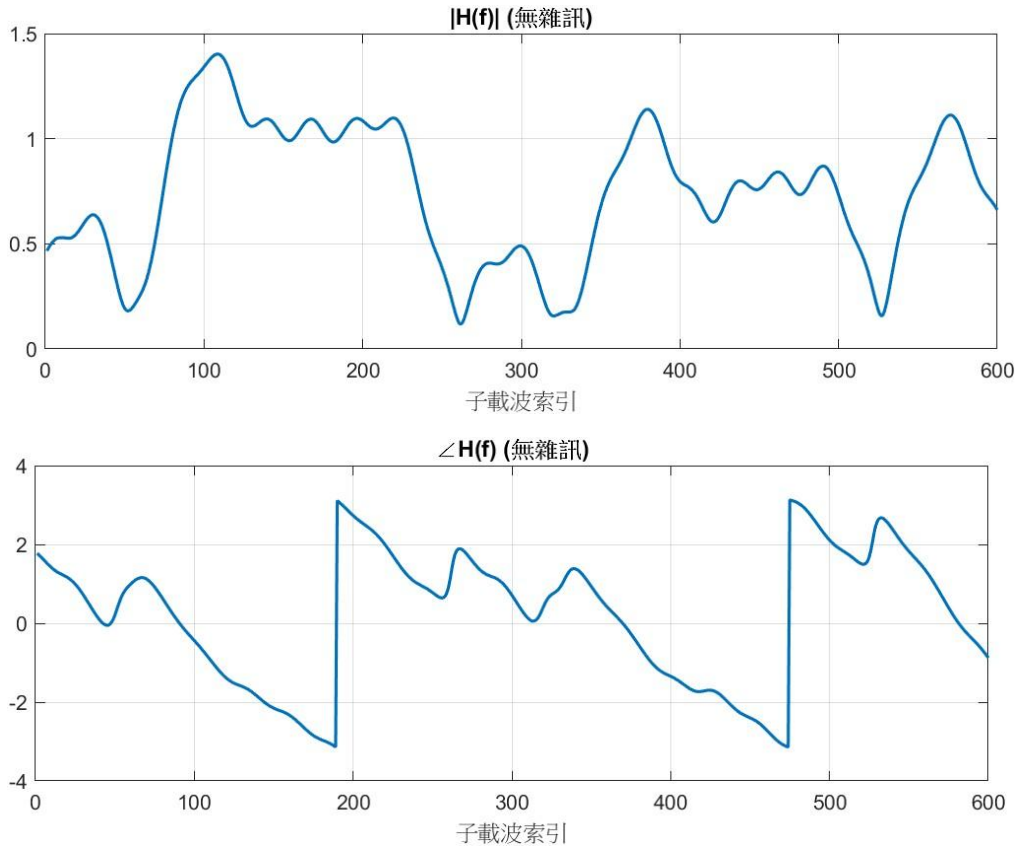


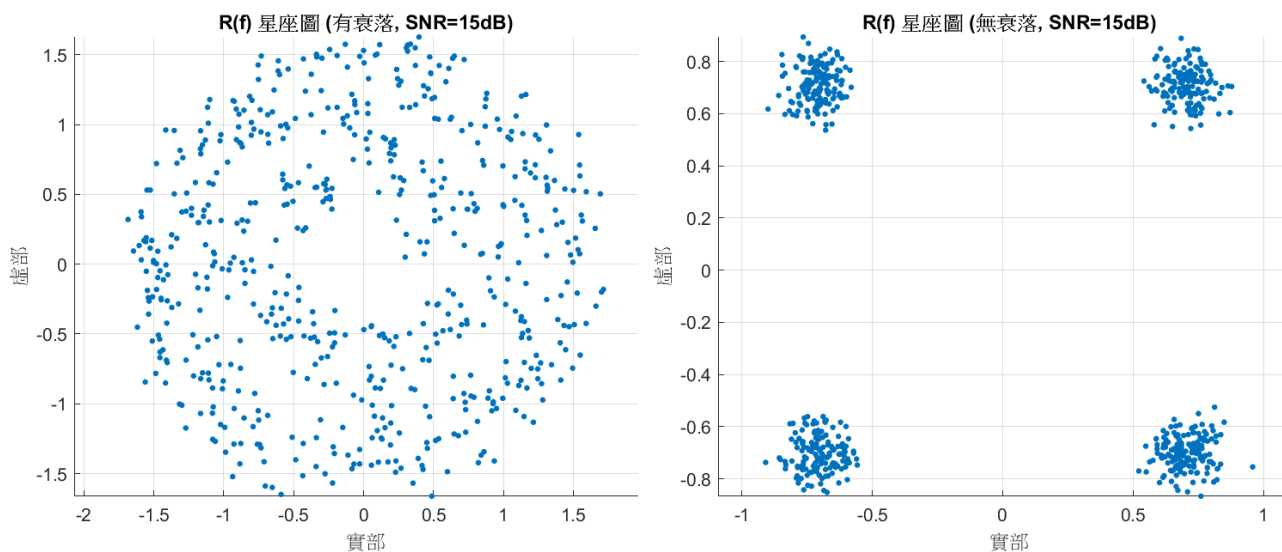
# Homework 5

1. 把 $|H(f)|$ 及 $\angle H(f)$  分別畫出來 (橫軸為 0 到 599 的載波號碼) 。觀察  $H(f)$  的變化。



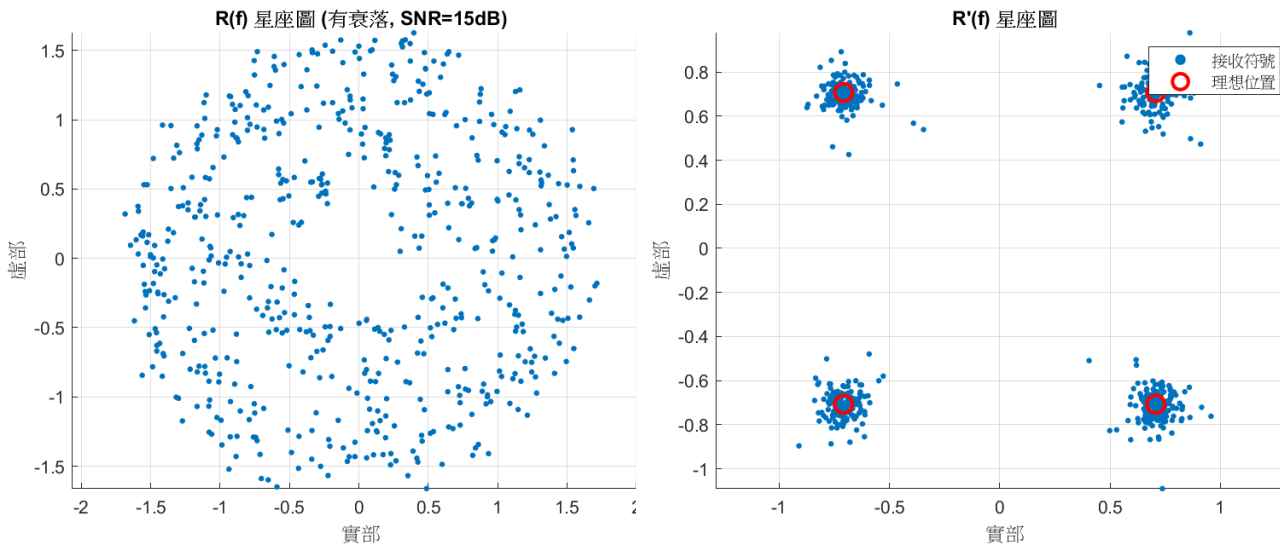
$ H(f) $	$\angle H(f)$	說明
峰區 (增益高、變化緩)	相位曲線平順、近線性	能量集中 群時延穩定
谷區 (增益低、近零)	相位急折、 $2\pi$ 跳變	干涉相消→能量趨零
中等起伏 (多峰/多谷)	相位斜率交錯、局部抖動	多徑組合不同，時延差造成斜率改變
因信號受多路徑效應影響， $ H(f) $ 可能形成選擇性衰落，同時相位會受到影響，產生偏移，對應到 $\angle H(f)$ 圖，會看到 $\angle H(f)$ 波型出現轉折，不像線性，而 $\angle H(f)$ 呈現線性下降時，代表主要路徑與反射路徑的時間差固定。		

2. 將  $u'[m]$  儲存下來的  $u'[m]$  經過 AWGN noise 方塊 (SNR 可自訂) 後執行後半段。將  $R(f)$  打點在複數平面上。同樣的系統去掉 fading 再將  $R(f)$  打點在複數平面上。請問這兩個圖形的不同。(SNR 為多少請註明)



- 有 fading, SNR = 15 dB :  
多徑效應產生幅度波動和相位旋轉，訊號分佈成環狀或雲狀  
QPSK 訊號偏離理想位置，形成模糊的群集。
- 無 fading, SNR = 15 dB :  
僅受雜訊影響，訊號均勻分佈在理想位置周圍  
QPSK 訊號集中在四個象限，擴散程度由 SNR 決定 (SNR 越大越集中)
- 差異：  
有 Fading (衰落) 會導致訊號位置偏移與擴散，所以圖形中訊號分布是環狀且不集中的；No-Fading 的訊號在星座圖分布均勻且集中在 QPSK 四個象限的理想位置。

3. 將第 2 題的  $R(f)$  (有 fading)除以第 1 題的  $H(f)$  即  $R'(f) = \frac{R(f)}{H(f)}$  (注意這裡只需要計算  $S(f) \neq 0$  的 600 個載波)。然後將  $R'(f)$  打點在複數平面上。請問畫出的圖與第 2 題的(有 fading)的  $R(f)$ 圖有何不同。



	$R(f)$ 星座圖	$R'(f)$ 星座圖
公式	$R(f) = S(f) \cdot H(f) + N(f)$	$R'(f) = \frac{R(f)}{H(f)} = S(f) + \frac{N(f)}{H(f)}$
差異	訊號分布鬆散	訊號分布集中在 QPSK 四個象限的理想位置
說明	$S(f)$ 信號經選擇性衰落 $H(f)$ ，各子載波經歷不同程度增益與相位扭曲，再加上雜訊 $N(f)$	對 $R(f)$ 進行等化補償，等同將信道效應 $H(f)$ 反轉（頻域均衡），原本因衰落造成的增益不一致，且相位偏移被校正，留下的主要是雜訊 $\frac{N(f)}{H(f)}$
結論	$R(f)$ 星座圖嚴重扭曲，訊號分布不集中；經等化後 $R'(f)$ 星座圖回復整齊，顯示等化成功還原信號。	