

何为CFR & DPD

2016.03.12 16:26:26

LTE的一个比较关键技术是CFR & DPD。究竟CFR和DPD有什么作用，是不是所有的通信系统都需要CFR/DPD。首先CFR是用来降低峰均功率比，而DPD是为了解决峰均功率比过大所导致的非线性的。

因为LTE采用OFDM技术，其采用许多相互正交的载波来传输信号，每个载波之间由于相互正交，从频率角度来看，载波之间是相互重叠的，从而提高频谱利用率。但是多个载波所带来的问题是，这种通信方式相对于其它通信方式就是具有较高的**峰均功率比（PAR: Peak to Average Rate）**。所以并非所有的通信都需要CFR、DPD来降低PAR过高所带来的影响。

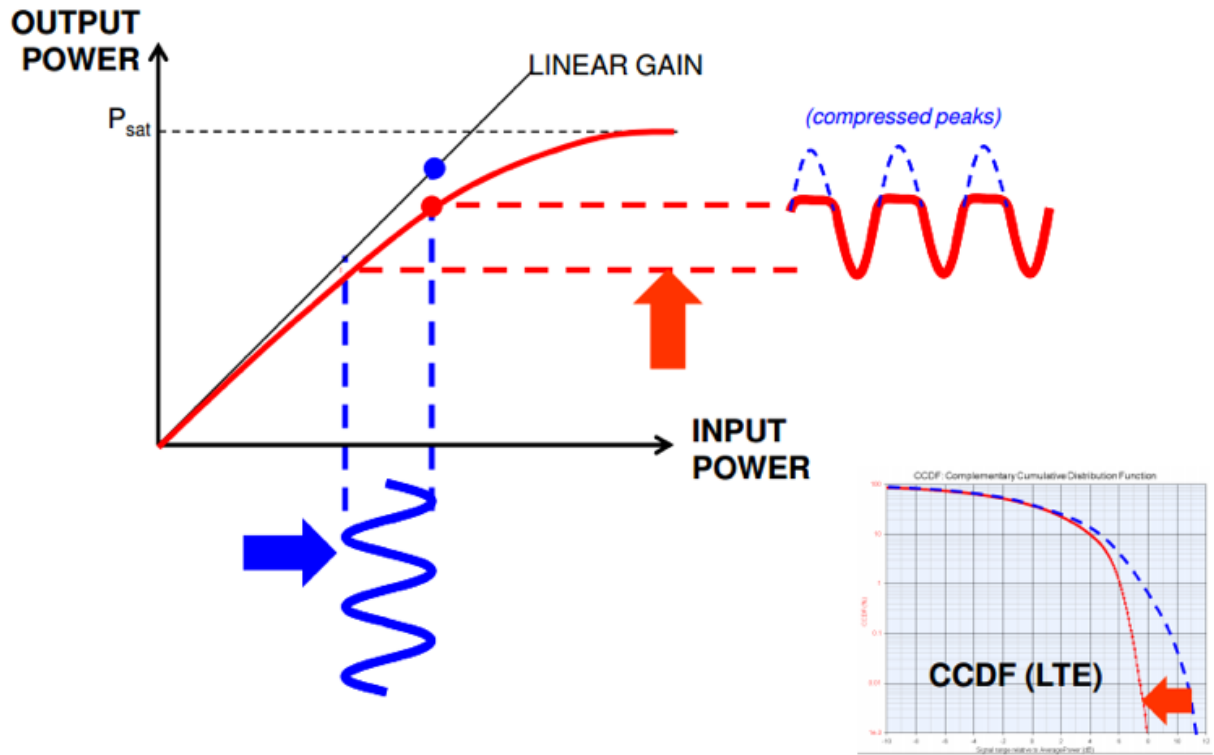
LTE平均发射功率20W（43dBm），峰值功率为27dBm，峰值平均功率比为16dB。信号能达到峰值功率的**概率**是非常低的。

举个栗子：

- 北京早晚高峰在路上行驶的车辆为400万辆，夜间在路上行驶的车辆为20万辆，全天平均上路行驶的车辆为100万辆。那么，北京车辆的峰均比就是4倍（相当于6dB）。那么这就带来一个问题，如果我们建设道路按照满足峰值的需求来建设，则会带来很大的资源浪费，因为在大部分时间是用不到这么多道路资源的。如果按照均值来建设道路，则在早晚高峰的时候会带来很大的拥堵。到底使用哪种方案来建设道路，则需要在这两种情况之间进行trade off。

在LTE通信中，过高的峰均比同样会带来问题，功放（PA: Power Amplifier）有一定的线性区域，发送信号需要工作在线性区域之内，（待补充）。选用功率大的PA会造成功率浪费，而选用功率小的PA会使得峰值状态工作在线性区域，带来信号的失真。

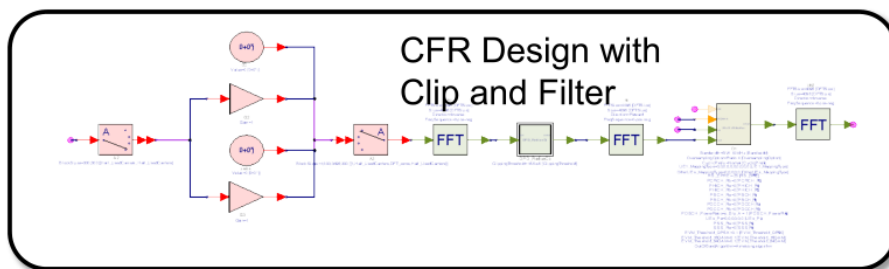
Nonlinear Operation – Peaks are Compressed



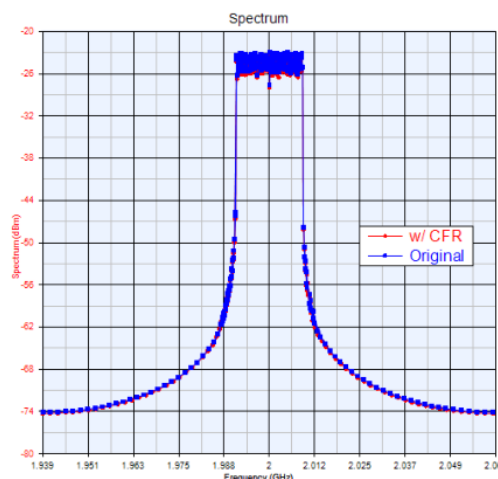
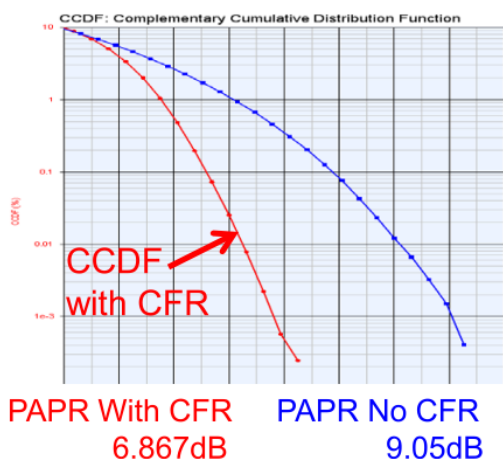
非线性

CFR就是设定一定的门限（通常为7dB），将PAR超过7dB的峰值削掉。使用CFR技术之后使得PAR从16dB降低到8dB。

LTE Example with Crest Factor Reduction



- LTE Downlink**
- 10MHz BW
 - Sampling Rate=61.44MHz
 - QPSK
 - EVM threshold < 10%

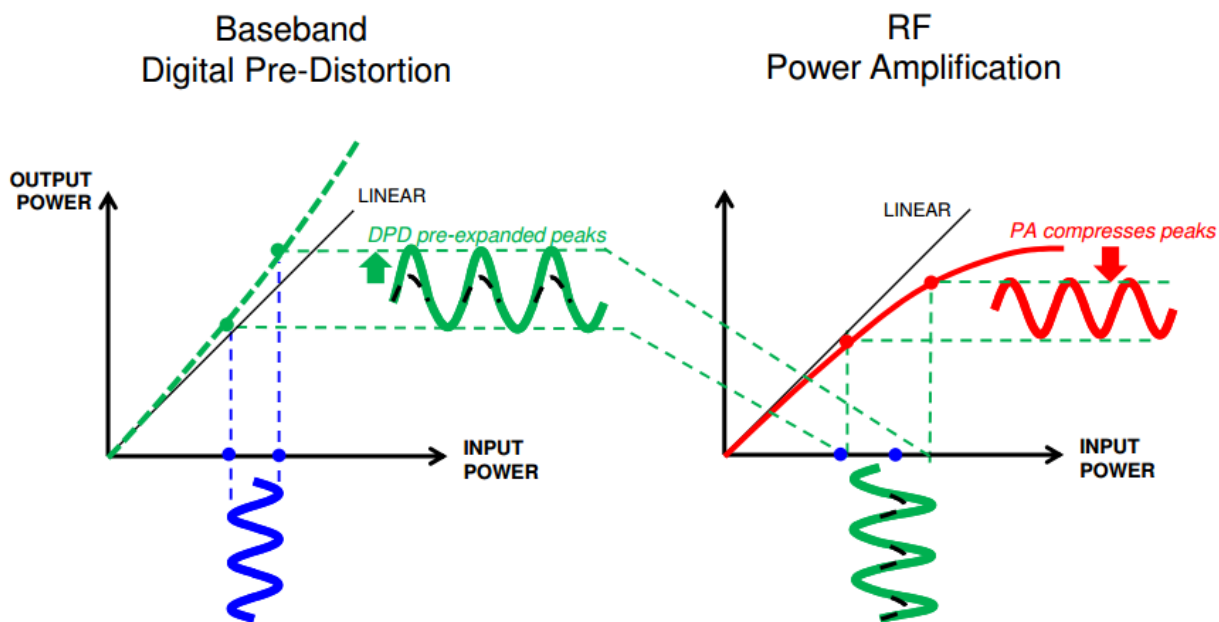


CFR causes little ACLR degradation

CFR

PAR将到8dB之后，我们认为这个PAR还是太大，还是会造成峰值工作在非线性区域，那么之后我们使用DPD技术来消除PA带来的失真。

DPD Net Result: *Linear Gain of Complex-valued RF Carrier Envelope Over a Specific Range of Power Levels*



DPD+PA

所谓的DPD就是数字预失真，产生一个和PA曲线相对称的曲线，再和PA的曲线进行叠加，这样就会使得总体的效果产生出一个线性的结果，从而不用使用大功率的PA，就可以得到一个线性范围更宽的PA。

下图显示了使用DPD (Red) ，不使用DPD (Blue) ，和理想信号 (Green) 的频谱上的差异。

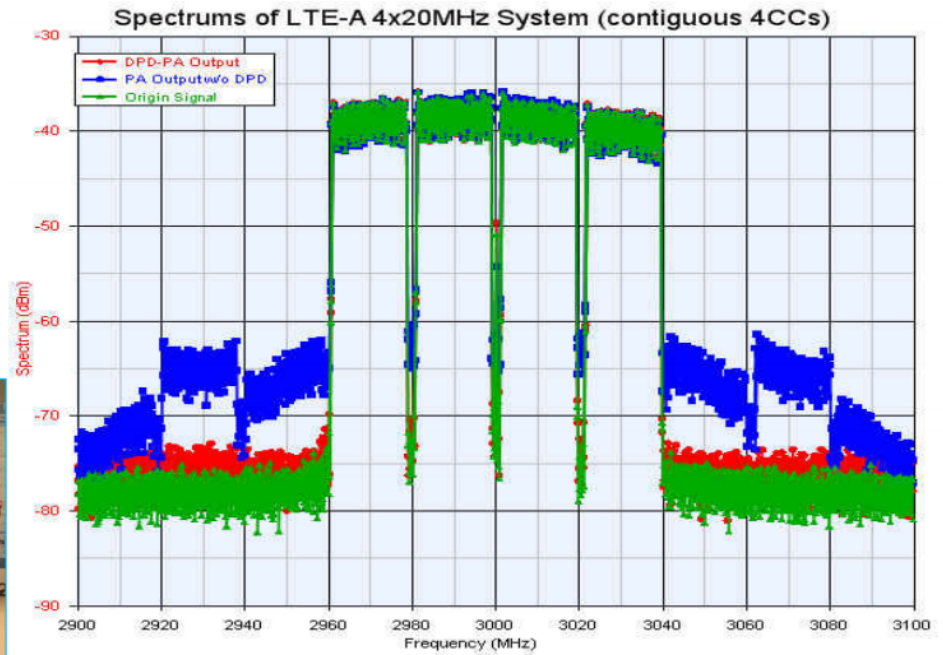
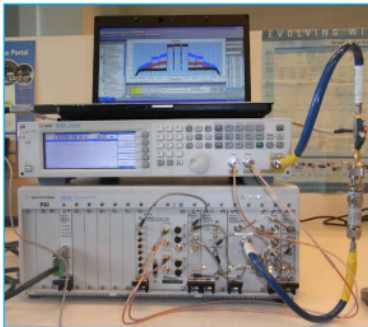
DPD of LTE-Advanced, Using M9330A/M9392A

4 x 20 MHz Contiguous CCs (80 MHz Signal BW)

Source = M9330A AWG

Vector Analyzer= M9392A
 - 12bits ADC
 - up to 250 MHz bandwidth

PA Output Spectrum (Blue)
 PA+DPD Spectrum (Red)
 PA Input Spectrum (Green)



频谱