

宽带矢量网络分析仪系统锁相技术

姜国清

(电子测试技术国家级重点实验室 山东 青岛 266555)

[摘要]本文主要介绍了当前新型矢量网络分析仪中普遍采用的锁相技术的基本原理和设计方法,采用这种技术可以充分保证在频率变换过程中被测件的幅度信息和相位信息不会丢失。

[关键词]矢量网络分析仪;锁相

An Analysis of Phase Locked Loop Technology of Broadband High Performance Vector Network Analyzer

[Abstract]This paper introduced phase locked loop principal and design, which is adopted generally in new-style vector network analyzer.this technology may ensure amplitude information and phase information.

[Key words]Vector network analyzer;Phase locked loop

0.引言

系统锁相技术是宽带一体化矢量网络分析仪的关键技术,其主要作用是保证本振源和射频源严格同步,同时也是保证在频率变换过程中被测件幅度信息和相位信息不丢失的关键。

1.锁相环路的工作原理

锁相环是指由相位比较器、环路滤波器和压控振荡器组成的负反馈闭环环路。其具体的示意图如下:

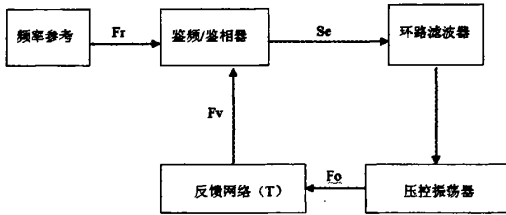


图1 锁相环路示意图

鉴相器是个相位比较装置。它把输入信号 F_r 和反馈网络的输出信号 F_v 的相位进行比较,产生对应于两个信号相位差的误差电压 S_e 。环路滤波器的作用是滤除误差电压 S_e 中的高频成分和噪声,以保证环路所要求的性能,增加系统的稳定性。压控振荡器受控制电压的控制,环路使的压控振荡器的输出 F_o 逐步向输入信号频率 F_r 靠拢,直至消除频差而锁定。

锁相环是个相位误差控制系统,它比较输入信号和反馈网络输出信号之间的相位差,从而产生误差控制电压来调整压控振荡器的输出频率,以达到与输入信号同频。具体过程是在环路开始工作时,如果输入信号频率与反馈网络输出频率不同,则由于两信号之间存在固有的频率差,它们之间的相位差势必一直在变化,结果鉴相器输出的误差电压就在一定范围内变化。在这种误差电压的控制下,压控振荡器的频率也在变化。若压控振荡器的频率能够变化到使反馈网络输出频率与输入信号频率相等,那么在满足稳定性的条件下就在这个频率点上稳定下来。

达到稳定后,输入信号和反馈网络输出信号之间的频差为零,相差不再随时间变化,误差电压为一固定值,这时环路就进入“锁定”状态。当锁相环入锁时,它还具有“捕捉”信号的能力,VCO可在某一范围内自动跟踪输入信号的变化,如果输入信号频率在锁相环的捕捉范围内发生变化,锁相环能捕捉到输入信号频率,并强迫VCO锁定在这个频率上。

能够靠环路自身的作用最终实现锁定的最大的调谐振荡器初始失谐误差称为锁相环的捕捉带宽,环路锁定以后,由于某些内在条件或外在干扰的影响,环路可能会暂时偏离锁定平衡,但这种失衡在一定频率范围内会被锁相环自动消除而建立新的平衡,最大允许偏离范围称为同步带宽。一般来说,同步带宽大于捕捉带宽,一旦失衡超出同步带宽,环路将永久失锁,除非有外部力量把调谐振荡器重新调谐到捕捉带宽以内。

2.宽带一体化矢量网络分析仪的系统锁相

2.1 宽带一体化矢量网络分析仪系统锁相的实现

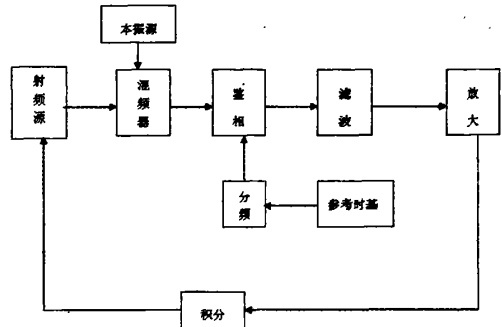


图2 宽带矢量网络分析仪的系统锁相框图

宽带一体化矢量网络分析仪系统锁相时,本振源的 N 次谐波与射频频源输出信号在谐波混频器中进行混频,产生中频信号,中频信号反馈回锁相板与鉴相参考信号进行鉴相,得到一个鉴相误差电压,此误差电压经滤波、放大、积分,最终被转换成鉴相误差电流;锁相环通过鉴相误差电流改变 YTO 的输出频率,使射频频源输出频率越来越接近所需频率,假设源输出信号的频率为 F_s ,本振源频率为 F_o ,当环路锁定时, $N F_o - F_s = F_i$;鉴相参考频率是由参考基准 100MHz 经分频后得到。

2.2 宽带一体化矢量网络分析仪锁相工作原理

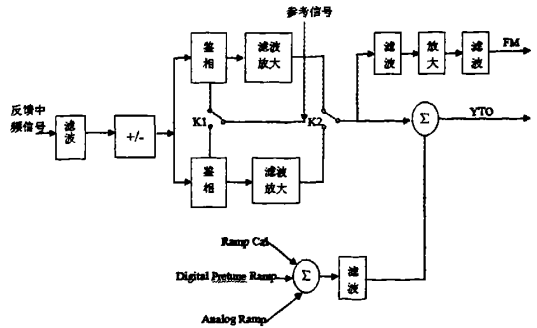


图3 锁相工作原理图

宽带一体化矢量网络分析仪由于频率覆盖范围较大,因此划分为两个波段,在这两个波段中锁相环路的滤波和积分放大电路也不相同,所以用 K_1 和 K_2 来选择不同的锁相环路来完成系统锁相。

在鉴相前要先通过一个 +/- 电路,这个电路的作用(下转第 67 页)

位密码加上 24 位初始向量基础上的,被称作 128 位密码。高水平的黑客,要窃取通过 40 位密钥加密的传输资料并非难事,40 位的长度就拥有 2 的 40 次方的排列组合,而 RSA 的破解速度,每秒就能列出 2.45×10⁹ 种排列组合,几分钟之内就可以破解出来。所以 128 位的密钥是以后采用的标准。

虽然 WEP 有着种种的不安全,但是很多情况下,许多访问节点甚至在没有激活 WEP 的情况下就开始使用网络了,这好像在敞开大门迎接敌人一样。用 NetStumbler 等工具扫描一下网络就能轻易记下 MAC 地址、网络名、服务设置标识符、制造商、信道、信号强度、信噪比的情况。作为防护功能的扩展,最新的无线局域网产品的防护功能更进了一步,利用密钥管理协议实现每 15 分钟更换一次 WEP 密钥,即使最繁忙的网络也不会在这这么短的时间内产生足够的数据证实攻击者破获密钥。然而,一半以上的用户在使用 AP 时只是在其默认的配置基础上进行很少的修改,几乎所有的 AP 都按照默认配置来开启 WEP 进行加密或者使用原厂提供的默认密钥。

3.3802.11 无线局域网的漏洞

由于 802.11 无线局域网对数据帧不进行认证操作,攻击者可以通过非常简单的方法轻易获得网络中站点的 MAC 地址,这些地址可以被用来恶意攻击时使用。

除通过欺骗帧进行攻击外,攻击者还可以通过截获会话帧发现 AP 中存在的认证缺陷,通过监测 AP 发出的广播帧发现 AP 的存在。然而,由于 802.11 没有要求 AP 必须证明自己真是一个 AP,攻击者很容易装扮成 AP 进入网络,通过这样的 AP,攻击者可以进一步获取认证身份信息从而进入网络。在没有采用 802.11i 对每一个 802.11 MAC 帧进行认证的技术前,通过会话拦截实现的网络入侵是无法避免的。

4. 改进方法及措施

4.1 正确放置网络的接入点设备

从基础做起:在网络配置中,要确保无线接入点放置在防火墙范围之外。

4.2 利用 MAC 阻止黑客攻击

利用基于 MAC 地址的 ACLs(访问控制列表)确保只有经过注册的设备才能进入网络。MAC 过滤技术就如同给系统的前门再加一把锁,设置的障碍越多,越会使黑客知难而退,不得不转而寻求其他低安全性的网络。

4.3 WEP 协议的重要性

WEP 是 802.11b 无线局域网的标准网络安全协议。在传输信息时,WEP 可以通过加密无线传输数据来提供类似有线传输的保护。在简便的安装和启动之后,应立即更改 WEP 密钥的缺省值。最理想的方式是 WEP 的密钥能够在用户登录后进行动态改变,这样,黑客想要获得无线网络的数据就需要不断跟踪这种变化。基于会话和用户的 WEP 密钥管理技术能够实现最优保护,为网络增加另外一层防范。

4.4 WEP 协议不是万能的

(上接第 23 页)是使参考信号和反馈中频信号在分别加到鉴相器的两个不同的输入端。高频本振源的 N 次谐波与源输出信号在谐波混频器混频,产生 F₁ 的中频信号,环路锁定时,NF₀-Fs=F₁。由于我们的反馈信号大于参考信号,这就需要两路信号在进入鉴相器前需通过 +/- 电路,保证鉴相误差电压变化和源频率的变化的一致性。鉴相之后的信号再经过低通滤波器滤波,积分放大后去调节 YTO 的频率。积分后直流信号分为两路,一路与补偿电压相加后直接输入到 YTO 主线圈,进行粗调,使 YTO 产生大范围的频率变化。另一路通过两个带阻滤波器进入副(调频)线圈,进行微调。由于经鉴相、滤波、积分放大后的信号中不可避免的会有泄漏的鉴相噪声信号,而对 YTO 进行微调的这路信号的噪声会对 YTO 振荡器的振荡频率产生比较大的影响,使振荡器输出信号的频谱纯度变差,所以这路信号要通过两次滤波滤掉鉴相噪声信号和其二次谐波信号。

在宽带一体化矢量网络分析仪中,为了使它具有更快的扫描测试速度,同时保证源输出信号的相噪指标,它的锁相系统工作方式和以往的网络分析仪有所不同。一般矢量网络分析仪锁相系统在起始频率处锁定后,小数分频环开始以一定的步距进行扫描,从而改变锁相参

数。不能将加密保障都寄希望于 WEP 协议。WEP 只是多层网络安全措施中的一层,虽然这项技术在数据加密中具有相当重要的作用,但整个网络的安全不应只依赖这一层的安全性。而且,如前所述,由于 WEP 协议加密机制的缺陷,会导致加密信息被破解,也正是由于认识到了这一点,中国国家质检总局、国家标准委于 2003 年 11 月 26 日发布了《关于无限局域网强制性国家标准实施的公告》,要求强制执行中国 Wi-Fi 的国家标准 WAPI(WLAN Authentication and Privacy Infrastructure,无限局域网鉴别和保密基础结构),即国家标准 GB15629.11-2003,采用有别于 IEEE(美国电子与电气工程师协会)的 802.11 无线网络标准的公开密钥体制,用于实现 WLAN 设备的身份鉴别、链路验证、访问控制和用户信息在无线传输状态下的加密保护等。

4.5 简化网络安全管理:集成无线和有线网络安全策略

无线网络不是单独的网络架构,它需要各种不同的程序和协议。制定结合有线和无线网络安全的策略能够提高管理水平,降低管理成本。例如,不论用户是通过有线还是无线方式进入网络时,都采用集成化的单一用户 ID 和密码。

所有无线局域网都有一个缺省的 SSID(服务标识符)或网络名,立即更改这个名字,用文字和数字符号来表示。如果企业具有网络管理能力,应该定期更改 SSID,即取消 SSID 自动播放功能。

4.6 不能让非专业人员构建无线网络

尽管现在无线局域网的构建已经相当方便,非专业人员可以在自己的办公室安装无线路由器和接入点设备,但是,他们在安装过程中很少考虑到网络的安全性,只要通过网络探测工具扫描就能够给黑客留下攻击的后门。因而,在没有专业系统管理员同意和参与的情况下,要限制无线网络的构建,这样才能保证无线网络的安全。

5. 结束语

无线网络的安全问题越来越受到人们的重视,本文简要的分析了无线网络存在的几种安全隐患,并探讨了无线网络的几种安全防范措施。总的来说,网络安全不仅仅是技术问题,同时也是一个安全管理问题。我们必须综合考虑安全因素,制定合理的目标、技术方案和相关的配套法规等。世界上不存在绝对安全的网络系统,随着无线网络技术的进一步发展,网络安全防护技术也必然随着网络应用的发展而不断发展。

【参考文献】

- [1]《网络安全威胁与对策》王宏伟《应用技术》2006.05.
- [2]《多媒体网络通信》李小平、曲大成 北京理工大学出版社.
- [3]《应用密码学协议、算法与 C 源程序》美 Bruce Schneier 机械工业出版社.
- [4]《计算机网络安全于防御》陈斌《信息技术与网络服务》2006.04.

【责任编辑:汤静】

考信号或一本振信号,拖动主锁相环路跟踪小数分频环进行扫频测量,主要以鉴相误差电压来调节 YTO 的频率。而该矢量网络分析仪的扫描过程是:每扫描一个点时,都需要通过计算,在补偿电路(Digital Pretune Ramp)中置一次 DAC 的值,该值通过 D/A 转换产生模拟电压,用这个模拟电压来保证 YTO 产生的频率在需要锁定的频率附近,锁相环在这个基础上再进行锁相,误差电压起频率微调作用,最终达到整个系统的锁定。

3. 结束语

本文简要介绍了锁相的基本原理,着重介绍了宽带一体化矢量网络分析仪一种系统锁相的实现方法和工作原理。

【参考文献】

- [1]《锁相技术》,张厥盛等,西安电子科技大学出版社.
- [2]《现代通信测量仪器》,军事科学出版社.
- [3]《电子技术基础》,康华光,高等教育出版社.

【责任编辑:张艳芳】

微波射频测试仪器使用操作培训

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,推出多套微波射频以及天线设计培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



微波射频测量仪器操作培训课程合集

搞硬件、做射频,不会仪器操作怎么行!对于射频工程师和硬件工程师来说,日常电路设计调试工作中,经常需要使用各种测试仪器测量各种电信号来发现问题、解决问题。因此,熟悉各种测量仪器原理,正确地使用这些测试仪器,是微波射频工程师和硬件工程师必须具备和掌握的工作技能,该套射频仪器操作培训课程合集就可以帮助您快速熟练掌握矢量网络分析仪、频谱仪、示波器等各种仪器的原理和使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/67.html>

矢量网络分析仪使用操作培训课程套装

矢量网络分析仪是最常用的测试仪器是射频工程师和天线设计工程师最常用的测试仪器;该套培训课程套装是国内最专业、实用和全面的矢量网络分析仪培训教程套装,包括安捷伦科技和罗德施瓦茨公司矢量网络分析仪的 5 套视频培训课程和一本矢网应用指南教材,能够帮助微波、射频工程师快速地熟练掌握矢量网络分析仪使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/34.html>



示波器使用操作培训课程套装

示波器是硬件和射频工程师几乎在每天的工作中都会用到仪器,因此掌握示波器的原理并能够正确使用示波器是所有从事电子硬件电路设计和调试的工程师必须具备的最基本的技能。本站推出的示波器视频培训课程套装既有示波器的基本原理以及示波器性能参数对测量结果影响的讲解,也有安捷伦和泰克多种常用示波器的实际操作讲解,能够帮助您更加深入地理解手边常用的示波器从而更加正确地使用示波器...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/osc/49.html>