



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101227240 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 06

(21) 申请号 200710167175. 1

审查员 王锋

(22) 申请日 2007. 10. 18

(30) 优先权数据

11/583, 188 2006. 10. 18 US

(73) 专利权人 特克特朗尼克公司

地址 美国俄勒冈州

(72) 发明人 何怡 M·K·达西尔瓦

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 曾祥凌 陈景峻

(51) Int. Cl.

H04B 17/00(2006. 01)

H03D 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6405147 B1, 2002. 06. 11, 说明书第 3 栏第 1 行到第 4 栏第 26 行、第 7 栏第 49 行到第 9 栏第 2 行及附图 1 和 2.

US 6041077 A, 2000. 03. 21, 全文.

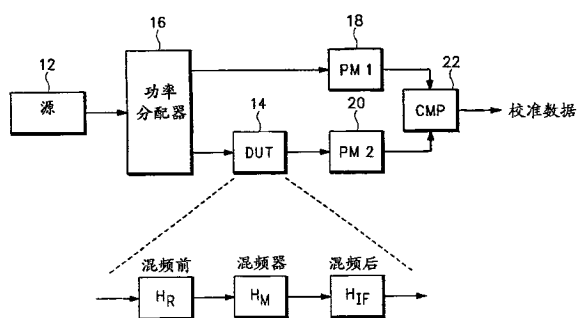
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

频率变换装置的频率响应的表征

(57) 摘要

一种表征宽 IF 带宽上的频率变换装置的频率响应的方法,该方法基于二维模型,以在运行时产生装置的校准数据。该模型是宽系统带宽上多个中心频率的中心频率和频率偏移的函数,用于产生各中心频率上的频率响应。各中心频率上的频率响应相对参考频率进行缩放和归一化并存储。



1. 一种表征具有指定带宽的频率变换装置的频率响应的方法,包括:

在所述频率变换装置的输入端上施加激励信号,所述激励信号具有中心频率并覆盖多个偏移频率,所述多个偏移频率定义跨越所述中心频率的指定带宽;

测量所述激励信号和所述频率变换装置响应所述激励信号而产生的输出,以产生频率响应,用来作为所述频率变换装置在中心频率上的校准数据来存储,所述频率响应是指定带宽上的振幅和相位的复合函数;

对跨越预期频率范围的多个中心频率的每一个重复进行施加和测量步骤,以产生多个频率响应,每个中心频率一个;以及

在作为校准数据存储之前相对于参考中心频率来调节各频率响应。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述激励信号是从包括以下信号的组中选取的信号:步进 CW 信号,扫频 CW 信号,多音频信号和跨越指定 IF 带宽的调制信号。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述频率变换装置包括具有在所述多个中心频率附近的已校准带宽的信号生成装置中的部件。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述频率变换装置包括具有在所述多个中心频率附近的已校准带宽的接收装置中的部件。

频率变换装置的频率响应的表征

技术领域

[0001] 本发明涉及装置的频率响应的表征,特别是涉及在覆盖宽系统带宽的多个中心频率上的指定宽带宽范围内对频率变换装置的频率响应的表征。

背景技术

[0002] 频率变换装置,例如将输入信号与来自本地振荡器的频率进行结合以将输入信号变换为不同频率的混频器,是射频(RF)系统中的重要部件。由混频器进行的一个频率上的RF功率到的另一个频率上的功率的转换使接收器上的信号处理或者发射器上的信号生成更简易且有效。对于现代RF系统,使沿信号通路的线性失真(包括频率变换装置造成的失真)最小,是满足信号质量要求(例如通信系统的误差向量幅度(EVM))的关键。

[0003] 在RF装置中,混频器只是任何信号通路中的一个组成部件。需要考虑其它协作电路,因为混频器与信号通路中的前导和后续电路以及本地振荡器(LO)驱动电路进行交互。所有混频器都不是完全绝缘的,从而导致混频器端口之间的泄漏或馈通。另外,混频器是不可避免地导致调制间失真的非线性装置。在传统的窄带宽系统(如1-10MHz中间频率(IF)带宽系统)中,混频器可具有近似理想频率响应,即对于IF带宽的平坦增益和线性相位,而不会引起系统性能的过多降级。诸如传统的频谱分析器等RF装置进行这种假设,并且仅以各中心频率来执行信道校准和对准。忽略中心频率之间的IF带宽上的频率响应的差异。这种对准技术非常适合于窄带宽系统。但是,对于宽带宽系统,例如具有100MHz以及更大的IF带宽的信号通路的RF装置,混频器与协作电路之间的交互变得更复杂且更坏。若所关注带宽上的混频器响应被假定为对于每一个中心频率均相同,则会出现大量误差。这导致失真信号被发射器发出和/或差错在接收器中产生。在测试设备中,这类失真或误差可导致不能可靠地确定被测试的RF装置是否满足所要求的规范。

[0004] 想得到的是一种的方法,该方法结合宽系统带宽的协作电路来在指定宽带宽上表征频率变换装置的频率响应,以采用频率变换装置来提供RF装置的更大精度。

发明内容

[0005] 因此,本发明提供一种用于在频率的宽系统带宽上表征频率变换装置、以产生一系列频率响应的技术。将频率变换装置建模为中心频率和频率偏移的二维(2D)函数。例如通过以中心频率附近的频率增量步进或者通过用具有等于或大于指定带宽的第二信号来调制中心频率,激励发生器提供包括中心频率并覆盖中心频率附近的指定带宽的RF信号。宽频率范围包括多个信道,其中的各信道具有唯一的中心频率。对于各信道,在以信道的指定带宽上的中心频率为中心的多个频率偏移的每一个上进行激励和来自频率变换装置的输出的一系列振幅和相位测量。将振幅和相位测量对相比,它们之间的比率表示频率变换装置的频率响应。该过程对于RF系统的宽带宽中的各信道重复进行。通过相对于参考频率的频率响应进行缩放和规一化,各信道的频率响应可作为校准数据紧凑地存储。校准数据可用来提供混频器性能的品质因数,或者可在发射器或接收器的运行时取准期间用于在

任何预期中心频率上构建适当逆滤波器,以从传送信号中消除失真或者减少接收器进行的信号处理中的误差。

[0006] 通过结合所附权利要求和附图来阅读以下详细说明,本发明的目的、优点及其它新特征将会显而易见。

附图说明

[0007] 图 1 是具有宽系统频率带宽上的多个信道载波的通信系统的图解视图,各信道具有指定的宽带宽。

[0008] 图 2 是根据本发明采用步进 CW 信号来表征包含频率变换装置的装置在测试中的频率响应的系统的框图。

[0009] 图 3 是根据本发明用于表征频率变换装置的频率响应的过程的流程图。

[0010] 图 4 是根据本发明采用调制信号来表征包含频率变换装置的装置在测试中的频率响应的系统的框图。

具体实施方式

[0011] 对于以下论述,“校准 (calibration)”表示采用外部测试设备的装置的工厂校准,而“取准 (normalization)”或“对准 (alignment)”表示采用内部测试信号的装置自校准。

[0012] 现在参照图 1,对于现有技术的宽频带系统,典型的 RF 系统具有宽系统带宽(例如数十千兆赫兹)上的多个信道,各信道具有唯一的中心频率 ω_c 以及大约 100MHz 或更高的指定信道带宽 ω_b 。宽系统带宽覆盖从起始中心频率 ω_1 到终止中心频率 ω_2 的频率范围。装置上的信道频率响应按照下式建模:

$$[0013] \quad H(\omega, \omega_c) = H_r(\omega + \omega_c)H_M(\omega, \omega_c)H_{TF}(\omega)$$

[0014] 其中, H 是总信道频率响应, H_r 是混频器处理之前的 RF 频率响应, H_M 是 RF 混频器频率响应, H_{TF} 是混频器处理之后的电路的结合频率响应,以及 ω 是相对于信道中心频率 ω_c 的频率偏移。频率响应可表示为包含振幅和相位两种信息的复合函数。因此,频率响应的振幅可表示为复合频率响应的绝对值。通过认识到混频器及其交互电路实质上是不可分离的,结合频率响应可被表征,并且可用作发射器或接收器的校正因数或者用作混频器的品质因数。

[0015] 如图 2 所示,在初始校准期间,通过步进中心频率附近的信道带宽上的 RF 信号的频率,扫描中心频率附近的信道带宽上的 RF 信号的频率,采用具有等于或大于信道带宽的频率的第二信号来调制中心频率,或者通过其他方式,步进连续波 (CW) 信号发生器、扫描 CW 信号发生器、调制 CW 信号 (多音频) 发生器等信号源 12 提供测试中在装置 (DUT) 14 的各信道上变化的 RF 信号。为了便于理解以下描述,假定信号源 12 是步进 CW 信号发生器。来自信号发生器 12 的 RF 信号被输入到功率分配器 16,功率分配器 16 将来自 RF 信号的功率的一部分提供给 DUT 14 的输入端口,并将功率的相等部分提供给第一功率计 18。第二功率计 20 连接到 DUT 14 的输出端口。功率计 18、20 是振幅测量系统。由第一功率计 18 测量的各频率步长上的 RF 信号的振幅与由第二功率计 20 测量的从 DUT 14 输出的 RF 信号的振幅进行比较 (22)。由相应功率计 18、20 测量的单位为 dB 的振幅的所得差值表示具体信道的 DUT 14 的频率响应。该校准过程对宽系统带宽中的各信道进行,以提供各信道或中心

频率的独立频率响应。

[0016] 更具体地如图 3 所示,在表征阶段中,来自信号发生器 12 的 RF 信号用作在第一功率计 18 与 DUT 14 之间分配的激励信号。功率测量以起始中心频率 ω_1 开始(步骤 24),信号的预定部分施加到 DUT 14 的输入端(步骤 26)。对于各信道,采用称作“IF 频率”步长的预定频率步长在信道带宽上使信号发生器 12 步进。例如,若 $\omega_0 = 100\text{MHz}$ 且 IF 频率步长是 10MHz,则以下频率从中心频率 ω_0 被调谐: $\omega = -50\text{MHz}, -40\text{MHz}, \dots, 40\text{MHz}, 50\text{MHz}$,其中,在 ω_0 上 $\omega = 0$ 。对于各偏移频率,测量激励信号和装置输出的振幅(步骤 28、30)。来自功率计 18、20 的读数之间单位为 dB 的差值在信道带宽的各频率步长上被存储,以产生频率响应(步骤 32)。通过使中心频率递增预定 RF 频率步长(步骤 36),该过程对于从 ω_1 到 ω_2 的各信道中心频率重复进行(步骤 34)。

[0017] IF 和 RF 频率步长或间隔被选择成可在任意中心频率和频率偏移上产生的任何内插误差远小于考虑中的任何规范。虽然精细的步长会产生较好的精度,但它要花费较长时间进行校准,并且需要用于保存校准数据的较大数据存储单元。必要时,通过假定系统为最小相位系统,相位数据可从振幅数据中得出,如 2005 年 11 月 9 日提交的标题为“采用振幅测量数据的滤波器均衡”的同时待审的 11/272285 号美国专利申请中所述。如图 4 所示,信号源 40 提供调制信号,振幅和相位可采用连接到 DUT 14 的测量装置 42 在覆盖指定信道带宽的 IF 频率上同时直接测量。与以上针对步进 CW 信号描述的程序相似,通过使中心频率递增 RF 频率步长来覆盖整个宽系统带宽。

[0018] 在将校准结果保存到数据存储单元之前,优选地执行以下调节(步骤 38)。这些步骤有助于减少校准数据的量,以及提高用于确定任何预期中心频率上的 DUT 14 的频率响应的内插的精度。各信道的频率响应相对于参考频率进行缩放,为了方便起见,该参考频率可以是上述对准频率:

$$\begin{aligned} [0019] \quad |H(\omega, \omega_c)| &= |H_R(\omega + \omega_c)H_M(\omega, \omega_c)H_{IF}(\omega)| - |H_R(\omega + \omega_r)H_M(\omega, \omega_r)H_{IF}(\omega)| \\ [0020] \quad &= |H_R(\omega + \omega_c)H_M(\omega, \omega_c)| - |H_R(\omega + \omega_r)H_M(\omega, \omega_r)| \end{aligned}$$

[0021] 其中, ω_r 是参考或对准频率,振幅项以 dB 表示。然后,对于各中心频率上的频率响应,从各频率响应中减去中心 ($\omega = 0$) 上的频率响应:

$$[0022] \quad |H_2(\omega, \omega_c)| = |H_1(\omega, \omega_c)| - |H_1(0, \omega_r)|$$

[0023] 其中, H_1 是特定信道的缩放信道频率响应, H_2 是该信道的已存储频率响应。

[0024] 根据校准数据,可通过对校准中使用的每个 IF 频率沿 RF 频率的频率响应进行内插,来确定在任何一个任意中心频率上的频率响应。若需要精细的 IF 频率解析,则使用校准 IF 频率步长,并且还可对沿 IF 频率的频率响应进行内插。在这两种情况下,可采用常见的内插方法,例如三次样条。

[0025] 诸如发射器等源也具有混频器,其频率响应可按照以上所述的方式来表征。频率响应然后在发射器中用于对信号输出进行预矫正,以补偿发射器中的混频器。这对于需要产生具有用于测试 RF 装置的已知特性的 RF 信号的精确任意信号发生器特别有用。

[0026] 另外,如上所述,采用针对其自身的频率响应进行校正的接收器,具有已知特性的信号的任何变化可被认为是源的频率响应的变化的结果。因为这类变化对于各个源可能是不同的,所以这类变化可用作识别从中接收该信号的特定源的签名。

[0027] 因此,本发明提供一种技术,用于将频率变换装置表征为中心频率和偏移频率的

二维函数以对频率响应建模,将所得校准数据归一化为参考频率以减少存储的校准数据的量,以及根据校准数据对任何一个任意中心频率上的频率响应进行内插。

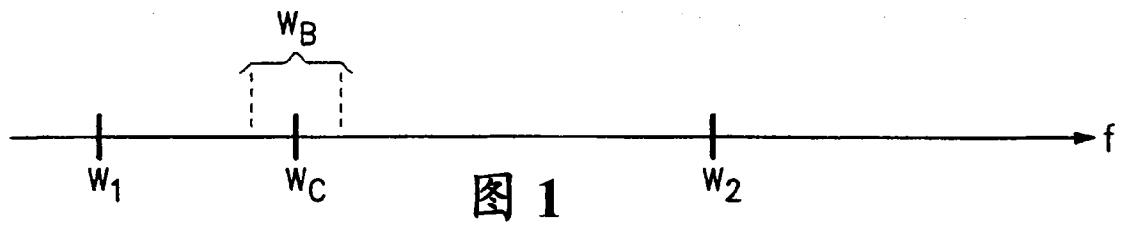


图 1

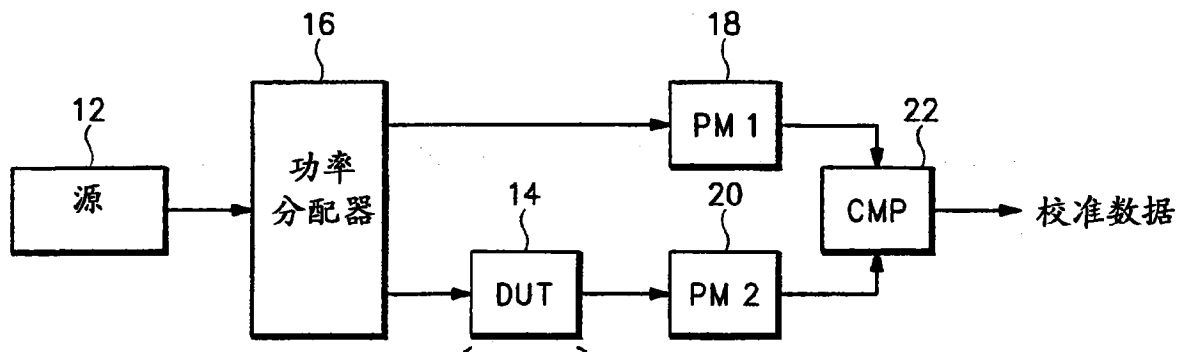
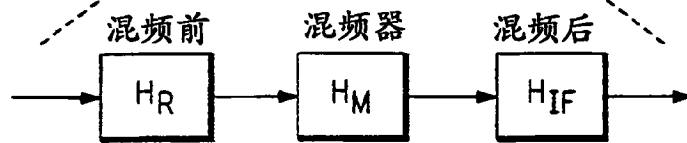


图 2



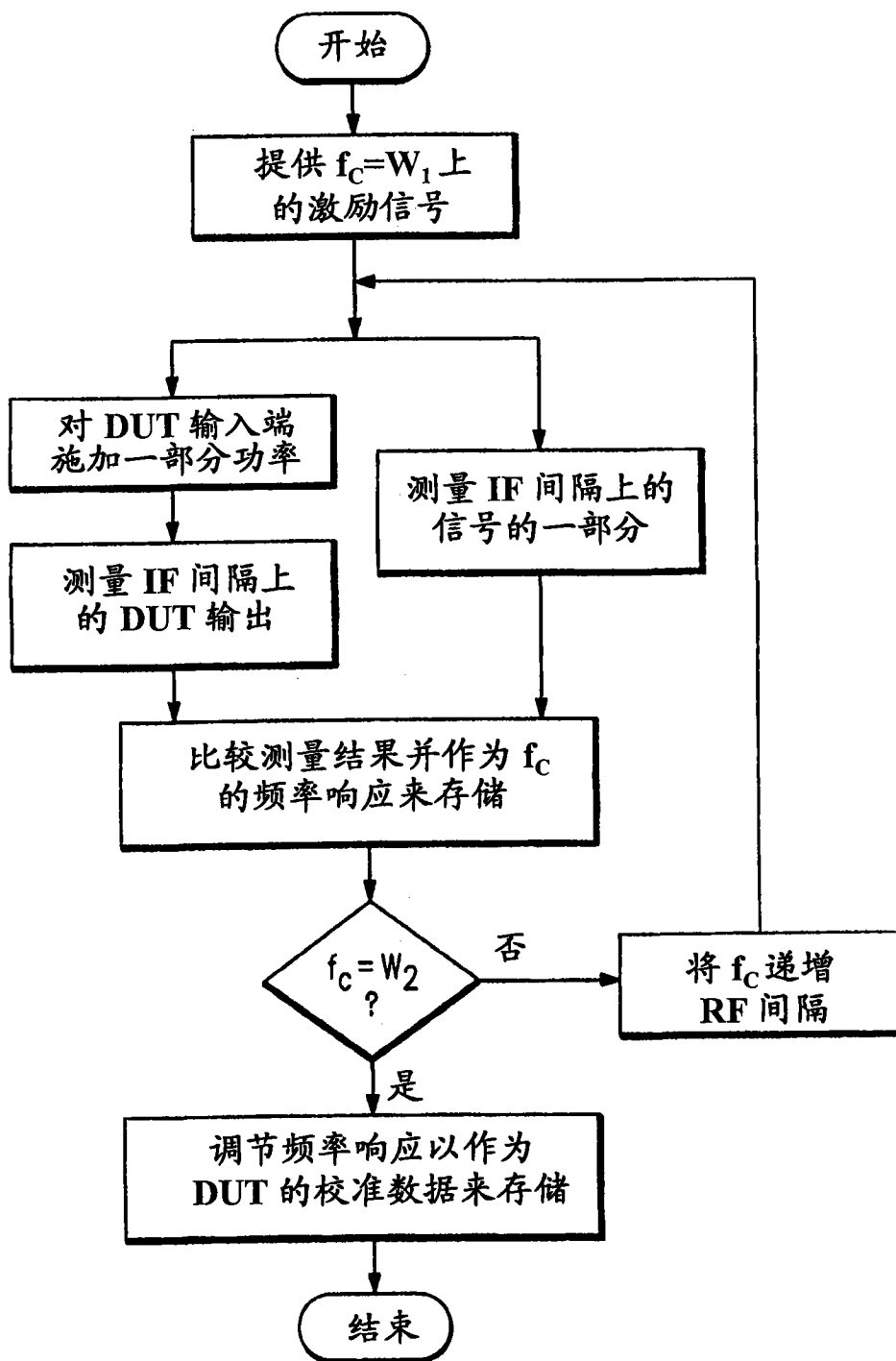


图 3

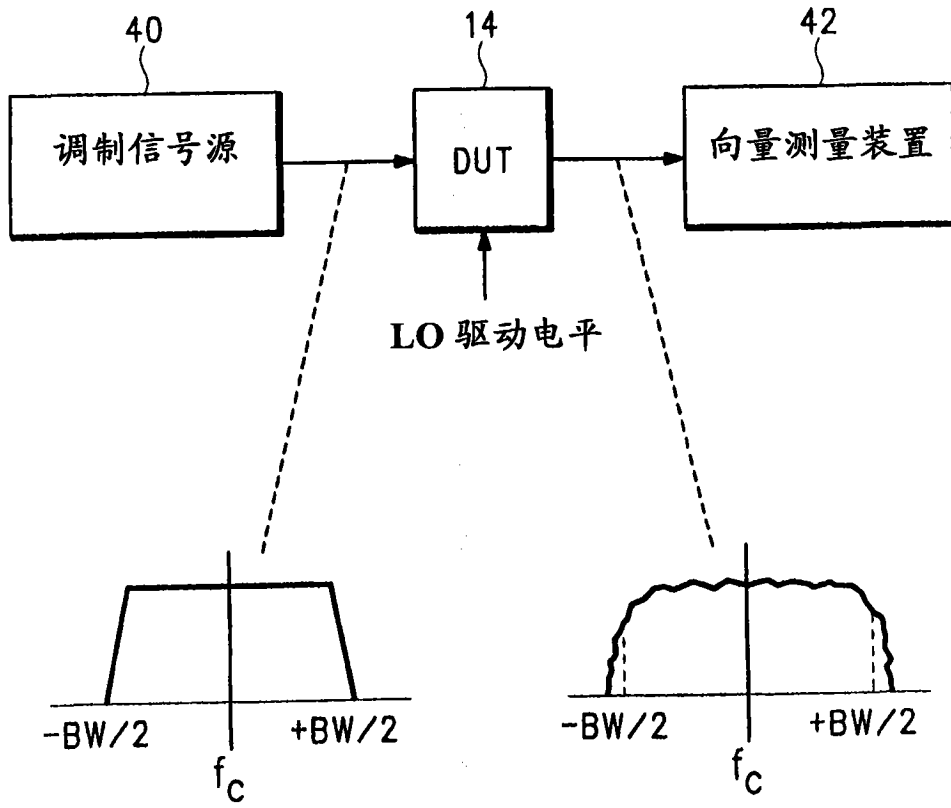


图 4