

EDGE 手機的無線電設計考量

Patrick Morgan
Wireless Product Marketing Manager
Silicon Laboratories Inc.

EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) 是在現有 GSM 行動電話網路上提供高速資料服務的一種標準，而正如其名稱所暗示的，EDGE 是以北美、歐洲和亞洲地區廣泛建置的 GSM/GPRS 網路為基礎。許多應用正推動著行動電話網路的資料服務需求，這包括照相手機、線上音訊、視訊和簡訊傳送。EDGE 的峰值資料速率在理論上能達到 GPRS 的三倍，所以在設計 EDGE 手機時，設計人員必須分析重要的無線電設計要求，例如接收機的調幅抑制能力 (AM suppression)、發射機的調變頻譜、接收頻帶雜訊以及發射機電流消耗。

EDGE 調變和資料速率

為了提供很高的資料速率，除了 GSM/GPRS 所使用的 GMSK 調變之外，EDGE 無線電還必須支援一種稱為 8-PSK 的新型調變機制，而且它必須在不犧牲 GSM/GPRS 效能的前提下支援這種調變，以便確保產品的向後相容性。

為了同時支援 GMSK 和 8-PSK 調變，許多不同的 EDGE 無線電架構都曾被提出。採用極性環 (polar loop) 或極性調變 (polar modulation) 技術的無線電雖能提供很高的功率增加效率 (power-added efficiency)，它們的調校需求和設計複雜性也必須增加，才能支援功率控制回授迴路。其它無線電則是在現有的 GSM/GPRS 收發器中增加一個線性發射機，由它提供 EDGE 所需的 8-PSK 調變功能，這種方法的優點是它能支援 8-PSK 調變，同時保留強大的 GSM/GPRS 效能。

EDGE 無線電要求

GSM/GPRS 和 EDGE 對於接收機的要求很類似，只不過 GMSK 或 8-PSK 調變阻隔訊號的出現使得設計更複雜。由於 EDGE 能在既有 GSM/GPRS 網路上支援新的調變方式，因此除了 GSM/GPRS 本身對於發射機的要求之外，它們還會帶來新的發射機要求。

發射機要求

針對源自於 3GPP 規格的行動手機 EDGE 無線電，表 1 列出了它對於發射機的要求。從表中可看出 8-PSK 的發射機要求通常較寬鬆，有些則與 GMSK 相同，例如低頻帶的輸出功率減少 6 dB，高頻帶降低 4 dB，400 kHz 位移的輸出頻譜要求則減少 6 dB。然而不同於

發射機可以壓縮訊號振幅的 GMSK 訊號，對於 8-PSK 訊號來說，發射機在叢發 (burst) 傳送時仍須維持線性工作能力，以便保存訊號的振幅和相位。

參數	GMSK	8-PSK
最大輸出功率*	+33 / +30 dBm	+27 / +26 dBm
調變頻譜		
400 kHz	-60 dBc	-54 dBc
600 kHz	-60 dBc	-60 dBc
1.8 MHz*	-63/ -65 dBc	-63/ -65 dBc
接收頻帶雜訊		
10 MHz 位移**	-67 dBm	-67 dBm
20 MHz*	-79 / -71 dBm	-79 / -71 dBm
調變精確度***		
均方根值	5 度	9%
峰值	20 度	30%
第 95 個百分位值	—	15%
原點偏移抑制	—	-30 dBc

這些要求都是正常條件下的額定值

* 低頻帶 (850, 900) / 高頻帶 (1800, 1900) 的要求

** 僅低頻帶 (850, 900) 的要求

*** 相位誤差 (GMSK) 或 EVM (8-PSK) 的要求

表 1：EDGE 無線電對於接收機的要求

接收機調幅抑制

在實際應用環境裡，目標訊號常受到週圍行動電話和其它設備所產生的雜訊影響，因此根據 3GPP 標準的要求，手機必須能在代表典型市區或郊區環境的各種衰減性條件下，在出現很大的阻隔訊號時偵測出所要接收的微弱訊號。隨著接收機架構的不同，強大的阻隔訊號可能會導致非線性現象，使得所欲接收的訊號失真，甚至完全無法接收。

圖 1 是阻隔訊號在兩種接收機架構中對於目標訊號的影響。微弱的目標訊號和強大的阻隔訊號會進入天線，如果設計採用直接轉換接收機，阻隔訊號就會通過開關、SAW 和低雜訊放大器 (LNA)，其間並有可能洩漏至混波器的本地振盪器；如果洩漏的訊號太強，阻隔訊號就可能出現自我混波，並在輸出端產生直流偏移，破壞降頻轉換後的訊號。若採用數位低中頻接收機，混波過程會將直流偏移電壓移出訊號範圍，然後再由濾波器將其移除。

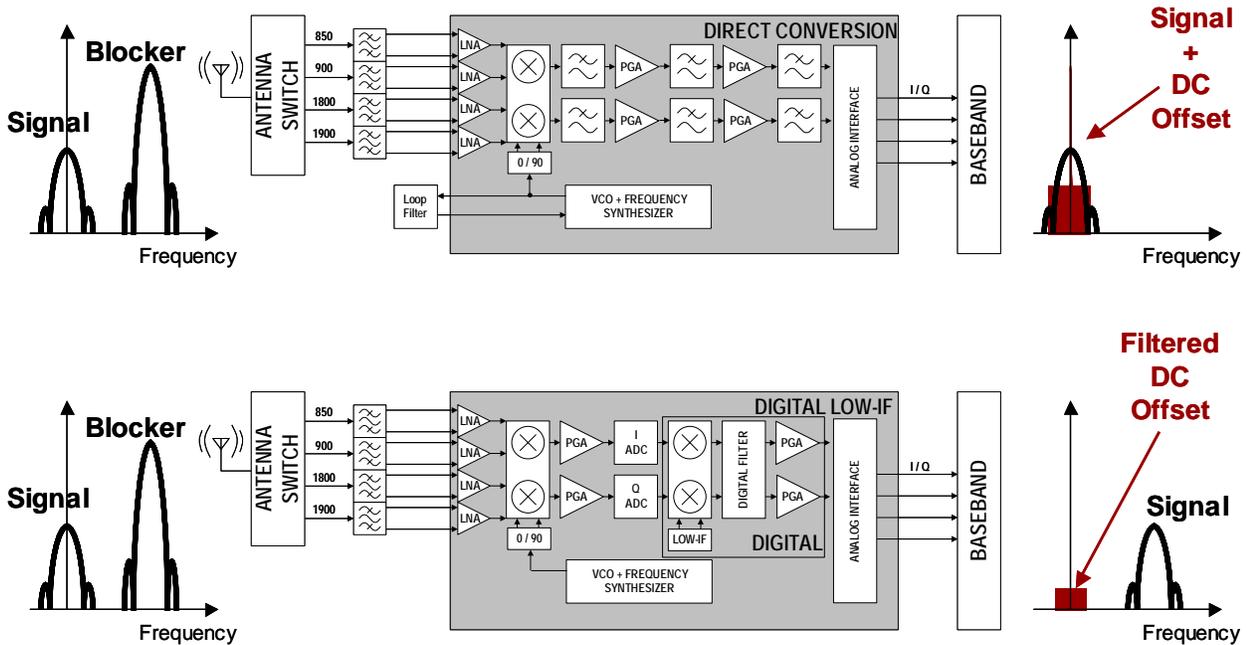


圖 1：EDGE 接收機架構和調幅抑制

對於直接轉換接收機來說，想要消除接收機輸出端的直流位移並非易事，因為就算使用位元間隔 ($T_b / 2 \sim 1.8 \mu s$) 所能容納的最大時間常數，所得的濾波器仍會濾掉大部份的目標訊號 ($f_c \sim 88 \text{ kHz}$)。雖然基頻數位訊號處理器 (DSP) 可將軟體演算法用於多個叢發訊號，以便合成出頻寬更窄的濾波器，但這種方法約會造成 0.5 dB 的目標訊號損失。此外，目前也不清楚調幅後的阻隔訊號出現時，直流演算法的實際效果會如何，這些阻隔訊號可能是由 8-PSK EDGE 和 W-CDMA 所產生，或是在進行調幅抑制測試時，阻隔訊號出現在叢發訊號的中間部份 (midamble) 所造成。

另一層考量則是關於合成器迴路濾波器的整合。直接轉換收發器通常不會將它們整合在一起，此時不但收發器對於高精準度、低雜訊零件的需求會使得產品用料增加，它還會為電路板層級的外部雜訊源創造一個耦合機制，導致本地振盪器的相位雜訊變得更強。若相位雜訊太大，阻隔訊號就可能與它混波，造成額外的低頻失真而破壞接收訊號，這種效應稱為相互混合 (reciprocal mixing)，它在通訊系統設計中極為常見。

相較於直接轉換接收機，數位低中頻接收機擁有更良好直流偏壓抑制能力，因此基頻軟體不再需要提供直流偏壓校準功能。由於合成器迴路濾波器和調諧零件會整合在一起，使得

外部相位雜訊源所造成相互混波現象不再出現。要獲得這種更強大的效能，收發器的功能整合度必須提高，把雙通道類比數位轉換器、數位濾波和雙通道數位類比轉換器都整合至相同元件。

發射機調變頻譜和雜訊

GSM/GPRS 手機常用的發射機架構是以位移式鎖相迴路 (Offset PLL) 為基礎，它能提供強大的頻帶內濾波功能以滿足 GMSK 頻譜的嚴苛要求。頻帶外雜訊的降低通常則是透過額外增加的發射機壓控振盪器 (VCO) 相位雜訊濾波功能來實現，這使其得以符合接收頻帶的雜訊要求。但由於位移式鎖相迴路僅能支援相位調變，卻不支援 8-PSK 調變所要求的振幅調變，因此在設計 EDGE 無線電時，就必須重新考慮發射機架構。

圖 2 是兩種可能的 EDGE 發射機架構。在極性環發射機中，訊號會經由不同的振幅和相位迴授路徑送至功率放大器，極性調變則是極性環的變型，它不用回授電路就能工作，因此不需要任何耦合電路。在線性升頻轉換發射機中，訊號的振幅和相位會同時開始，執行 GMSK 傳輸時，基頻 I/Q 訊號會與位移式鎖相迴路進行調變，直接升頻轉換混波器和可變增益放大器 (VGA) 則會被繞過。執行 8-PSK 傳輸時，位移式鎖相迴路不會被調變，而是在載波模式下擔任本地振盪器，負責基頻 I/Q 訊號的升頻轉換。

極性環和極性調變架構須透過回授迴路來實現振幅和相位延遲的準確匹配，這是它們的最大設計挑戰，模擬結果顯示延遲時間的失配若等於或超過 30 ns，調變頻譜在 400 kHz 的位置就無法滿足規格要求。然而 30 ns 的時間常數最大值卻會限制發射機壓控振盪器的濾波器頻寬，使其至少必須等於 5 MHz，這將使得頻帶外壓控振盪器的相位雜訊抑制效果受到限制。

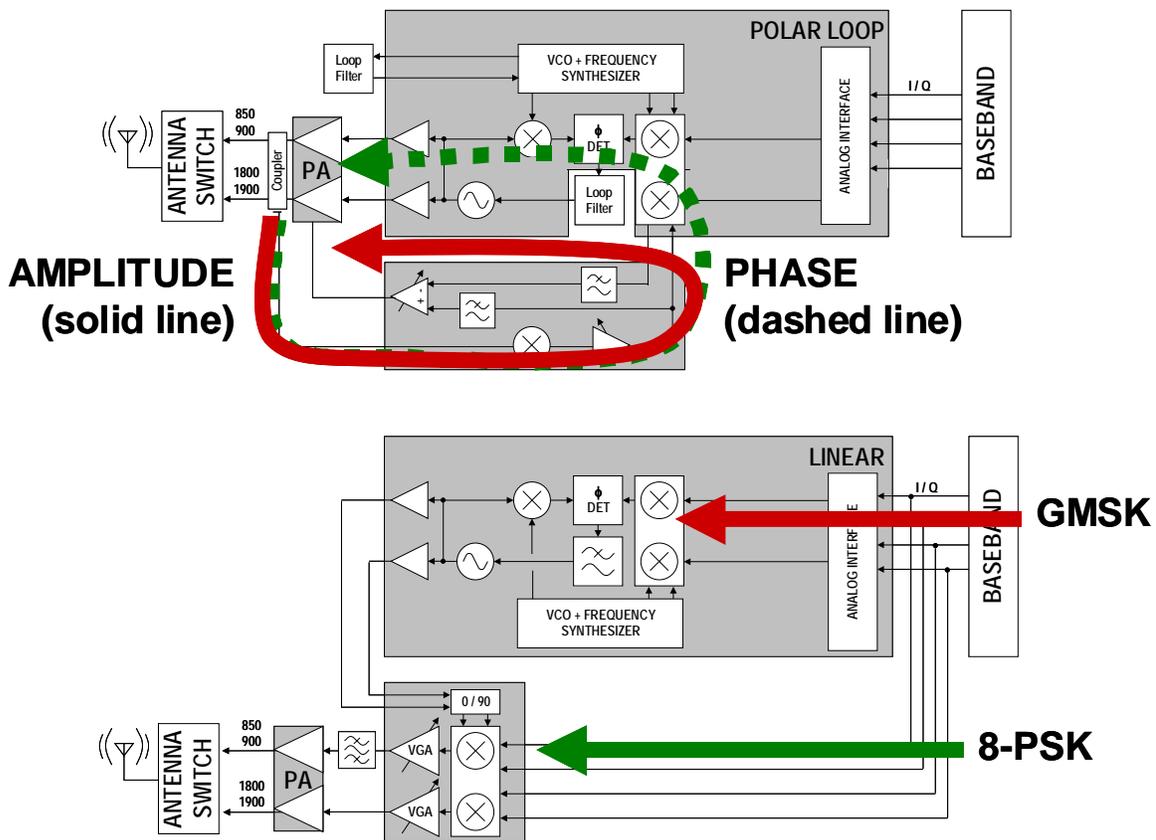


圖 2：EDGE 發射機的架構和訊號路徑

為了平衡極性架構彼此衝突的要求，以前的方法會採用各種功率放大器校準技術，然而振幅回授路徑中卻包含一個訊號包絡線 (envelope) 偵測器，它會隨著製程、供應電壓和溫度而改變，而且改變方式不同於相位回授路徑裡的相位鑑別電路。除此之外，功率放大器的輸出相位和振幅變動模式也很難分析，這使得校準工作變得更困難；在功率放大器增益很大和輸出訊號很小的情形下 (亦即 ramping 或電路失配時)，迴路可能變得不穩定。

相較於尚未通過實際產品驗證的極性環或極性調變架構，線性發射機是目前唯一已開始用於 GSM/EDGE 手機生產的架構，CDMA 和 W-CDMA 手機也都採用這種架構。線性發射機架構允許設計人員選擇不同廠商提供的功率放大器，這和需要特殊或客製功率放大器的極性調變完全不同。

高整合度的 EDGE 無線電

以高整合度零件為基礎的無線電提供許多優點給手機設計人員，例如它們與離散解決方案比較時，高整合度解決方案所需採購和庫存的零件更少，效能則會更強大，因為它能避免元件外部的干擾或雜訊源。工程師也不再需要執行零件層級的測試，這能確保更高的手機製造良率，產品回修率則會降低。

圖 3 是利用 Silicon Laboratories Aero™ II 收發器設計高整合度 EDGE 無線電的方法之一。Aero II 收發器為 GSM/GPRS 手機提供業界最高的功能整合度，所有容易受到雜訊影響的電路都已整合至晶片，這包括射頻和中頻壓控振盪器、壓控振盪器調諧零件、所有的迴路濾波器以及所有的數位控制石英振盪器 (DCXO) 等零件，它們全都整合至一個 5 × 5 釐米的封裝內，它的搭配晶片則能支援 8-PSK 訊號傳輸的線性升頻轉換功能。

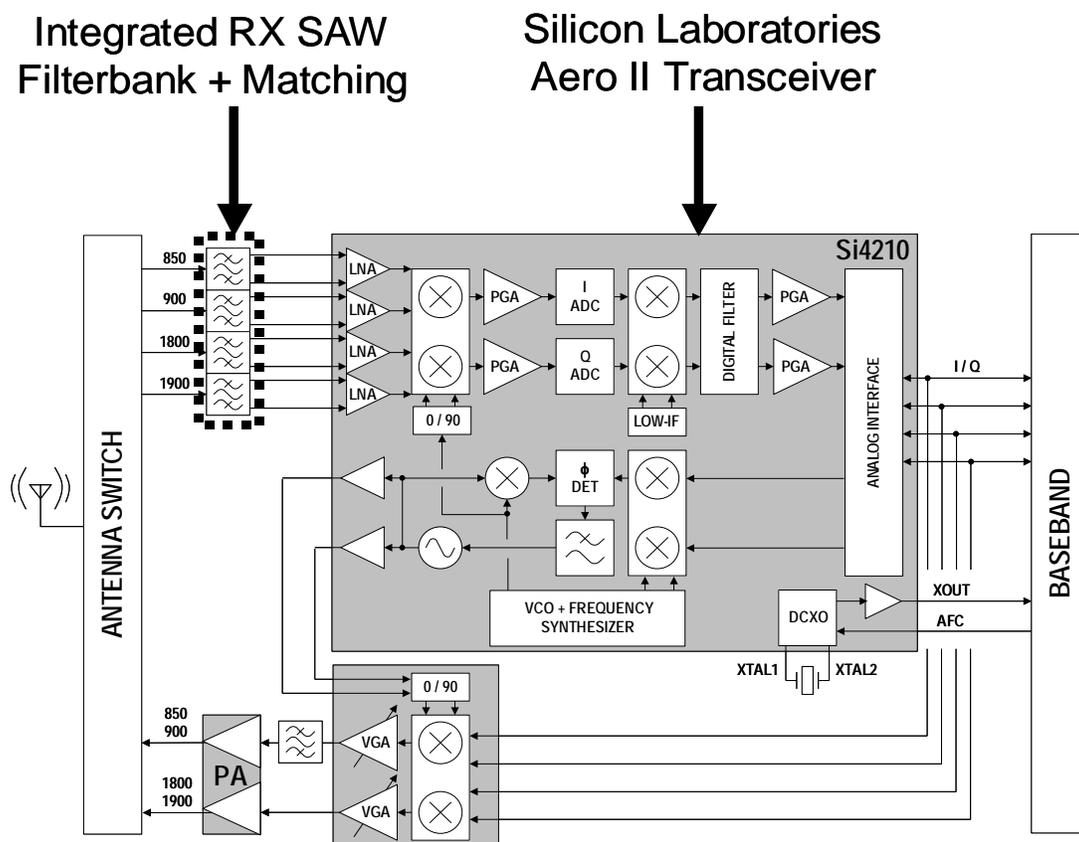


圖 3：採用 Silicon Laboratories Aero II 收發器的 EDGE 無線電

結論

EDGE 技術經過多年的發展，現已為世界各地的 GSM/GPRS 網路廣泛採用，而以數位低中頻接收機和線性發射機為基礎的無線電為了支援 EDGE 手機，也承諾要提供強大的接收機調幅抑制能力和發射機效能以及與其它架構相近的發射機電流。隨著 EDGE 技術逐漸成為市場主流，不斷提升的功能整合度可望大幅減少手機無線電的零件用料數目，使其達到 GSM/GPRS 手機的水準，這將為極高整合度的 3G 無線電開創一條康莊大道。

射频和天线设计培训课程推荐

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;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),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,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,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>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>