

車用娛樂系統之射頻訊號應用量測解決方案

前言：

過去的汽車收音機已從卡帶式播放機發展成為當今最先進的在移動中娛樂方式，這表示所有這些訊息與娛樂系統將同時使駕駛員和乘客保持聯繫，其設計挑戰是將所有可能的通信和廣播標準縮小到適合汽車儀表板的小尺寸，其射頻模塊需要在單個組件中支持多種標準，並且接下來要放置多個模塊中彼此需互相做溝通與聯繫，因為其射頻訊號標準定義的頻率非常接近與彼此需要共存之外，車內天線也會受到乘客的手持移動設備交叉耦合效應的影響，為了確保這些車用信息與娛樂系統的射頻功能能夠正常的工作，本文章提供了完整車用的射頻訊息與娛樂系統之量測解決方案和在 RF 射頻量測上我們將克服哪些難題。

隨著車載娛樂的發展日新月異，第一個車載音頻系統支持 AM 收音機，其歷史可以追溯到 1930 年代，從 1952 年開始，大多數汽車中是 FM 收音機與 8 軌或卡帶播放器為主流，隨後出現了汽車娛樂系統，增加了蜂窩手機的電纜連接並可以播放 VCD 或 DVD 中的視頻，簡單的導航已經是下一步，過去的某些功能能過經受住了時間的考驗，但是即使是那些日子也早已過去，而某些功能將變得更加進化和複雜化，汽車信息娛樂系統現在將為駕駛員以及越來越多的乘客提供了更多的信息和功能，這將帶來了許多的設計挑戰，然而這是值得的麻煩，因為附加價值提供了更多的豪華感與確保了舒適性和許多額外的幫助，非常有趣的是這種演變與手機電話向智慧型電話的演變是相類似的，原來好的老式汽車收音機已被合理地更名為汽車信息娛樂系統，並在車上添加了許多新功能，其中一些功能包括在車輛移動時收聽衛星廣播，通過 WLAN 熱點將車內乘客連接到互聯網，看電視，使用導航系統查找附近的餐廳，通過藍牙從智能手機播放音樂或僅在信息娛樂系統上播放視頻設備，信息娛樂設備的 RF 射頻硬體和軟體複雜性的增加使得所有這些功能將成為可能，從 RF 射頻的角度來看，某些無線電標準以非常相似的頻率運行，因此需要進行共存問題測試，支持所有 RF 標準的天線數量已經增加，使得天線交叉耦合成為另一個複雜因素，並降低了系統的整體性能。最後，乘客們將自己的手持裝備帶入車內可能會導致複雜干擾情況的發生，可能會對汽車信息娛樂設備產生很多影響，所以需要進行許多測試，以下顯示了現代汽車信息娛樂設備中支持的 RF 標準，其中所有這些標準彼此之間的工作頻率範圍都在高達 6 GHz 的頻率範圍內工作，本文章將指導

如何使用 Rohde & Schwarz(R&S)設備進行現代汽車信息娛樂設備共存和交叉耦合的 RF 射頻標準的系統驗證。

車用娛樂系統之射頻訊號設計和測量挑戰：

汽車信息與娛樂系統的發展不僅僅具有車載收音機和汽車導航系統的組合，其中還包括了數位電視，互聯網調變與解調變裝置，智慧型電話（藍牙，WLAN，3G，LTE，5G 等標準），其挑戰是在於儀表板的安裝要求和天線位置，其設計可以支持完全不同標準的硬件，它可以在同一晶片上或在並排組裝的多個晶片上，由於頻譜有限，這些標準中的許多標準彼此之間的頻率都非常接近，圖表 2 表列出了 RF 標準及其對應的工作頻率，從表中可以很明顯地看出，通訊標準之間存在很大的距離，甚至在某些情況下在頻譜上也有重疊，在標準中最關鍵的頻率重疊是在藍牙和 WLAN 之間，此外使用藍牙或 WLAN 與 LTE 或 3G 以及在數位電視（DTV）和 LTE 或 3G 之間的頻率重疊率也相當頻繁，對於 LTE 和 3G-WCDMA 標準尚存在給定區域中僅同時使用幾個選定的頻段，實施的頻段取決於地區，國家和政府法規，信息娛樂設備不支持給定目標市場中的所有頻段，因此，到目前為止，出現共存問題的可能性很小，但是，隨著國家監管機構開放更多頻譜和/或將給定設備用於多個目標市場，信息娛樂設備的確支持越來越多的頻段，從而降低了無線電子系統的成本，相鄰信道干擾是另一個需要考慮的潛在問題，對於頻譜上彼此靠近的頻段，由於功率控制不佳和/或發射或接收濾波不足，導致所需信號質量下降，顯然地，所有受支持的標準都需要在所有受支持的操作模式下運行，因此完整的共存特性描述是一個廣泛的工作領域，所以可以將分為兩個任務，A: 儀表板單元本身的特性描述，B: 性能驗證為儀表板單元供電的天線子系統，通常天線饋源帶有 DC 直流電源，可在天線安裝位置或附近進行本地信號預處理，通過首先確定信息娛樂系統的儀表板部分的特性，從而確定遠程天線子系統所需的性能增益（即增益，濾波），可以最好地實現，從而確定遠程天線子系統的最低要求，然後在輻射模式下重複進行測試，整車在合適的環境中，

除了共存問題外，信息娛樂系統不僅需要在汽車靜止時進行測試，也要在行駛中發揮功能，車輛在行駛中，信號會受到衰落影響，不僅限於基本的杜普勒效應的測試，在理想的情況下，應該在駕駛條件下針對全套可能的室外場景進行全功能測試，以無線通訊信號的進行測試模擬是一項高經濟效應的選擇，此測試方案可以替代駕駛測試，這種集成還消除了任何戶外路測時可能遇到的重複性問題，R&S 測試解決方案的設備透過將射頻通道模擬器符合標準的信號發生

器中, 此時可以避免任何外部通道模擬器的校準挑戰, 甚至通過使用定義良好的內部數位化的連接而不是通用外部類比訊號的連結, 也可以提高準確性和可重複性。

測試方法之探討:

本節分為三個部分; 第一部分將說明如何在信息娛樂系統 (DUT) 上執行功能測試; 第二部分將介紹用於如何使用 RS 設備進行多標準共存功能有線設置測量; 第三部分顯示了空中 (OTA) 天線的交叉耦合和共存設置測量, 並討論了輻射測試的測量規範。

1. 信息娛樂系統功能測試

首先我們需要針對圖表 1 提到的所有標準進行功能測試, 在圖表 2 顯示了如何利用 Rohde & Schwarz 設備進行 DUT 功能性測試。

Reference	Standard	Remarks	Frequency
1	FM		87.5 MHz - 104 / 108 MHz (regional differences)
2	DVB-T/ T2	Channel 2 to 83	54 MHz - 694 / 786 / 890 MHz (regional diff.)
3	ATSC	Channel 2 to 51	50 MHz - 698 MHz
4	Sirius/XM Radio		2320 MHz - 2345 MHz
5	WLAN	IEEE802.11 b/g/n	2412 MHz - 2484 MHz and 5180 MHz - 5825 MHz
6	Bluetooth		2400 MHz - 2485 MHz
7	LTE + LTE Advanced	Depends on band	700 MHz - 3800 MHz
8	WCDMA/ 3G	Depends on band	700, 800, 850, 900, 1500, 1700, 1800, 1900, 2100, 2600, 3500 MHz
9	AM		535 KHz – 1605 KHz
10	DRM		Band I (47 to 68 MHz), Band II (87.5 to 108 MHz) and Band III (174 to 230 MHz)

圖 1:

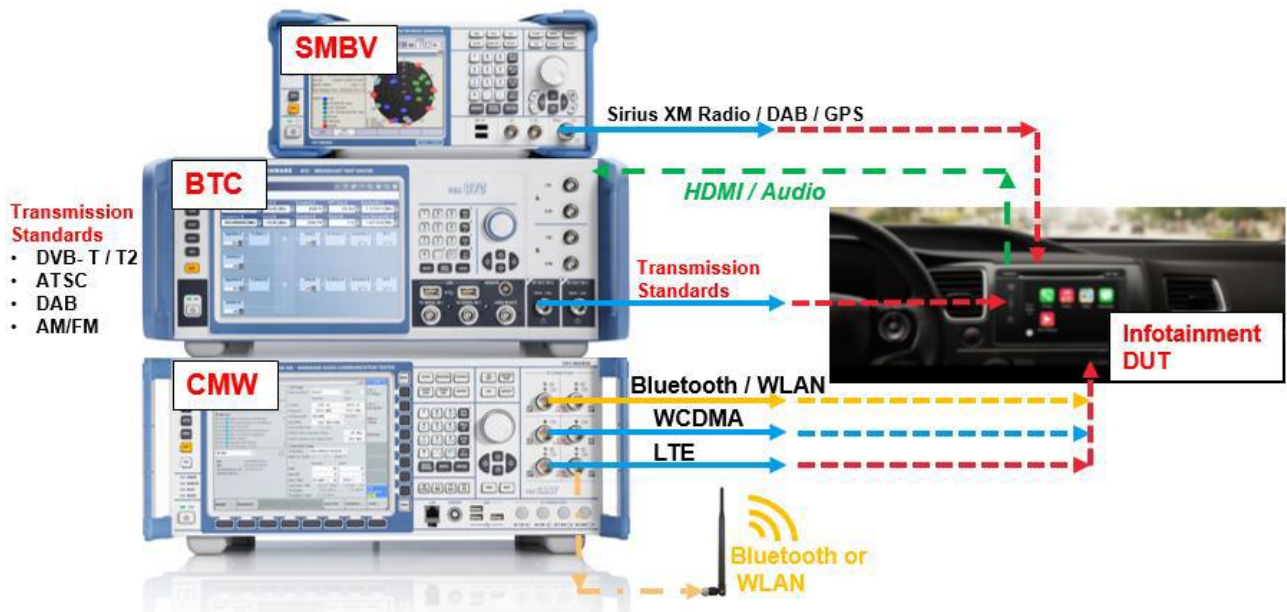


圖 2:

BTC_廣播應因訊號產生器, 其可以產生 AM , FM , DAB , DVB-T / T2 , ATSC , DAB , Sirius/ XM Radio 等標準, 而 CMW 用於生成藍牙 , WLAN , WCDMA / HSPA 和 LTE 無線信號標準, 此外 BTC 或 SMBV 可以提供衛星標準 SDARS (Sirius / XM) 和 DAB, 而 SMBV 可用來模擬 GNSS 信號 , 例如 GPS , GLONASS , 北斗和伽立月等標準, 由於本章討論的範圍將僅限於使用 BTC 和 CMW, 測試儀器的輸出端口直接連接到 DUT 的天線端口。通常 , DUT 上的藍牙和 WLAN 天線是沒有支援測試端口的, 在這種情況下 , 需要使用適當的天線通過空中傳輸來自 CMW 的藍牙和 WLAN 信號, 另外, 為了執行視頻質量測試 , DUT HDMI 輸出連接到 BTC HDMI 端口, 某些信息娛樂系統是沒有 HDMI 輸出端口, 以下建議了一種替代測試方法, 是為了在 DUT 上執行 LTE 或 3G 測量方法, 另一個重要的前提條件是 Rohde & Schwarz Test SIM , 必須將其插入 DUT SIM 插槽中。

2. 如何使用 RS 設備進行多標準共存功能有線設置測量

我們在另一篇文章有討論了 LTE , WLAN 和藍牙重疊和相鄰頻段環境性能測試, 汽車信息娛樂系統可能會出現類似情況 , 因此本文不予討論, 但我們將重點介紹了一些新的標準組合,

圖 3 顯示了用於表徵共存和相鄰信道洩漏問題的測量設置, 在此示例中, WCDMA 和 DVB-T / T2 信號如之前所描述, 此兩訊號共同連結進入 DUT 端口, WCDMA 網絡配置為頻段 8 , 並以測試模式連接與 DVB-T 調諧器已調諧至頻道 68。DUT 也已與外部藍牙設備配對 (這是可選的, 可能有助於模擬更真實的環境), 在完成所有儀器連接並且 DUT 已同步至標準並正常工作後, 將 DVB-T / T2 關閉, 即 BTC RF 輸出關閉。

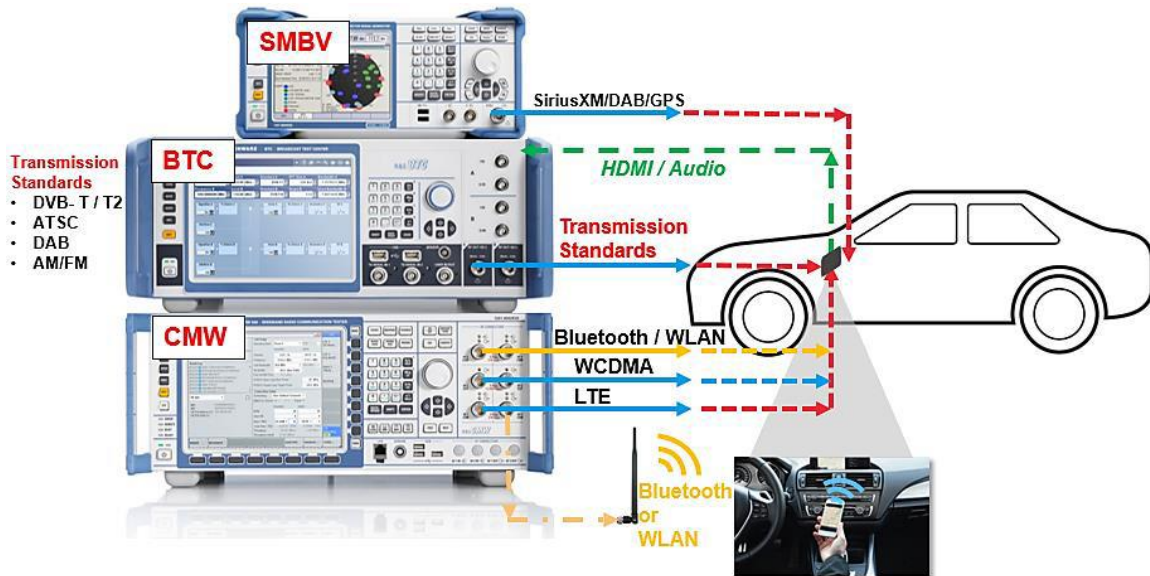


圖 3

BTC 廣播影音訊號產生器(圖 4 與圖 5) 可以產生數位電視訊號 DVB-T/T2 標準與利用 ARB_任意波形產生器進行相關的數位電視標準與通訊標準訊號模擬,此時使用者可以使用 BTC 進行相關的相容性測試。

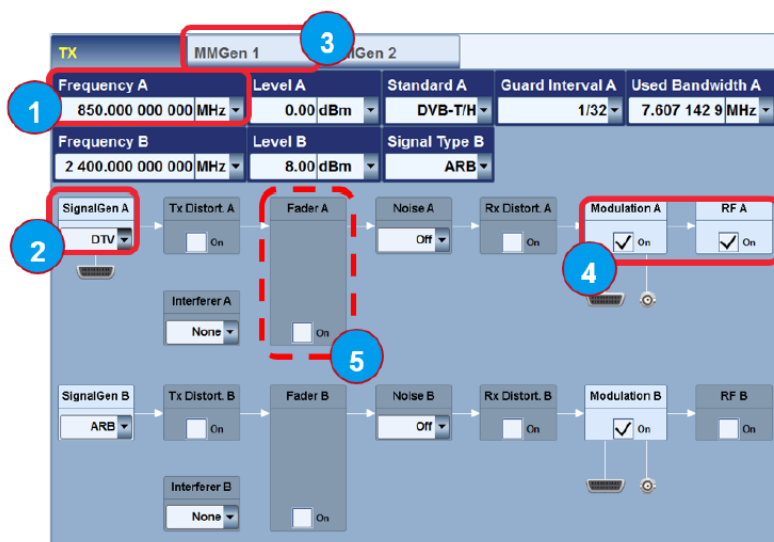


圖 4

Generator	1	2	3	4	5	6	7
State	On	On	On	On	On	On	On
Usage	Interferer	Interferer	Interferer	Interferer	Interferer	Interferer	Interferer
Waveform[.wv]	FM_SMAL_75KHZ	HD_FMr208c	DRM_-12dBFS	DAB_351	DVB_T2_SF12	ISDB-TSB_3SEG	LTE_UE_10Mb
Required Option	WV-K816	WV-K804	WV-K803	WV-K801	WV-K809	WV-K1114	
Samples /MS	0.001	4.424	15.581	1.573	59.505	3.760	
Sample Rate /MS/s	1.000 000	0.744 188	0.024 000	4.096 000	11.428 570	16.253 970	16.66
Sequence Dur. /s	0.001	5.944	649.200	0.384	5.207	0.231	
Attenuation /dB	10.00	16.00	10.00	13.00	-3.00	14.00	
Freq. Offset /MHz	-50.000 000 0	-40.000 000 0	-30.000 000 0	-16.000 000 0	16.000 000 0	30.000 000 0	40.000

Fig. 3-5: Up to 8 interferer signals played using the built in Arbitrary waveform Generator on the BTC

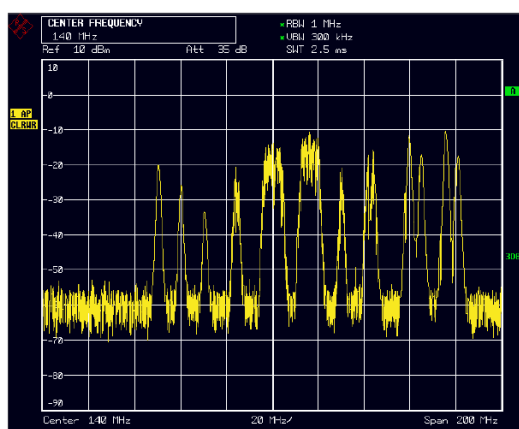


圖 5

CMW500 綜合訊號測試儀器(圖 6 與圖 7)可以產生 2G/3G/4G/5G 標準測試訊號此時使用者可以使用 CMW500 與 DUT 建立信令連線(Signaling Connection), 此外測試者可利用 Test Mode 進行相關性能性測試.

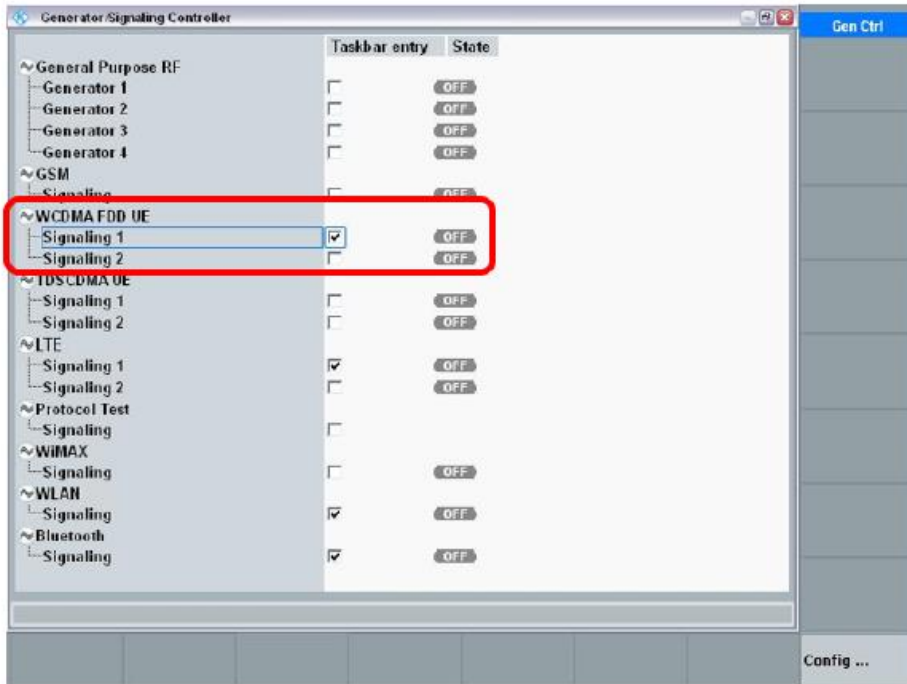


圖 6

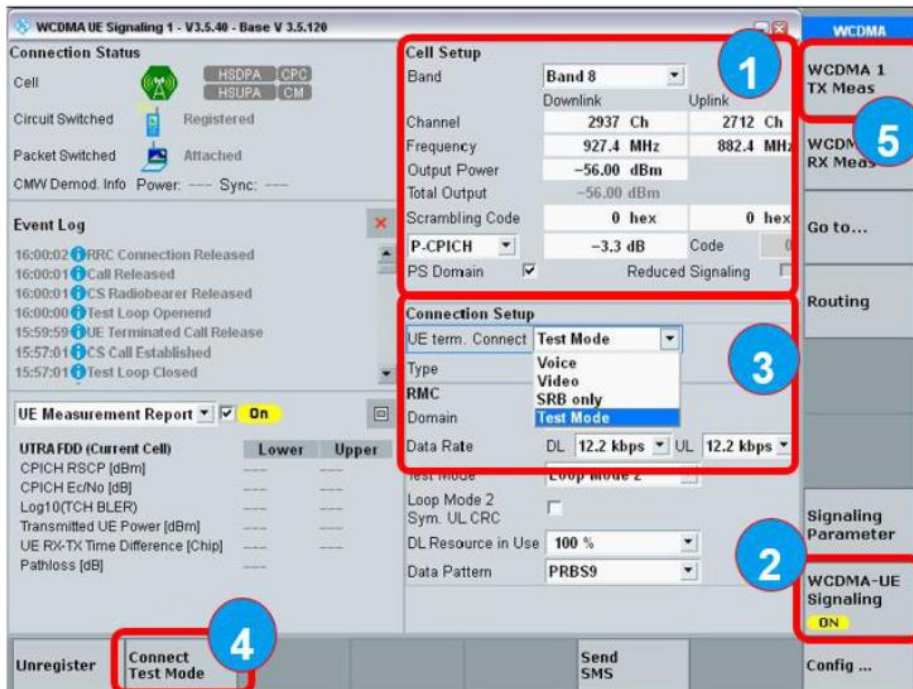


圖 7

圖 8 顯示了在 DVB-T / T2 信號已關閉的 WCDMA UE TX 信號的 CMW Multi Evaluation 窗口中的測量結果。在測試模式下，信號 EVM 為 2.73%，DUT 接收功率為-19.71 dBm。

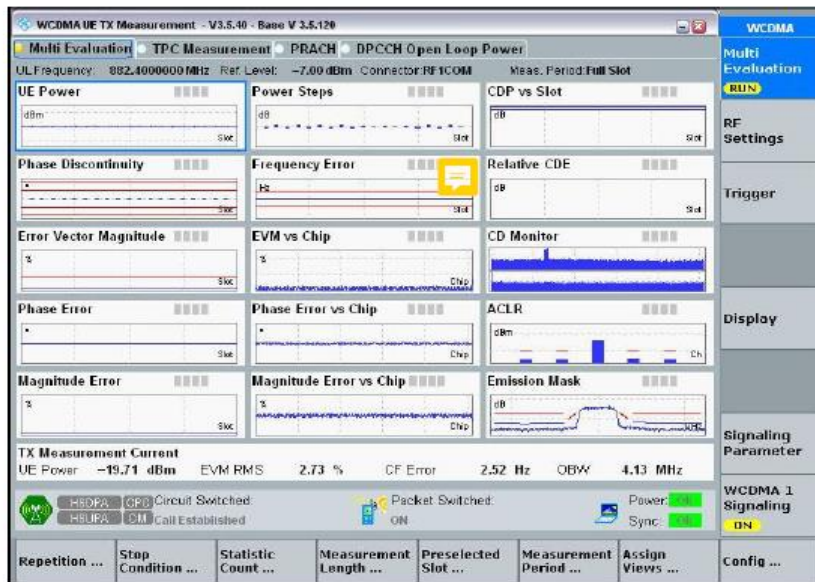


圖 8

- 再次打開 BTC RF 輸出，以保持類似狀態。DVB-T / T2 信號打開後，EVM 變為 6.36%，RX 功率為-20.29 dBm (圖 9)

由於存在 DVB-T 信號，WCDMA 信號質量明顯下降。在此示例中，DVB-T / T2 信號以 850 MHz 為中心，寬度為 8 MHz，WCDMA 信號以 882.4 MHz 為中心。如果頻段重疊，問題將更加明顯，由於存在 DVB-T 信號，WCDMA 信號質量明顯下降，在此示例中，DVB-T / T2 信號以 850 MHz 為中心，寬度為 8 MHz，WCDMA 信號以 882.4 MHz 為中心。如果頻段重疊，問題將更加明顯。

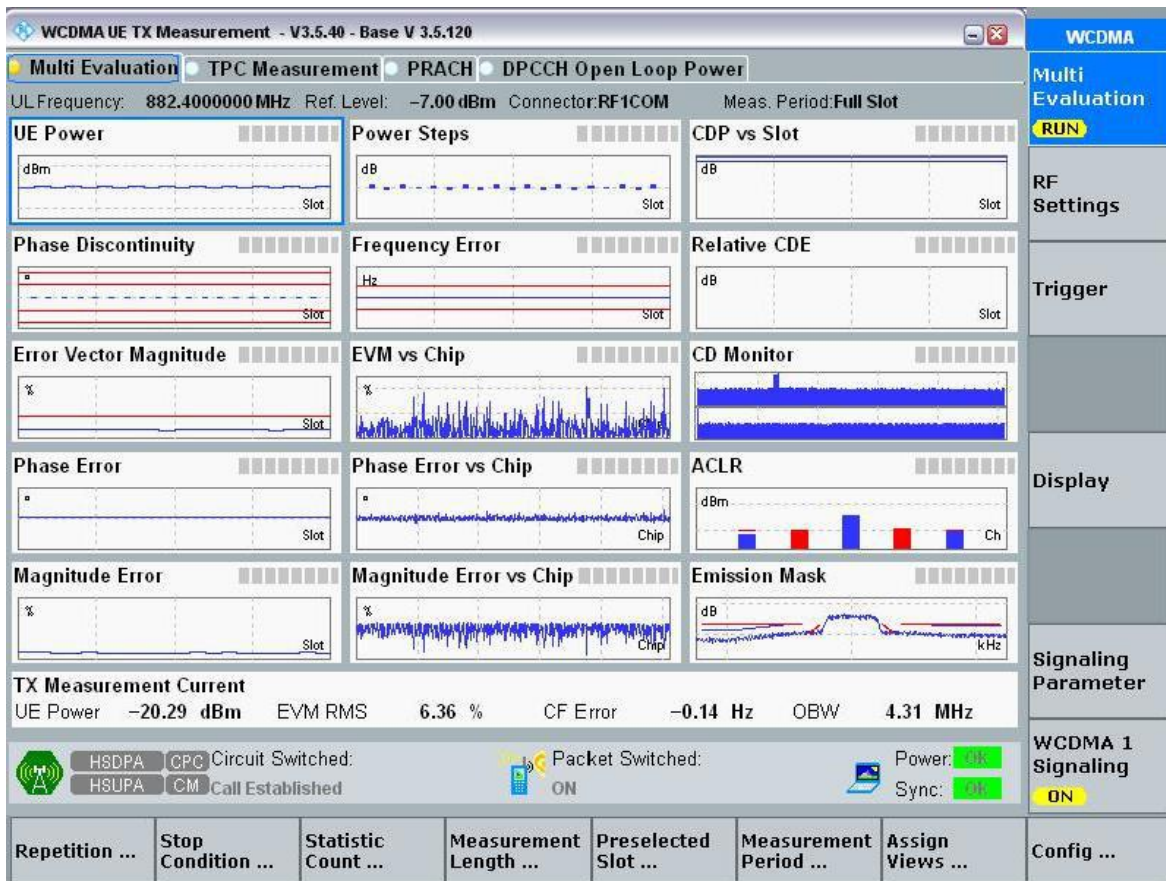


圖 9

由於存在 DVB-T 信號，WCDMA 信號質量明顯下降。在此示例中，DVB-T / T2 信號以 850MHz 為中心，寬度為 8 MHz，WCDMA 信號以 882.4 MHz 為中心。如果頻段重疊，問題將更加明顯，現在，重複相同的情況和條件，並觀察到 DVB-T 調諧器的性能，以圖 3 所示連接所有儀器。

- 將 WCDMA 和 DVB-T 信號連接到 DUT。
- 關閉 CMW WCDMA 信號。導航到 DUT 上的“媒體”菜單，選擇頻道 68 並觀看視頻。
- 打開 CMW WCDMA 信號並將 DUT 與語音模式連接。
- 在 DUT 上接受語音通話並切換回電視頻道
- 視頻中已經觀察到馬賽克與畫面失真的現象

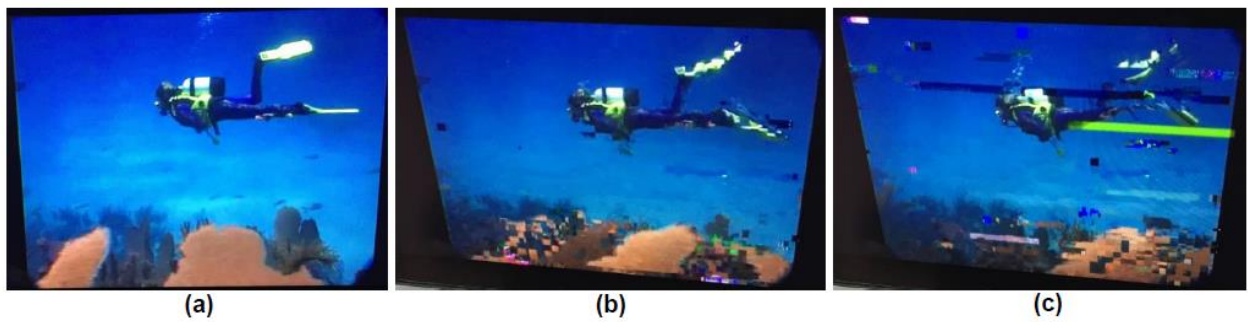


圖 10

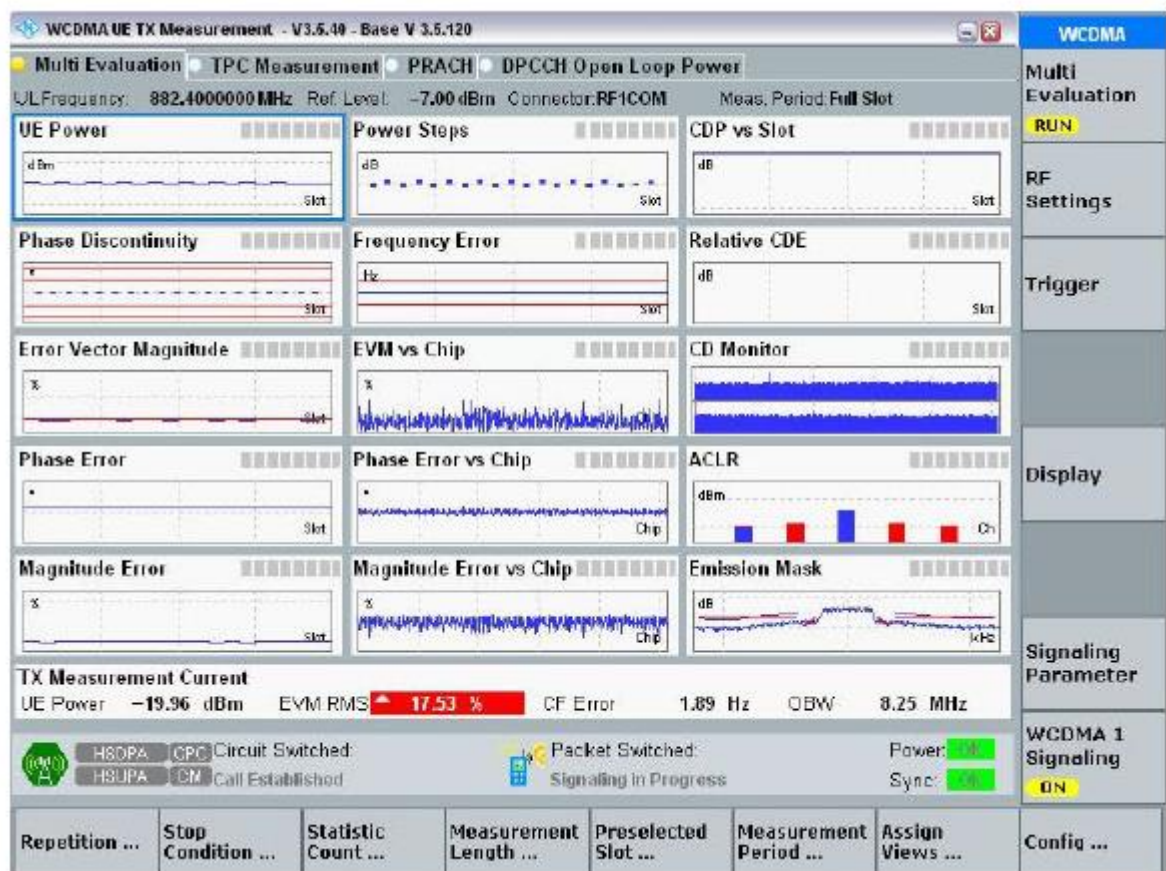


圖 11

圖 10 顯示了在發起語音呼叫之前和之後 DVB-T 接收器的圖像質量。圖片 (a) 顯示的是清晰的圖片，沒有任何馬賽克與畫面失真的現象。圖片 (b) 和 (c) 顯示圖片質量下降。相應地，當 DTV 信號的功率增加時，連接的信號質量下降（即 EVM 從 13.4% 降低到 17.5%），如圖 11 所示。

3. OTA 共存和交叉耦合測量

圖 12 顯示了測量 DUT 中之共存和天線交叉耦合效果所需的測試設置與進行 DUT 的有線連接不同，它沒有進行傳導式的測量設置，而是全部通過無線連接代替，汽車信息娛樂系統（DUT）連接到安裝在車頂或 A / B / C 支柱上的天線。

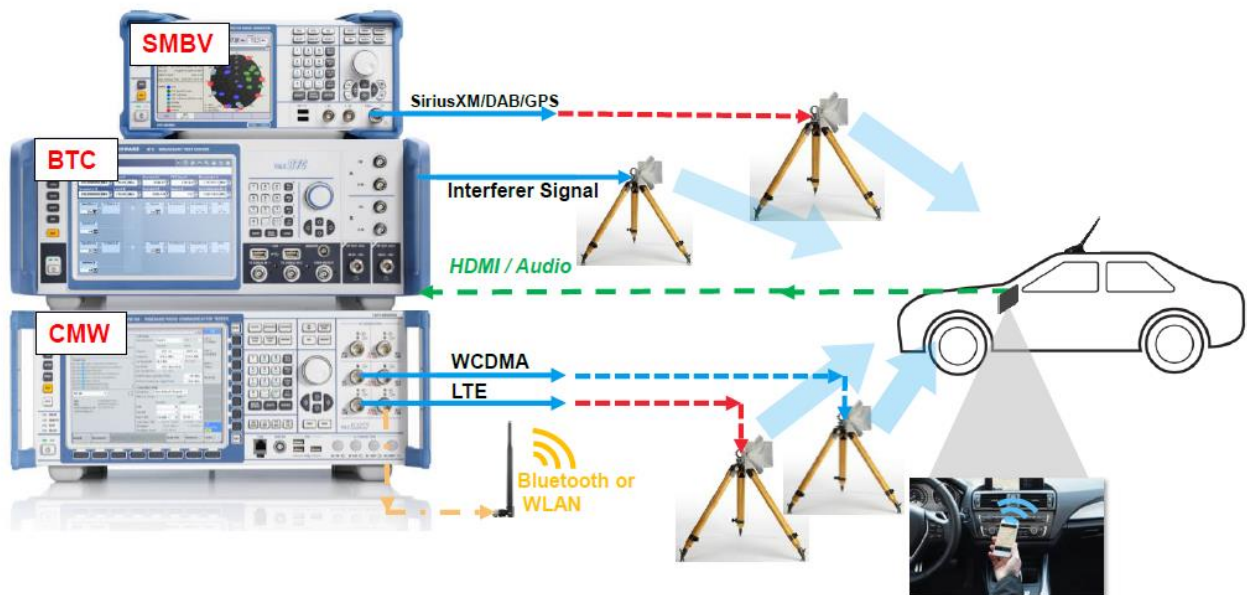


圖 12

- 在此示例中，來自 CMW 的 WCDMA 信號以測試模式連接到 DUT。
 - 在 CMW 上選擇相關頻段（在此示例中，選擇了頻段 1）。
- 從 BTC 發送干擾信號。
 - 在這種情況下，LTE 信號代表來自移動設備的 1920 MHz 干擾源（這可能是模擬後座乘客自己的手機，將其放在汽車 C 柱中的 WCDMA 天線附近）。
- 在 BTC 上，保持 RF 處於關閉狀態，直到將 DUT 註冊到 CMW 並建立測試模式連接為止。
- 進入多重評估窗口並初始化測量。圖 13 顯示了沒有乾擾信號的測量結果（EVM = 4.12 %，接收功率電平= -29.14 dBm）。

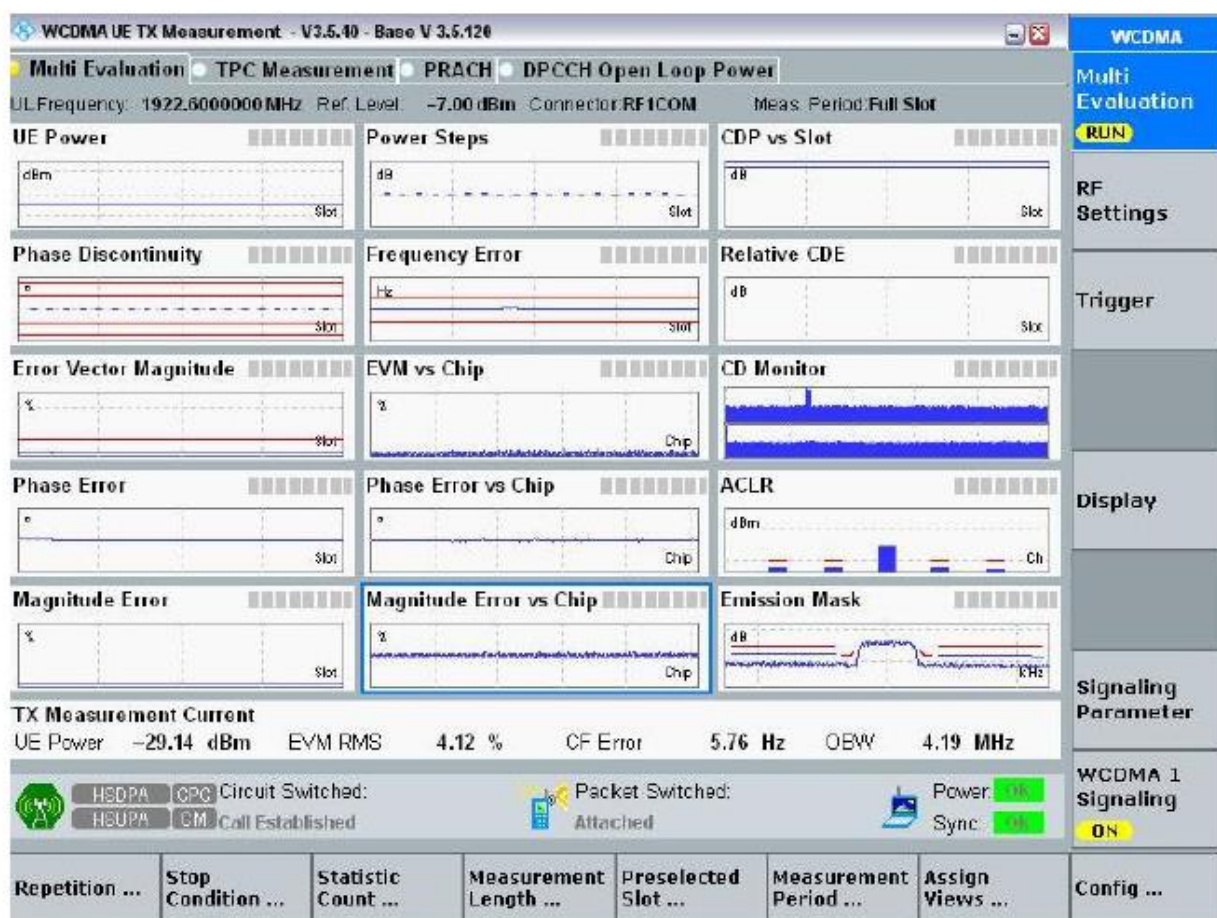


圖 13

- 打開 BTC 上的 RF 信號，圖 14 顯示了引入另一網絡提供商的 LTE 干擾源時 WCDMA 服務性能對 DUT 的影響，EVM 性能急劇下降。

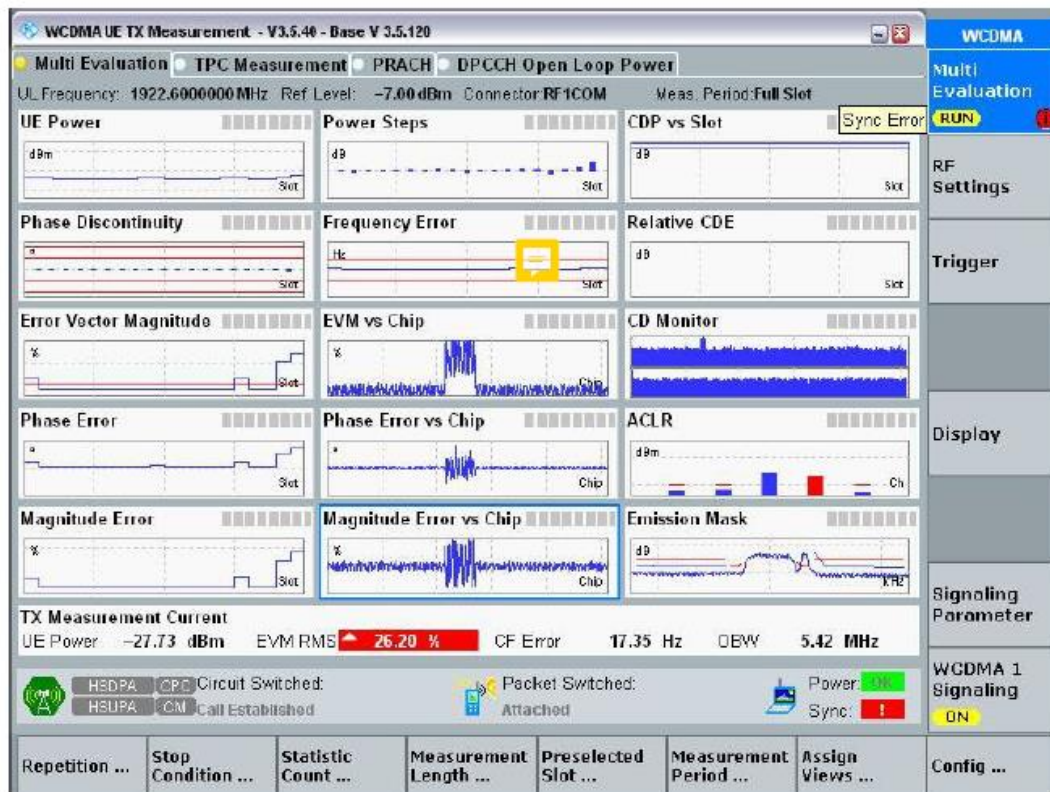


圖 14

結論:

由於隨著信息娛樂系統的不斷發展，未來將有更多的量測需求與標準，一種很常見的場景是將移動設備（模擬駕駛員/乘客自己的設備）放置在車內，並通過藍牙與 DUT 連接藍牙工作在 2.3 至 2.4 GHz ISM 頻段，當 DUT 同時發送 WLAN 熱點信號以供車載使用並連接到工作在相鄰或相同頻率範圍內的 LTE 頻段或蜂窩網絡中的蜂窩網絡時，此時將會出現設備內共存問題，它與 ISM 頻段諧波連接，例如在 770 和 800 MHz 之間，與 LTE 頻段 13（用於 3G 時也稱為“USMH-C”）和 LTE 頻段 28 重疊，RS 設備的多元化量測解決方案將協助設計與研發者解決與克服相關訊號共存問題。