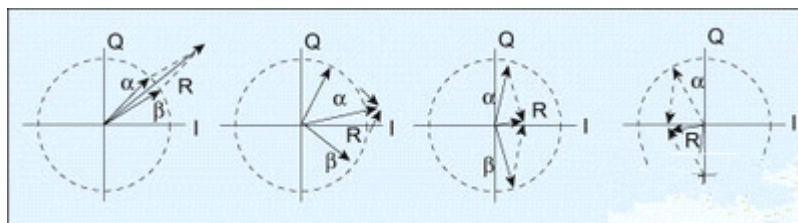


随着无线通信技术不断发展，对功率放大器的要求也越来越高，传统放大器已无法满足实际应用的需要。本文介绍一种异相功率放大器，不仅能提高功率，而且在较高功率水平下仍能维持很高的效率。

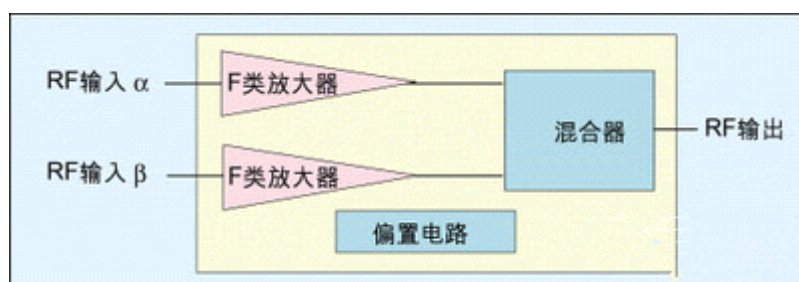


传统802.11a 正交频分多路复用(OFDM)系统的高功耗和性能局限阻碍了802.11a 和双频 WLAN 产品的采用，对诸如 OFDM 和宽带 CDMA(W-CDMA)等多载波波形处理而言，其所涉及的物理原理从根本上限制了线性功率放大器的效率、输出功率和信号质量，特别是那些为传统802.11a 系统提供功率的放大器。这类系统要在各种具备 WLAN 技术的设备中完全发挥它们的性能，包括功率有限的小型设备，因此需要采用一种全新的调制解调器结构和功放设计。

802.11a 标准以 OFDM 调制为基础，在这种调制方式下，数据在52个载波中进行多路传输，每个载波均可采用 BPSK、QPSK、16QAM 或64QAM 进行调制。这种传播提高了对多路径衰减和某些干扰波形的免疫性，但它的缺点是结果 RF 信号具有很大的峰值-均值功率比。此外，高水平调制方法要求放大失真小，以避免增大误差矢量幅度(EVM)。

传统上在输出功率(也包括范围)、数据传输率和功耗之间有一种复杂的折衷关系，要获得高数据传输率需要有很好的线性，这通常通过退一步使用 AB 类功率放大器来实现，然而又导致了传输功率下降。低传输功率使得链接效果变差，进而缩小工作范围。高功率和大工作范围也是可以实现，但却要以降低数据传输率或减少电池寿命为代价。换言之，用户喜欢低功率、高数据传输率和较大工作范围，但是由于负责处理信号放大的线性 AB 类放大器的关系，只能同时实现三个要求中的两个。

运行于峰值功率时，传统 AB 类放大器效率很高(理论效率为78.5%)，而在低功率下，其效率下降非常迅速。当此类放大器用于802.11a OFDM 信号时，必须调整放大器以处理峰值功率水平，但平均运行于比峰值低8dB 的水平上，因此大多数时间都运行在极低的效率下，平均效率只有10%左右，如果放大器退一步支持54Mbps 数据率效率将更低。



因此需要一种技术,使放大器运行于峰值功率,同时在大多数时间都处于峰值效率状态,答案就是异相功放。我们下面看一看异相结构是如何建立的以及它对802.11a 功率放大器的影响。

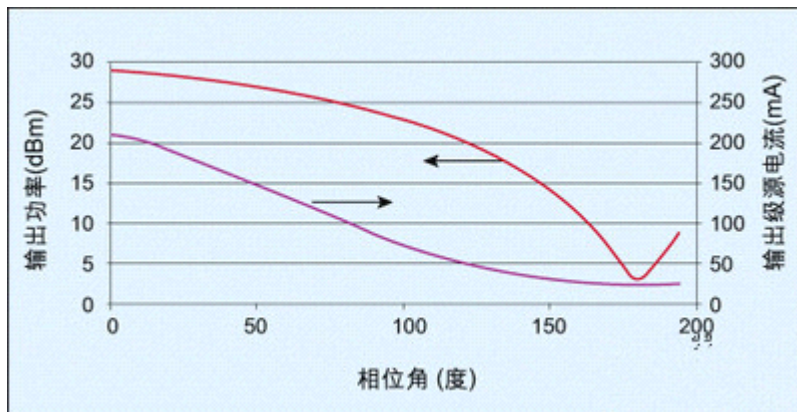
异相放大器

采用非线性元件的线性放大称为异相放大器技术,可以为 WLAN 设计人员提供另外一种方法,在比较广输出功率范围内达到很高效率。在异相放大器中,振幅固定但相位不同的两个信号(“相位段”)在两个独立的放大器(“分放大器”)中放大,然后合并起来,形成一个相位和振幅均不同的信号。当这些相位段处于同相时,包络功率最大;当它们处于异相时,包络功率最小。

图1用矢量图显示了两个电压恒定、相位不同的信号 α 与 β 如何合并起来形成一个任意电压信号 R,图2是采用异相技术的功率放大器结构示意图。

因为分放大器总是工作在最合适、摆幅最大的状态,所以每个放大器始终具有峰值效率。如果有合并器在两个放大器之间提供隔离,因合并器损耗会使系统效率变差,如果使用低损耗合并器(不能提供隔离),整体系统的效率就可以非常高。

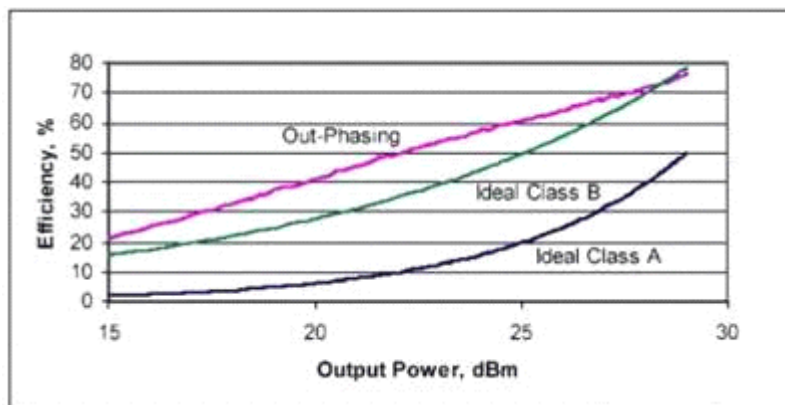
异相放大器技术的一种特殊不同之处是 Chireix 技术,它采用无源合并器。这种合并器对分放大器施加一个随包络功率变化的负载阻抗,这样需要较低输出功率时,分放大器将驱动一个高阻抗负载,变动阻抗在需要低 RF 功率时迫使放大器吸收更小的电流,从而在下降时也能够维持高效率。需要注意的是分放大器输出端的电压摆动是固定的,但是输出阻抗变化会导致电流摆动,直流电流要求也会出现变化。



使用异相技术时,分放大器的选择至关重要,F类放大器特别适合工作于此模式。F类放大器不是线性的,但是作为异相放大器系统中的分放大器它工作于固定振幅,其实这一点并不重要。F类放大器在二次谐波和三次谐波采用特殊的终结方法,使放大器晶体管在“开”时电压最小,从而减小开关设备中的功率损耗。该类放大器的峰值输出功率与漏电压平方成正比,因此可用 Vdd 电源电压来设定平均输出功率,可将 Vdd 设定为对于任何平均输出功率放大器均运行于可能达到的最大效率。

5GHz 的实际实现

目前已开发出一种5GHz 异相放大器，它在一个 GaAs 裸片上使用了一对 F 类放大器。为了使 F 类放大器具有较高效率，有源设备必须像一个理想开关，即具有最小的“开”阻抗、低电容，且应快速从“开”状态切换到“关”状态。此外，该器件必须支持较高电压以便输出足够的功率而不用大的阻抗转换，因为大阻抗转换会使谐波终结和合并器变得复杂。在一个功率大于1瓦的50欧系统中，负载线路要求每个放大器产生的电压均方根(RMS)必须为5伏，或峰-峰电压15伏，且开关必须忍受远远超过峰-峰电压的峰值电压偏移。0.5 μ m GaAs PHEMT 能够同时满足这些要求，现市场上已有支持17伏以上电压且 Fmax 接近100GHz 的功率 PHEMT。



分放大器在一个 GaAs 单片 IC 上成对制作，带有驱动级和偏压电路，放大器裸片不含跟随最终器件的合并器或终结电路。合并器需要运行于5GHz 的低损耗传输线路，而 F 类放大器需要运行于10GHz 和15GHz 的低损耗终结器。由于在 GaAs 芯片上制作这些元件无法做到低损耗，因此它通过一种精确控制的引线连接与模块陶瓷基底上制作的无源元件一起来实现，最后的模块面积为8 \times 8mm，采用类似于厚膜的工艺在0.015英寸氧化铝上制作。

适应性预矫正

与所有放大器一样，异相功率放大器也会产生失真。失真主要来自 AM 至 AM 转换(增益压缩)以及 AM 至 PM 转换，将导致调制星座图的误差矢量值(EVM)增大，以及带外发射增大。

预矫正是一种补偿这些失真的方法，它为大振幅信号提供增强量值和矫正相位。在实践中，为了精确减小 EVM 和带外发射，需要采用适应性预矫正。适应性预矫正器将希望的传输信号(在数字至模拟转换、上变换和功率放大之前)与下变换数字化实际传输信号进行比较，然后用两个信号之差更新预矫正查找表里复杂的系数。

对于802.11a WLAN 等应用，采用适应性预矫正后，可将异相功放的 EVM 减小到-30dB 左右。采用同样方法，还可以将异相功率放大器的相邻信道发射水平减低到-60dBc 左右。

相位段

为了使异相放大器能工作，需要一个能生产恒定包络相位矢量段信号的系统。任意信号均可分解为相位段，这在过去是很难做到的，但是现代 DSP 技术使其切实可行，即使是对复杂的 OFDM 信号。例如已经开发出一种单芯片物理层(PHY)集成电路，这种电路可以生成被异相功放放大时完全兼容802.11a 信号的相位段。简言之，即使使用相位段，形成的输出也是一个可共同操作的802.11a 信号。

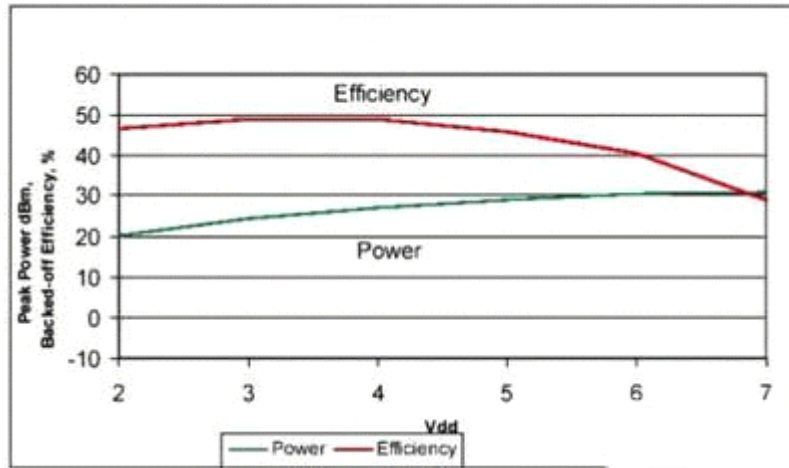
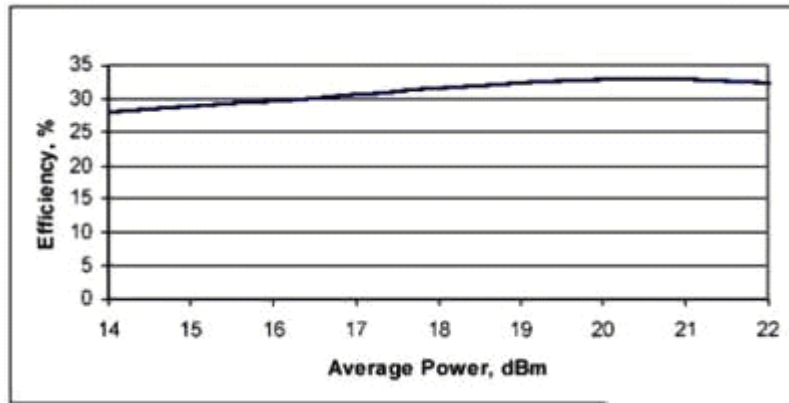


图3显示了输出功率和输出级源电流与放大器驱动信号相位角之间的关系，该图数据得自于一个运行在5.25GHz、Vdd 为5V 的放大器。请记住，放大器已进入深度饱和，因而工作在恒定的电压振幅下，但要注意源电流与异相角有很大的关系。这说明每个放大器的阻抗(往合并器方向看)在低输出功率时确实增大，而源电流在下降。

图4可看出源电流下降的确切数量，图中显示了在不同输出功率下测得的异相功率放大器的效率，它还显示了理想 B 类和理想 A 类放大器的最大理论效率，实际的 AB 类放大器将在理想 A 类和理想 B 类曲线之间。注意，实际异相功率放大器测得的效率要优于理论上完美的 B 类放大器。在全功率下，放大器完全工作在同相状态，可观察到80%的效率。随着进入放大器的信号相位减小，输出功率也在下降，但是与典型的 AB 类放大器相比，效率下降要慢得多。在峰值以下7.8dB 功率处(这是802.11a 信号典型峰值-均值比率)，放大器的效率为46%。

驱动级对总体功耗也有贡献。包括驱动级在内的功率添加效率(PAE)在7.8dB 后退点处大于33%，此后退效率可以在广泛的电源中实现。图5显示了各种电源电压下放大器后退7.8dB 时的效率，注意，确实有两种方式控制放大器的瞬时输出功率，即异相和改变电源电压。电源电压通常用于缓慢改变平均输出功率，相位角用于快速改变信号的瞬时包络线。

图6显示了功率放大器在很宽的输出功率水平上都可实现极高的后退效率，将此表现与传统 AB 类放大器(其效率在优化工作点以外急剧下降)相比，异相功率放大器在宽广的输出功率水平维持了优异的 PAE/功率消耗比。



本文结论

传统的放大器结构限制了 WLAN 系统的范围和效率,本文介绍的 Chireix 结构在与极低损耗合并器协同工作时,具有特别适合802.11a WLAN 标准的优点。这种实施已经证明在实际 OFDM 信号上具有空前的80%峰值效率以及33%以上的平均功率添加效率。生成矫正信号驱动 Chireix 放大器的基频处理器非常实用,不会增加传输结构的复杂性。此项创新将使 802.11a WLAN 生机勃勃,并使能量在便携式设备和低功率应用中得到充分利用。

更多资料 [21ic 电子](#)