



### 4.2.2 OFDMA 下行鏈路資源單元分配

由於 OFDMA 下行鏈路接收者預設為多用戶情境，因此 AP 需要告訴 STA 哪些資源單元屬於它們。在 802.11ax 中，AP 在 HE\_MU\_PPDU 使用 HESIG-B 欄位執行此操作。

SIG-B 欄位只使用在下行鏈路的 HE-MU-PPDU。

SIG-B 包含兩個欄位：

- 通用欄位，包含資源單元分配資訊 ( 完整的通用欄位的細節請見下表。注意 CRC 計算部分是根據 802.11ax 草案 )。
- 每個 STA 所屬的特定用戶資訊欄位 ( 例如，STA-ID，MCS，Nsts 等 )

SIG-B 以每 20MHz 頻寬為基礎進行 BCC 編碼，並在 STA 的預選頻帶上發送，以便 STA 的信令資訊 ( 例如 HE-SIG-B ) 與有效載荷[9] 在相同的頻帶上發送。

Field	# of bits	Description
<b>RU Allocation</b>	$N \times 8$	Indicates the RU arrangement in frequency domain. It also indicates number of user fields in each RU. For RUs of size greater than or equal to 106-tones that support MU-MIMO, it indicates the number of users multiplexed using MU-MIMO. $N = 1$ for 20 MHz and 40 MHz HE MU PPDU $N = 2$ for 80 MHz HE MU PPDU $N = 4$ for 160/80+80 MHz HE MU PPDU
<b>Center 26-tone RU</b>	1	This field is present only for full bandwidth 80 MHz and 160/80+80 MHz. For full bandwidth 80 MHz Set to 1 to indicate that Center 26-tone RU is allocated in the Common Block fields of both SIGB content channels with same value. Set to 0, otherwise. For full bandwidth 160/80+80 MHz Set to 1 to indicate that Center 26-tone RU is allocated for one individual 80 MHz in Common Block fields of both SIGB content channels. Set to 0, otherwise.
<b>CRC</b>	4	See CRC computation (Section 26.3.9.7.3 in 802.11ax draft v0.4)
<b>Tail</b>	6	Used to terminate the trellis of the convolutional decoder. Set to 0.

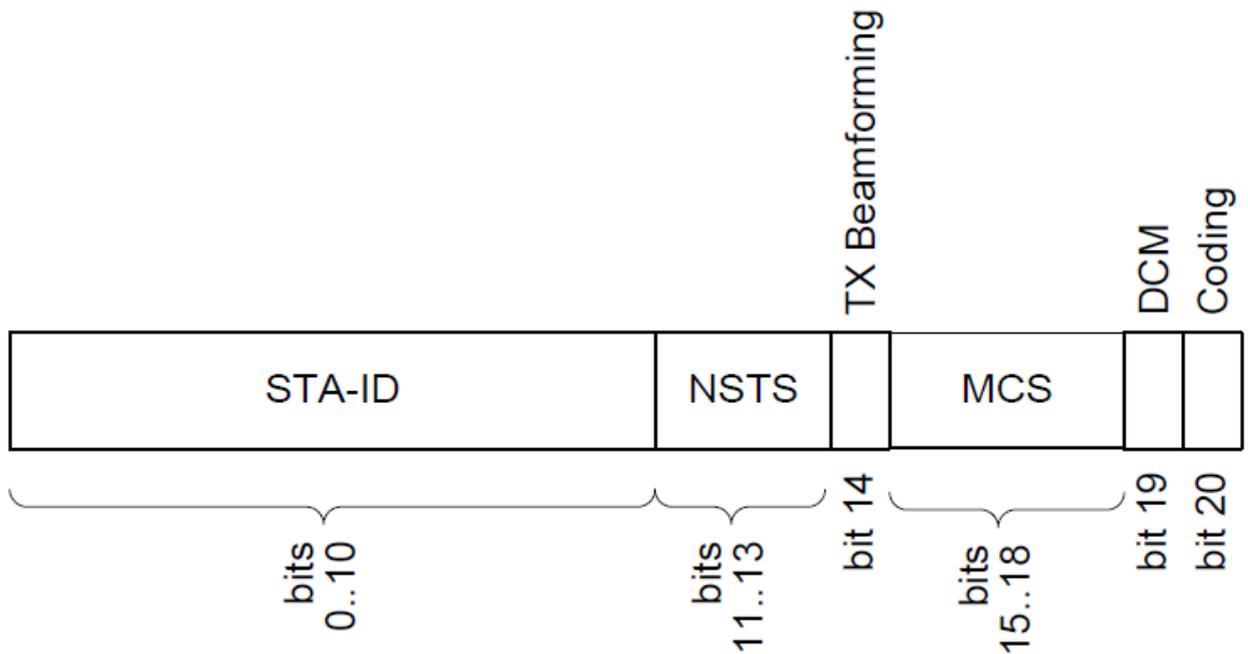
最直接顯示 HE-SIG-B 映射情況的是 20 MHz 的情況。





如上圖所示，對於 20MHz 情況，公共欄位包含 8 位元用於資源單元分配信令的資訊，後面包含特定用戶資訊的專用欄位。下表顯示了 8 位元的值和相應的分配。例如，如果有 9 個用戶分配了 26 個子載波，則通用欄位將包含 00000000。另一個例子，如果有 6 個用戶，其中 1 個用戶分配了 106 個子載波且其餘 5 個用戶分配了 26 個子載波，則 802.11ax 中的通用欄位將包含 01000000，用戶只能分配到一個資源單元。

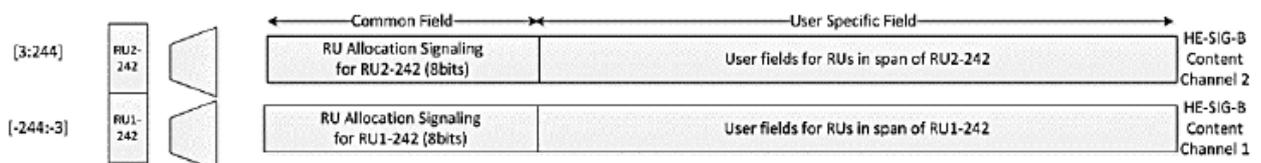
特定用戶資訊位於 HE-SIG-B 中的通用欄位之後。下圖顯示了用戶欄位的格式，下表提供了用戶欄位中每個子欄位的詳細資訊。基於在通用欄位中提供的資源分配和用戶欄位的相對位置，STA 知道它被分配了哪個資源單元以及在哪裡接收其數據。





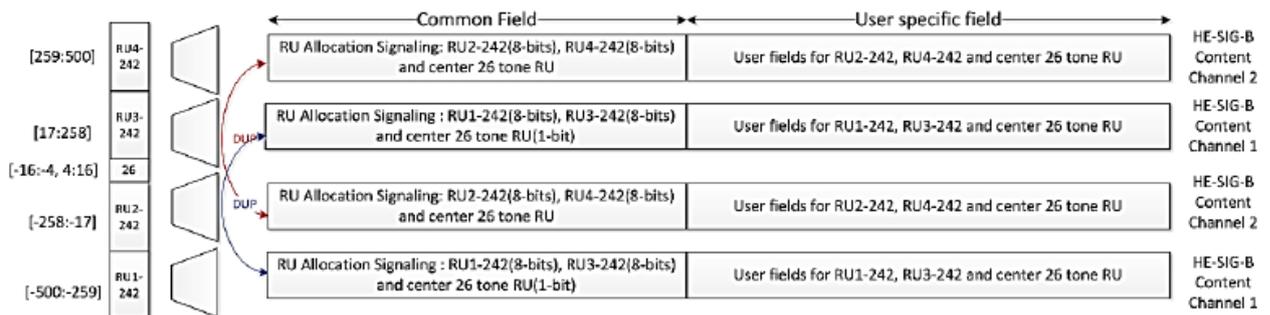
HE-SIG-B Sub Fields (OFDMA)	
Field	Description/Value
STA-ID	The 11 least significant bits of the Association Identifier (AID) An AP assigns an AID to a STA during association.  In case the resource unit is not assigned to any STA, the STA-ID is set to 2046
NSTS	Number of Spatial Streams Set to the number of space time streams minus 1
TX Beamforming	Use of transmit beamforming 1: beamforming is applied 0: otherwise
MCS	Modulation and Coding Scheme 0: BPSK 1/2 1: QPSK 1/2 2: QPSK 3/4 3: 16-QAM 1/2 4: 16-QAM 3/4 5: 64-QAM 2/3 6: 64-QAM 3/4 7: 64-QAM 5/6 8: 256-QAM 3/4 9: 256-QAM 5/6 10: 1024-QAM 3/4 11: 1024-QAM 5/6
DCM	Dual Carrier Modulation 0: DCM is not used 1: DCM is used
Coding	Indicated whether BCC or LDPC is used 0: BCC 1: LDPC

對於 40 MHz 頻寬，HE-SIG-B 有兩個具有不同資訊的 20 MHz 通道，因此每 20 MHz 通道為在該通道上調度的用戶傳送控制資訊，如下圖所示。



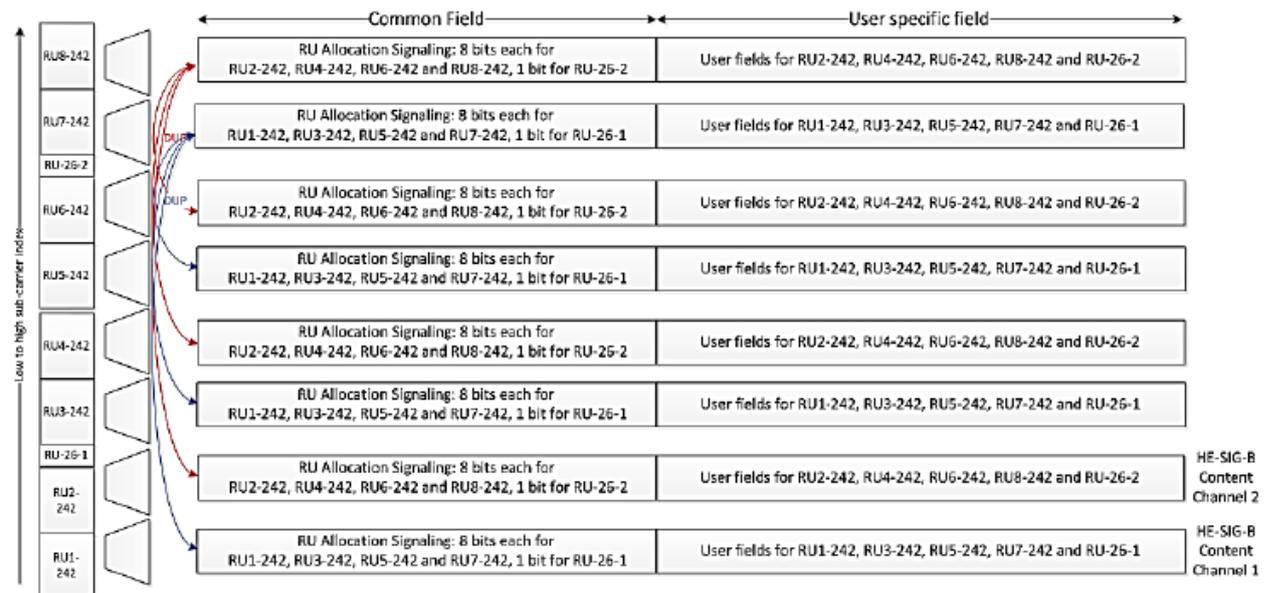
80 MHz 頻寬的情況也將使用 2 個 HE-SIG-B 內容通道，並根據每 242 個子載波的資源單元發送分配信號。這意味著通用欄位將帶有透過連接兩個 8 位元合成的 16 位元資訊，使得每兩個 20 MHz 內容通道總共定義 40 MHz 的資源分配。這意味著 STA 將需要解碼來自兩個子頻帶的資訊。

這兩個內容通道接著在 80 MHz 頻寬中的另外 40 MHz 中複製 ( 見下圖 )。這個方案的決定是基於實現複雜性和效率之間的折衷：更多的子頻帶意味著更多的平行解碼器，但隨著頻寬的增加，可以支援更多的用戶而不增加 HE-SIG-B 欄位的大小。 [9]



如先前圖示，80MHz 頻寬可以具有跨越直流子載波的 26 個子載波資源單元分配。因此，在 80 MHz BW 的內容通道 1 中，有一個額外的位元用來表示用戶是否被分配了該資源單元。

對於 160 MHz 頻寬，同樣使用 2 個 HE-SIG-B 內容通道，並用信號發送每 242 個子載波的資源單元分配。這意味著每個通道需要發送 4 個資源單元的信號，這樣通過組合 4 個 8 位元索引，公共欄位將包含 32 位元。同樣，內容通道與 80MHz 情況類似，如下圖所示。





8 bits indices (b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0)	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9
00000000	26	26	26	26	26	26	26	26	26
00000001	26	26	26	26	26	26	26	52	
00000010	26	26	26	26	26	52		26	26
00000011	26	26	26	26	26	52		52	
00000100	26	26	52		26	26	26	26	26
00000101	26	26	52		26	26	26	52	
00000110	26	26	52		26	52		26	26
00000111	26	26	52		26	52		52	
00001000	52		26	26	26	26	26	26	26
00001001	52		26	26	26	26	26	52	
00001010	52		26	26	26	52		26	26
00001011	52		26	26	26	52		52	
00001100	52		52		26	26	26	26	26
00001101	52		52		26	26	26	52	
00001110	52		52		26	52		26	26
00001111	52		52		26	52		52	
00010000	52		52		-	106			
00011000	106				-	52		52	
00100000	26	26	26	26	26	106			
00101000	26	26	52		26	106			
00110000	52		26	26	26	106			
00111000	52		52		26	106			
01000000	106				26	26	26	26	26
01001000	106				26	26	26	52	
01010000	106				26	52		26	26
01011000	106				26	52		52	
01100000	106				-	106			
01110000	52		52		-	52		52	
01110001	242-tone RU empty								
01110010	484-tone RU with zero HE-SIG-B User Specific field in the corresponding HE-SIG-B Content Channel								
01110011	996-tone RU with zero HE-SIG-B User Specific field in the corresponding HE-SIG-B Content Channel								
011101x1x0	Definition TBD								
011111x1x0	Definition TBD								
10000000	106				26	106			
11000000	242								
11001000	484								
11010000	996								
11011000	2*996								
111X <sub>4</sub> X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> X <sub>0</sub>	Definition TBD								

### 4.2.3 OFDMA 上行鏈路資源單元分配

為了請求上行多用戶傳輸，802.11ax AP 發送一個稱為觸發訊框的控制訊框。該訊框在下行鏈路中攜帶觸發訊框的 PPDU 之後，為上行多用戶傳輸情境請求並分配短框間隔 ( Short Interframe Space, SIFS )。SIFS 是 802.11 標準中定義的來自不同 STA 的傳輸之間最短的框訊框間隔時間。回應的 STA 有足夠的時間準備要發送到 AP 的數據，但對於其他 STA 來說嘗試使用該頻道太短，因此他們需要等待較長時間，直到該頻道被視為空閒狀態後才開始傳輸。

雖然觸發訊框是為支持 11ax 而添加的新控制訊框，但不需要使用 HE 訊框格式發送此訊框。實際上，使用傳統訊框格式來傳輸控制訊框可能是有益的，因為這提供了關於 TXOP 時間等的傳統站點資訊，並且比 HE 訊框格式使用較少的冗餘訊號。

這個訊框的格式細節仍然沒有定論。然而，該訊框將包含一個名為“公共資訊”的欄位，正如名稱所示，該資訊對所有響應的 STA 都是相同的。對於特定 STA 的資訊，將會使用“用戶資訊”欄位。

#### 觸發訊框公共欄位的內容

包含在觸發訊框的公共欄位中的資訊包括：

- 長度：這是預期上行鏈路數據封包的以微秒為單位的時間長度。
- HE-LTF 符元的數量：響應的上行多用戶 STA 應該使用的長訓練欄位的數量。
- HE-LTF 符元長度：包括 GI 的 HE-LTF 的長度。可能的值為 4.8 $\mu$ s，7.2 $\mu$ s，8 $\mu$ s 和 16 $\mu$ s。
- 頻寬：指定上行鏈路 HE\_Trig PPDU 的頻寬

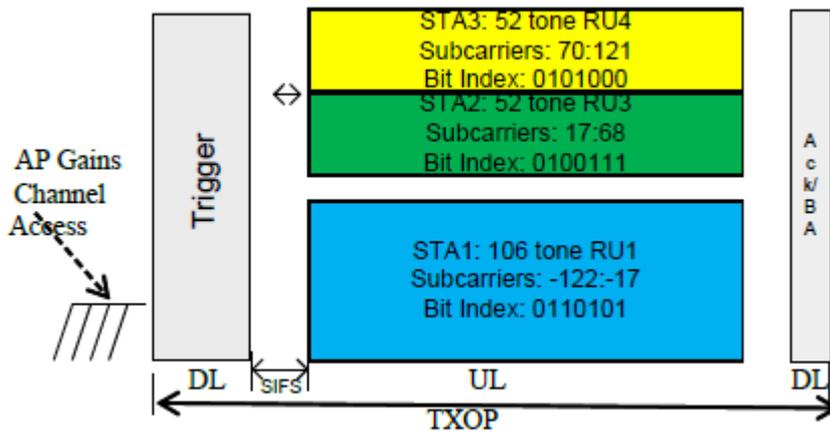
#### 觸發訊框用戶欄位的內容

響應上行多用戶 STA 的特定資訊包含在觸發訊框的用戶欄位中。用戶欄位以 STA AID 開始以指示預期的 STA，接著是用戶特定的資訊，例如：

- 資源單元分配：指示為 STA 分配的資源單元
- 編碼類型：指示使用 BCC 或 LDPC 編碼
- MCS：表示 STA 在 HE\_Trig PPDU 中應使用的 MCS 編碼

資源單元分配是在用戶欄位的資源單元分配子欄位中使用 7 位編碼完成的。下表提供了 20 MHz PPDU 的編碼。

Encoding for RU Allocation in User Field of Trigger Frame for 20 MHz PPDU									
26-tone RU	RU1	RU2	RU3	RU4	RU5	RU6	RU7	RU8	RU9
Subcjr index	-121:-96	-95:-70	-68:-43	-42:-17	-18:-4, 4:18	17:42	43:68	70:95	96:121
RU Allocation bits	0000000	0000001	0000010	0000011	0000100	0000101	0000110	0000111	0001000
52-tone RU	RU1		RU2			RU3		RU4	
Subcjr index	-121:-70		-68:-17			17:68		70:121	
RU Allocation bits	0100101		0100110			0100111		0101000	
106-tone RU	RU1					RU2			
Subcjr index	-122:-17					17:122			
RU Allocation bits	0110101					0110110			
242-tone RU	RU1								
Subcjr index	-122:-2, 2:122								
RU Allocation bits	0111101								



上圖提供了一個 20 MHz PPDU 訊框交換的簡單例子。在這個例子中，有 3 個響應的 STA。藍色的 STA 1 被分配了 106 個子載波資源；STA2 (綠色) 和 STA3 (黃色) 各分配 52 個子載波資源。在這種情況下，AP 將編號-122：-17 的子載波 (在表中以藍色顯示)，共 106 個子載波資源分配給 STA 1，並且對應 0110101 的 7 位編碼。AP 將子載波 17:68 (以綠色顯示)，名為 RU3 的 52 個子載波資源分配給 STA 2，對應於 7 位編碼 0100111。類似地，AP 將子載波 70：121 (以黃色顯示) 的 52 個子載波資源分配給 STA3，資源單元編號為 RU4，對應於 0101000。

AP 將觸發訊框發送給 3 個 STA，STA 在一段時間間隔之後，以傳輸於公共欄位中的時間長度訊回應相同大小的封包，並且解碼位於用戶特定資源單元分配子欄位中的位元，以知道使用哪些子載波來傳輸數據。

下表給出了 40,80 和 160 MHz 頻寬的資源單元分配。請注意，表 4-10 最後一行中的 2x996 子載波資源單元僅適用於 160 MHz 頻寬。



Encoding for RU Allocation in User Field of Trigger Frame for 40 MHz PPDU									
26-tone RU	RU1	RU2	RU3	RU4	RU5	RU6	RU7	RU8	RU9
Subcxb index	-243:-218	-217:192	-189:-164	-163:-138	-135:-111	-109:-84	-83:-58	-55:-30	-29:-4
RU Allocation bits	0000000	0000001	0000010	0000011	0000100	0000101	0000110	0000111	0001000
26-tone RU	RU10	RU11	RU12	RU13	RU14	RU15	RU16	RU17	RU18
Subcxb index	4:29	30:55	58:83	84:109	111:136	138:163	164:189	192:217	218:243
RU Allocation bits	0001001	0001010	0001011	0001100	0001101	0001110	0001111	0010000	0010001
52-tone RU	RU1	RU2	RU3	RU4	RU5	RU6	RU7	RU8	
Subcxb index	-243:-192	-189:-138	-109:-58	-55:-4	4:55	58:109	138:189	192:243	
RU Allocation bits	0100101	0100110	0100111	0101000	0101001	0101010	0101011	0101100	
106-tone RU	RU1		RU2		RU3		RU4		
Subcxb index	-243:-138		-109:-4		4:109		138:243		
RU Allocation bits	0110101		0110110		0111011		0111100		
242-tone RU	RU1				RU2				
Subcxb index	-244:-3				3:244				
RU Allocation bits	0111101				0111110				
484-tone RU	RU1								
Subcxb index	-244:-3, 3:244								
RU Allocation bits	1000001								
Encoding for RU Allocation in User Field of Trigger Frame for 80, 80+80 and 160 MHz PPDU									
26-tone RU	RU1	RU2	RU3	RU4	RU5	RU6	RU7	RU8	RU9
Subcxb index	-499:-474	-473:-448	-445:-420	-419:-394	-392:-367	-364:-340	-339:-314	-311:-286	-285:-260
RU Allocation bits	0000000	0000001	0000010	0000011	0000100	0000101	0000110	0000111	0001000
26-tone RU	RU10	RU11	RU12	RU13	RU14	RU15	RU16	RU17	RU18
Subcxb index	-257:-232	-231:-206	-203:-178	-177:-152	-150:-125	-123:-98	-97:-72	-69:-44	-43:-18
RU Allocation bits	0001001	0001010	0001011	0001100	0001101	0001110	0001111	0010000	0010001
26-tone RU	RU19	RU20	RU21	RU22	RU23	RU24	RU25	RU26	RU27
Subcxb index	-16:-4, 4:1	18:43	44:69	72:97	98:123	125:150	152:177	178:203	206:231
RU Allocation bits	0010010	0010011	0010100	0010101	0010110	0010111	0011000	0011001	0011010
26-tone RU	RU28	RU29	RU30	RU31	RU32	RU33	RU34	RU35	RU36
Subcxb index	232:257	260:285	286:311	314:399	340:365	367:392	394:419	420:445	448:473
RU Allocation bits	0011011	0011100	0011101	0011110	0011111	0100000	0100001	0100010	0100011
26-tone RU	RU37								
Subcxb index	474:499								
RU Allocation bits	0100100								
52-tone RU	RU1	RU2	RU3	RU4	RU5	RU6	RU7	RU8	
Subcxb index	-499:-448	-445:-394	-365:-314	-311:-260	-257:-206	-203:-152	-123:-72	-69:-18	
RU Allocation bits	0100101	0100110	0100111	0101000	0101001	0101010	0101011	0101100	
52-tone RU	RU9	RU10	RU11	RU12	RU13	RU14	RU15	RU16	
Subcxb index	18:69	72:123	152:203	206:257	260:311	314:365	394:445	448:499	
RU Allocation bits	0101101	0101110	0101111	0110000	0110001	0110010	0110011	0110100	
106-tone RU	RU1		RU2		RU3		RU4		
Subcxb index	-499:-394		-365:-260		-257:-152		-123:-18		
RU Allocation bits	0110101		0110110		0110111		0111000		
106-tone RU	RU5		RU6		RU7		RU8		
Subcxb index	18:123		152:257		260:365		394:499		
RU Allocation bits	0111001		0111010		0111011		0111100		
242-tone RU	RU1				RU2				
Subcxb index	-500:-259				-258:-17				
RU Allocation bits	0111101				0111110				
484-tone RU	RU1				RU2				
Subcxb index	-500:-17				17:500				
RU Allocation bits	1000001				1000010				
996-tone RU	RU1								
Subcxb index	-500:-3, 3:500								
RU Allocation bits	1000011								
2x996-tone RU	RU1								
Subcxb index	-1012:-515, -509:-12, 12:509, 515:1012								
RU Allocation bits	1000100								

## 五. 802.11ax 量測

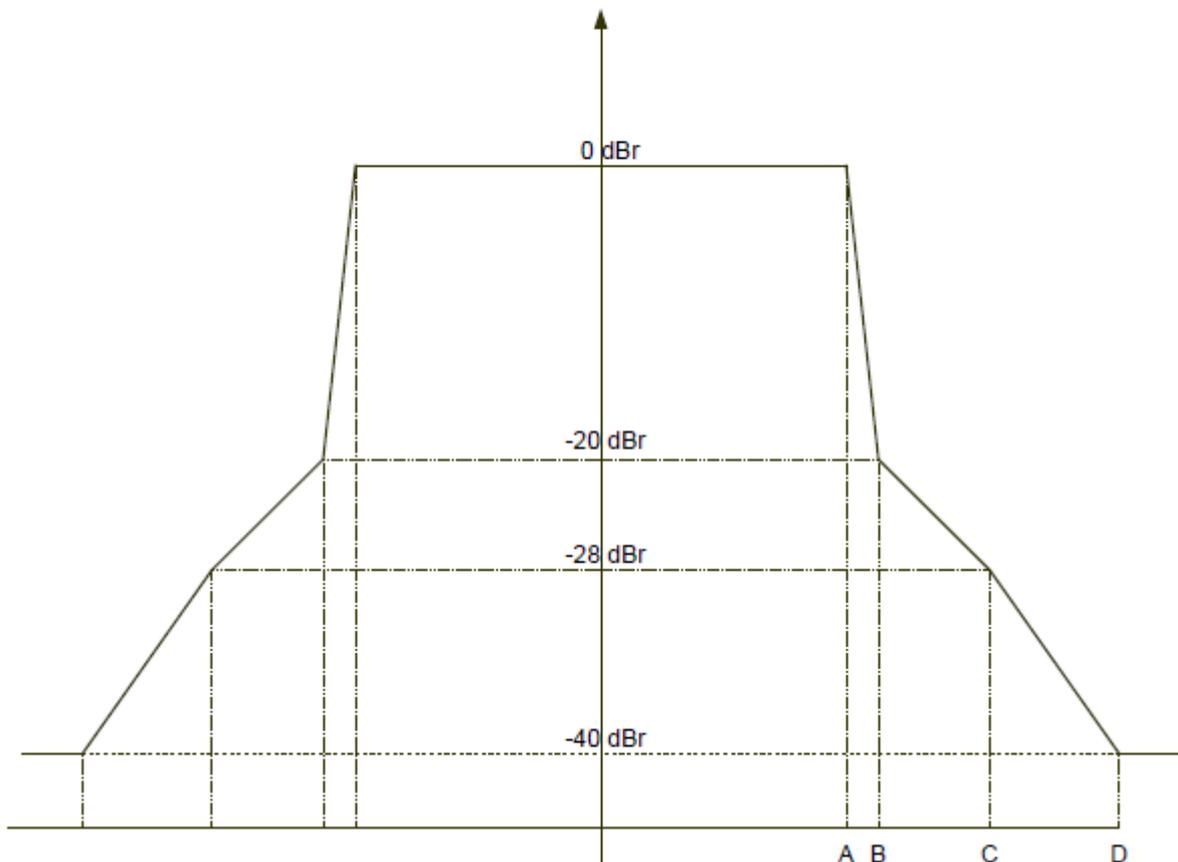
802.11ax 可能會重複使用 802.11ac 修正案中的許多規範。本章節點出與 802.11ac 規範的不同之處。支援 802.11ax HE\_Trig\_PPDU 的設備有許多需要滿足的要求，以便上行鏈路多用戶傳輸正常工作，這些要求也包含於本章節內。（有關測試 802.11ac 的應用文章與資訊，請參閱：

[https://www.rohdeschwarz.com/us/search/applications\\_63466.html?term=802.11ac&x=0&y=0](https://www.rohdeschwarz.com/us/search/applications_63466.html?term=802.11ac&x=0&y=0) )

### 5.1 802.11ax 發射機規格

#### 5.1.1 傳送頻譜遮罩

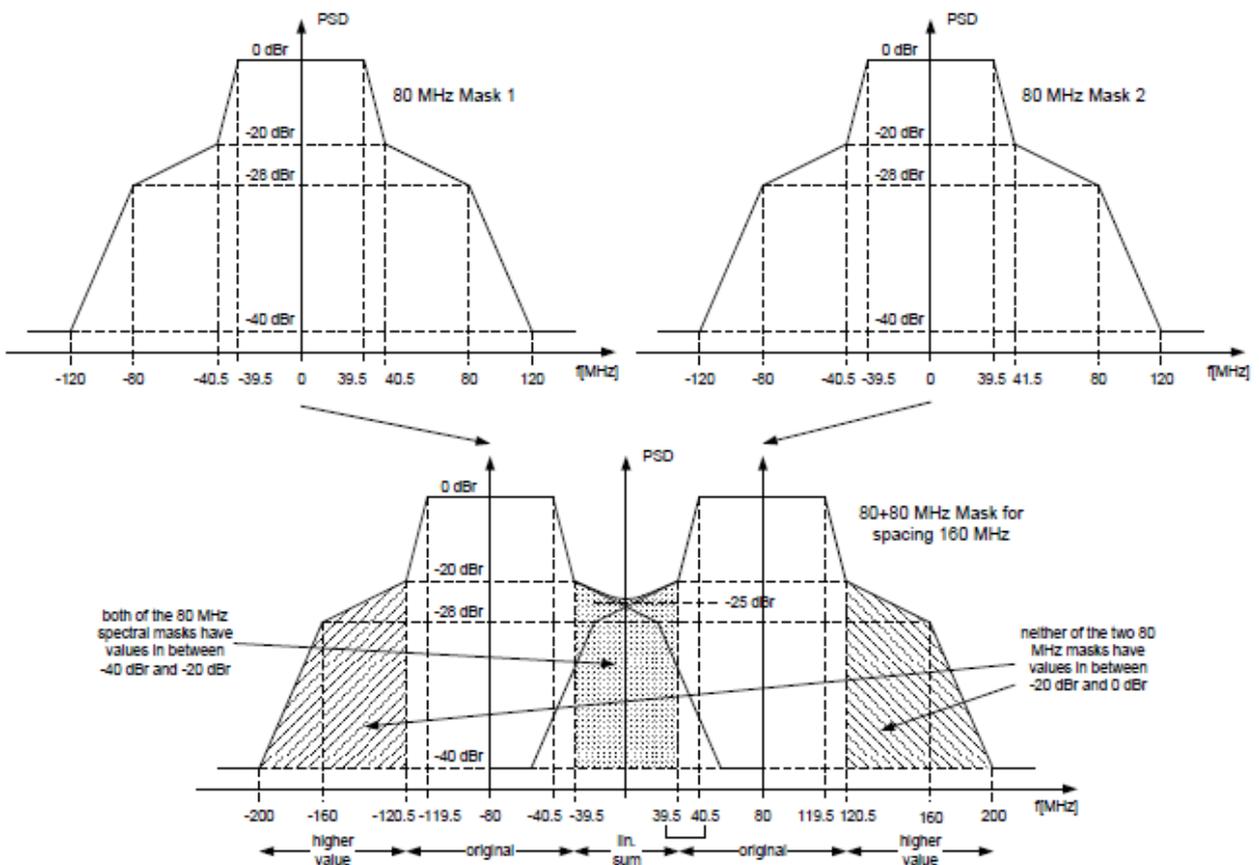
11ax 裝置必須符合 11ax 修正案和任何適用法規要求中定義的頻譜遮罩。11ax 遮罩的測量是使用 25 KHz 解析頻寬 ( RBW ) 和 7.5 KHz 視訊頻寬 ( VBW ) 進行的。（[頻譜分析儀基礎/高級頻譜分析](#)提供有關頻譜分析的資訊以及頻譜分析儀的工作原理）下圖中顯示了 20,40,80 和 160 MHz 傳輸的遮罩，其值 A，B，C 和 D 在表 5-1 中列出。遮罩”振幅”以 dBr 為單位給出，這意味著相對於信號最大頻譜密度的 dB 值。



Channel Size	A	B	C	D
20 MHz	9.75 MHz	10.25 MHz	20 MHz	30 MHz
40 MHz	19.5 MHz	20.5 MHz	40 MHz	60 MHz
80 MHz	39.5 MHz	40.5 MHz	80 MHz	120 MHz
160 MHz	79.5 MHz	80.5 MHz	160 MHz	240 MHz

在非連續 80 + 80 MHz 頻寬的情況下，每個 80 MHz 信號使用 80 MHz 遮罩，兩個非連續 80 MHz 重疊的頻譜遮罩的的值在下表中列出。下圖表示出了兩個 80 MHz 非連續信號間隔 160 MHz 的頻譜遮罩結構。

Step	Frequency Overlap Mask Values	Resulting Mask Value
1	Both masks have values between -20 dBr and -40 dBr	Sum of the two mask values in the linear domain
2	Neither mask has a value between 0 dBr and -20 dBr	The higher value of the two masks
3	No mask value defined	Linear interpolation in dB domain between the two nearest frequency points with defined mask values.





### 5.1.2 頻譜平坦度

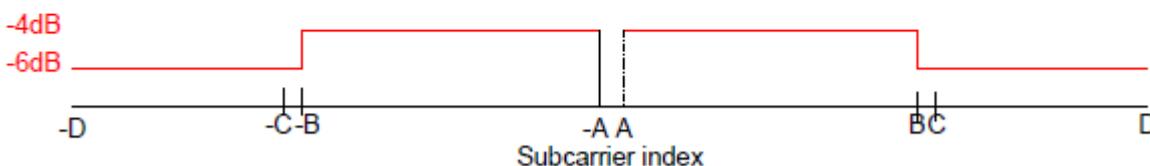
頻譜平坦度提供了一種方法來測量子載波是否具有相似的功率大小。這是透過平均一定範圍的子載波能量並驗證沒有個別的子載波在該範圍內的能量比偏離規定值。

下圖提供了 802.11ax 20,40 和 80 MHz 信號作為子載波的函數的頻譜平坦度規範，其中 A, B, C 和 D 的值在下表中列出。例如，如果測量 20MHz 信號頻寬的頻譜平坦度，在子載波索引 5 處測量的子載波應該在從 2 到 84 和 -84 到 -2 的子載波的平均能量的 +/- 4 dB 內，並且子載波 100 處的能量應該在從子載波 2 到 84 和 -84 到 -2 平均能量的 + 4 / -6 dB 內。在計算平均能量（下圖中的藍色虛線）時不包括外部子載波能量，因為發射濾波器可能在頻帶邊緣具有較高的衰減，造成  $E_{i, avg}$  等值不公平地偏差。

802.11ax 頻譜平坦度測量使用 BPSK 調製的 OFDM 子載波進行。測試信號應至少包含 20 個 PPDU，每個 PPDU 包含至少 16 個數據符元。在測試和平均時應忽略未佔用的子載波。此外，在此測試中不應使用資源單元功率提升和波束成形。

4dB

$E_{i, avg}$  ...  $E_{i, avg}$  = Average energy of subcarriers -B to B (excluding null subcarriers between -A and A)



Channel Size	A	B	C	D	Subcarriers used to determine $E_{i, avg}$
20 MHz	2	84	85	122	2 to 84 & -2 to -84
40 MHz	3	168	169	244	3 to 168 & -3 to -168
80 MHz	3	344	345	500	3 to 344 & -3 to -384

對於 80 + 80 MHz 傳輸，每個區段需要滿足 80 MHz 頻譜平坦度要求。在 160MHz 頻寬傳輸的情況下，使用子載波 -696 至 -515, -509 至 -166, 166 至 509 和 515 至 696 來決定平均能量。另外，這些子載波能量被要求落在平均能量的 +/- 4 dB 內。子載波 -1012 至 -697, -165 至 -12, 12 至 165 和 697 至 1012 需要在平均能量的 + 4 / -6dB 內。（見下圖）

4dB

$E_{i, avg}$  ...  $E_{i, avg}$  = Average energy of subcarriers -696 to -515, -509 to -166, 166 to 509, & 515 to 696



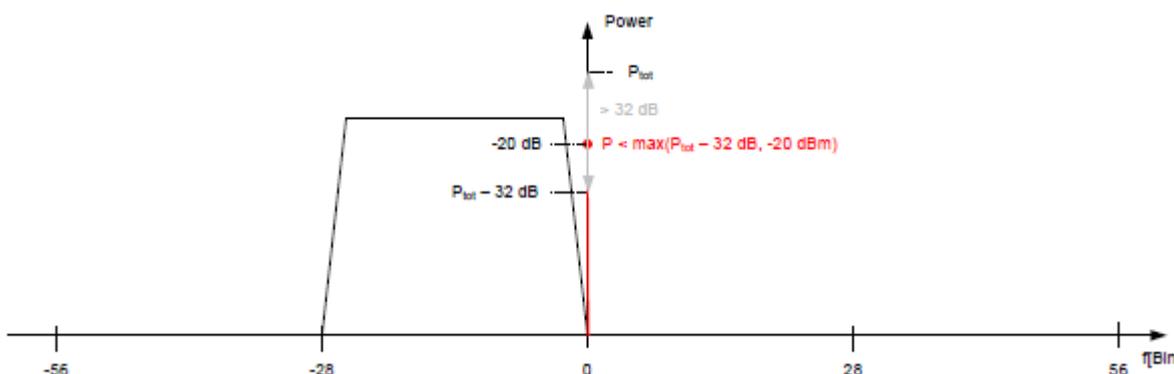
### 5.1.3 發射機調變準確度

兩種測量方式被用於驗證調變準確度：發射機本地振盪器洩漏和誤差相量幅度 (EVM)。

### 5.1.3.1 發射機本地震盪器洩漏

此測項量測出現在射頻本地震盪器頻率上的洩漏能量。這項測量是必須的，因為根據所使用的接收機類型，在這個頻率上的功率洩漏太多可能導致解調器性能變差。此外，如果功率水平過高，接收機可能會錯誤觸發信號。

對於 11ax，規範要求使用解析頻寬 78.125 kHz 在 RF 本地振盪的位置測量功率，測量的功率不應超過 -20 dBm 或每個天線的發射功率(dBm) 減去 32 dB 的較大值。下圖列出了這個規範的一個例子。



使用 78.125 KHz RBW ( 解析頻寬 ) 測量中心頻率洩漏。

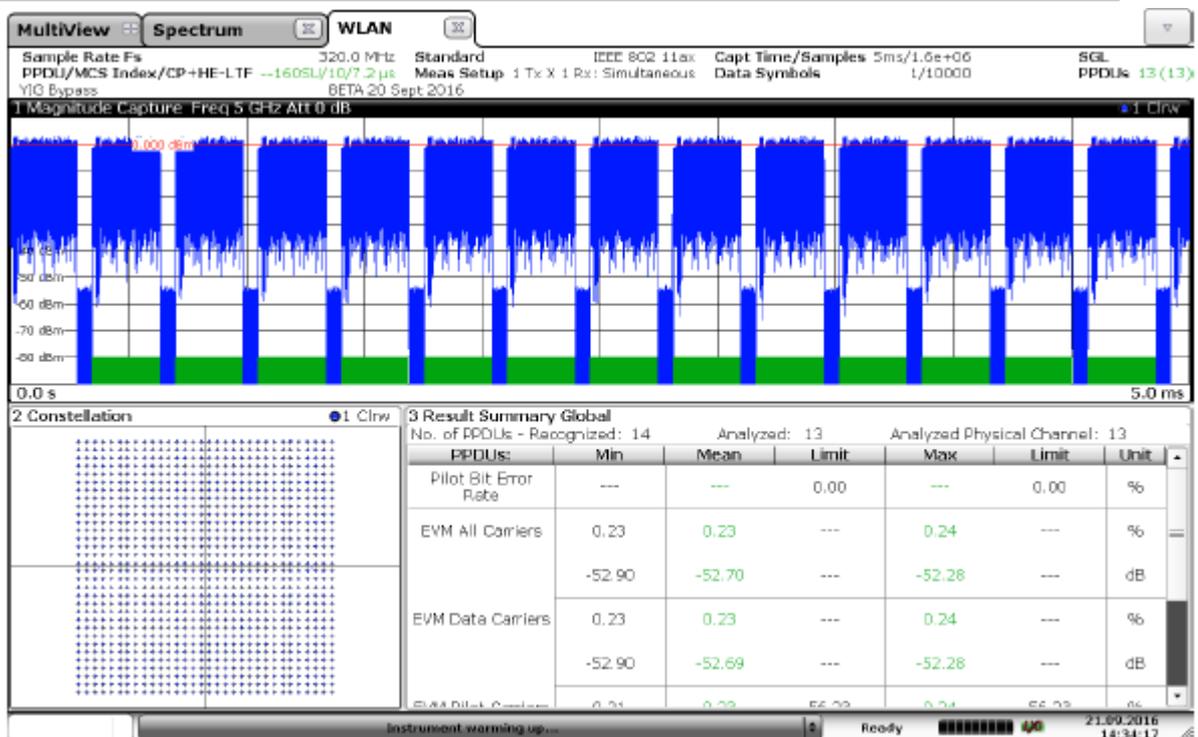
### 5.1.3.1 誤差相量幅度 (EVM)

誤差相量幅度 (EVM) 對於 HE\_SU\_PPDU, HE\_EXT\_PPDU 和 HE\_MU\_PPDU 對於 MCS 0 至 9 的要求與 11ac 中規範的相同。對於新的 MCS 10 和 11, EVM 要求為 -35 dB。下表總結了所有 MCS 級別對 EVM 的要求。用於此測量的測試設備應具有至少多於 10 dB 以下的 EVM 規格。這意味著對於 1024 QAM 情況，分析儀應該能夠測量低於 -45 dB。圖 5-6 顯示了 R & S FSW 對於 160 MHz 1024 QAM WLAN 信號實現 -52 dB EVM 的螢幕截圖。

對於 OFDMA, EVM 將依據每個資源單元計算，並且限制取決於 MCS。在下行鏈路中，EVM 要求見下表。對於上行鏈路 OFDMA, STA 將在 HE\_Trig\_PPDU 中僅傳送一個資源單元。因此，EVM 測試有兩個部分。首先是測量傳輸的資源單元的 EVM, 該限制將基於 MCS, 儘管這些限制的確切值尚未確定。第二部分是資源單元外部未佔用子載波的 EVM 測量。這基本上是衡量未佔用子載波上的功率傳輸量，因為這種不需要的功率會貢獻分配的資源單元中的干擾。未佔用子載波 EVM 將平均 26 個子載波 ( 2 MHz ) 以避免頻率選擇性變化。對於所有未使用的子載波，仍會有 EVM 限制仍將被確定，並且將與 RU 大小無關。



MCS	Modulation	Coding Rate	EVM (dB)
0	BPSK	1/2	-5
1	QPSK	1/2	-10
2	QPSK	3/4	-13
3	16-QAM	1/2	-16
4	16-QAM	3/4	-19
5	64-QAM	2/3	-22
6	64-QAM	3/4	-25
7	64-QAM	5/6	-27
8	256-QAM	3/4	-30
9	256-QAM	5/6	-32
10	1024-QAM	3/4	-35
11	1024-QAM	5/6	-35



計算 EVM 的程序與 802.11ac 非常相似。該測試使用至少 20 個 PPDU 執行，並且至少 16 個包含隨機資料的數據符元。測試結果通過對於子載波，頻率段，HE PPDU 和空間串流進行平均來確定。信號不應該使用 STBC (即空間串流數量應等於時空串流的數量)。11ax EVM 計算使用估計的頻率偏移和取樣偏移漂移的補償完成。這與僅對頻率偏移進行補償的 802.11ac 不同，但這對於符元時間要長得多的 11ax 相當重要。更長的符元時間會導致更大的時序漂移，時序誤差則會導致載波間干擾 (Inter Carrier Interference, ICI) 。 [11]

## 5.2 HE 接收器需求

802.11ax 草案修正案尚未包含特定的接收機測試要求或限制。然而，與此同時，假設它們將基於 11ac 測試規範可能會是安全的。有關如何產生 802.11ac 接收機測試信號的資



訊，請參閱“[生成 WLAN 802.11ac 信號](#)”應用文件。除了有關如何為 802.11ac 生成測試信號的資訊之外，它還涵蓋了接收機測試的其他重要功能，例如為生成的信號添加衰落 (Fading) 和缺陷 (Imperfections) 等。



### 5.3 HE\_Trig PPDU 規格

802.11ax 為 HE\_Trig PPDU 增加了許多新的要求。由於上行 OFDMA 和下行 MU-MIMO 依靠用戶裝置的傳輸精確度和同步進行有效操作，因此需要這些規範。

#### 5.3.1 傳送功率精確度與 RSSI

發射功率和 RSSI 測量的不準確性可能會導致上行多用戶傳輸過程中的過度干擾。下表提供了 HE\_Trig PPDU 的功率和 RSSI 要求。請注意，根據設備類別有不同的要求。由於高性能設備 (A 類) 將得到很好的校準，它們應該能夠滿足更嚴格的要求。低成本設備 (B 類) 可能無法校準，因此適合較為寬鬆的要求。[5]

RSSI 是在傳統前導碼上測量以滿足 RSSI 準確度要求。在 2.4 GHz 頻段，這一要求適用於 -82 dBm 至 -20 dBm 範圍內的接收信號，和 5 GHz 頻段能量範圍 -82 至 -30 dBm 的接收信號。

Parameter	11ax Minimum Requirements		Comments
	Class A devices	Class B devices	
Absolute transmit power accuracy	+/- 3dB	+/- 9 dB	Accuracy of achieving a specified transmit power level
Relative transmit power accuracy	Not applicable	+/-3 dB	Accuracy of the change of transmit power in consecutive UL MU transmissions
RSSI measurement accuracy	+/-3 dB	+/- 5 dB	Difference between the actual RSSI and the measured RSSI Requirements are valid from minimum RX to maximum RX input power

由於 B 類設備具有寬鬆的絕對發射功率精確度規格，所以增加了對它們的額外要求：相對發射精度，它連續測量上行多用戶傳輸中發射功率變化的準確度。[5] 目前的要求是 B 類裝置支援 +/- 3 dB 的相對精度

#### 5.3.2 載波頻率偏差(CFO)錯誤與時序漂移

載波頻率偏移誤差會造成用戶之間的干擾。因此，802.11ax 要求用戶裝置進行相對於觸發訊框頻率執行載波頻率偏移校正，以減少在上行多用戶傳輸期間 AP 上的贅餘載波頻率偏移數量。對於載波頻率偏移要求，載波頻率偏移誤差統計數據測量在 CCDF 曲線的 10% 點處，誤差必須小於 350 Hz。測量主要是在 20 MHz 頻寬上以接收功率 -60 dBm 進行的。載波頻率偏移在 HE\_Trig PPDU 中的 HE-SIG-A 欄位之後進行測量。

為了使 AP 解碼來自多個用戶的封包，當 AP 接收它們時需要同步上行 OFDMA 和多用戶 MIMO 傳輸。用戶從 AP 接收信息觸發上行傳輸後，將會在指定的時間傳輸 HE\_Trig PPDU。此時間的準確度要求為 +/- 0.4µs，相對於 AP 發送觸發上行傳輸的訊框後。

### 參考資料

[1] IEEE 802, IEEE P802.11ax/D0.4, 2016.



- [2] IEEE 802, "802.11 PROJECT AUTHORIZATIONS (PARs)," 1 April 2014. [Online]. Available: <http://www.ieee802.org/11/PARs/P802.11ax.pdf>. [Accessed 26 June 2016].
- [3] IEEE 802, "IEEE 802.11 Documents," 11 November 2013. [Online]. Available: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/13/11-13-1443-00-0hew-liaison-from-wi-fi-alliance-on-hew-use-cases.ppt>. [Accessed 26 June 2016].
- [4] R. Porat and et al, "IEEE 802.11 Documents," 12 January 2015. [Online]. Available: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/15/11-15-0099-04-00ax-payload-symbol-size-for-11ax.pptx>.
- [5] A. Bharadwaj, "IEEE 802.11 Documents," 18 January 2016. [Online]. Available: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/16/11-16-0053-00-00ax-requirements-for-ul-mu-transmissions.pptx>.
- [6] H. Zhang, "IEEE 802.11 Documents," 12 September 2015. [Online]. Available: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/15/11-15-0810-01-00ax-he-phy-padding-and-packet-extension.pptx>.
- [7] L. Yang and et. al., "IEEE802.11 Documents," July 13 2015. [Online]. Available: [https://mentor.ieee.org/802.11/documents?is\\_dcn=819](https://mentor.ieee.org/802.11/documents?is_dcn=819).
- [8] S. Azizi, J. Choi and et.al., "IEEE 802.11 Documents," 13 May 2015. [Online]. Available: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/15/11-15-0330-05-00ax-ofdma-numerology-and-structure.pptx>.
- [9] R. Porat and et al, "IEEE802.11 Documents," 13 July 2015. [Online]. Available: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/15/11-15-0873-00-00ax-sig-b-encoding-structure.pptx>.
- [10] K. Josiam, "IEEE 802.11 Documents," May 2016. [Online]. Available: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/16/11-16-0928-02-00ax-cr-on-section-26-3-9-8-he-sig-b.docx>.
- [11] D. Lee, "IEEE802.11 Documents," 12 September 2016. [Online]. Available: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/16/11-16-1190-01-00ax-tx-quality-requirements.pptx>.