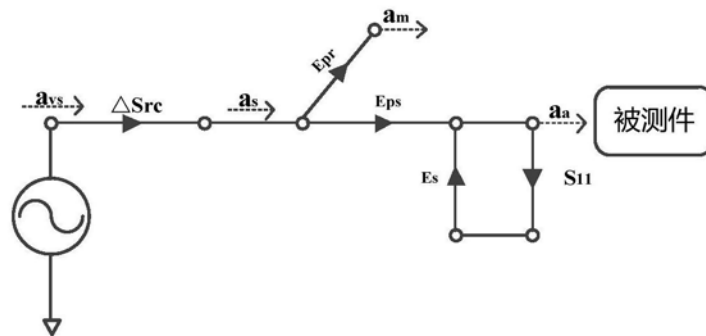


图3

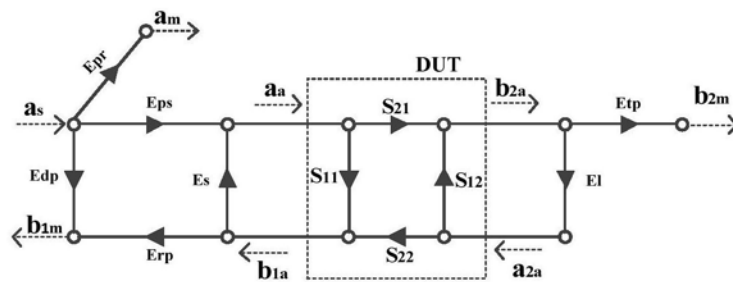


图4