

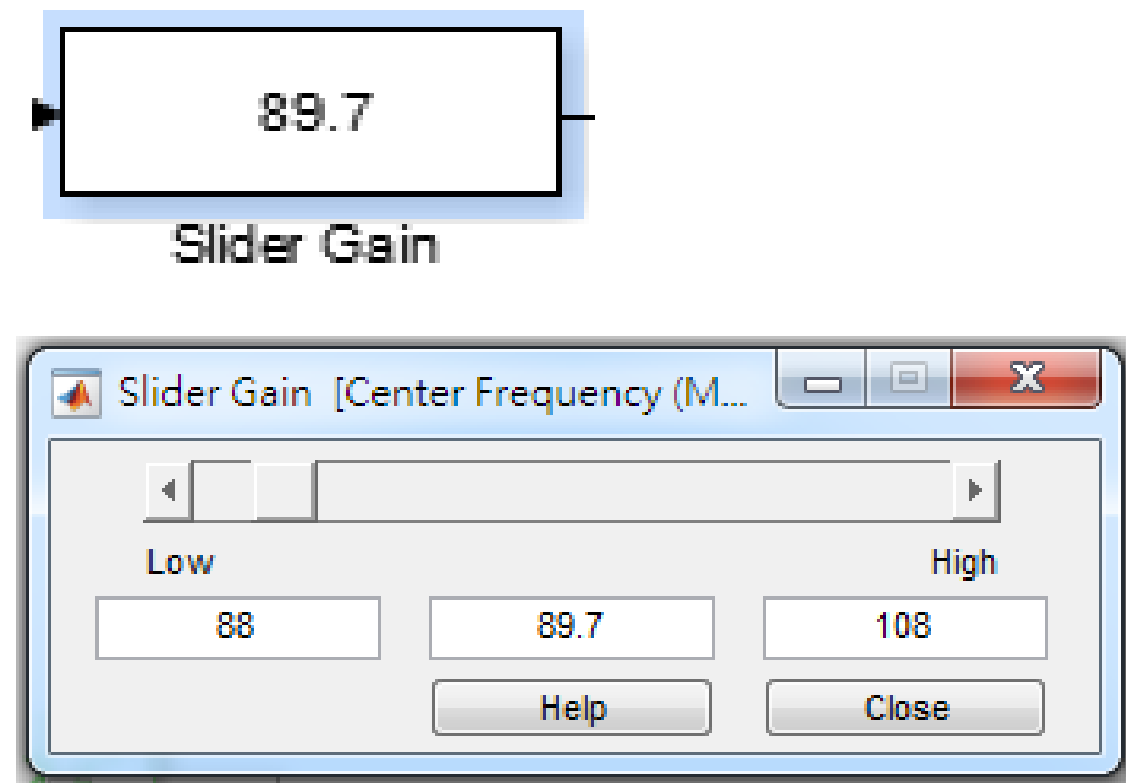
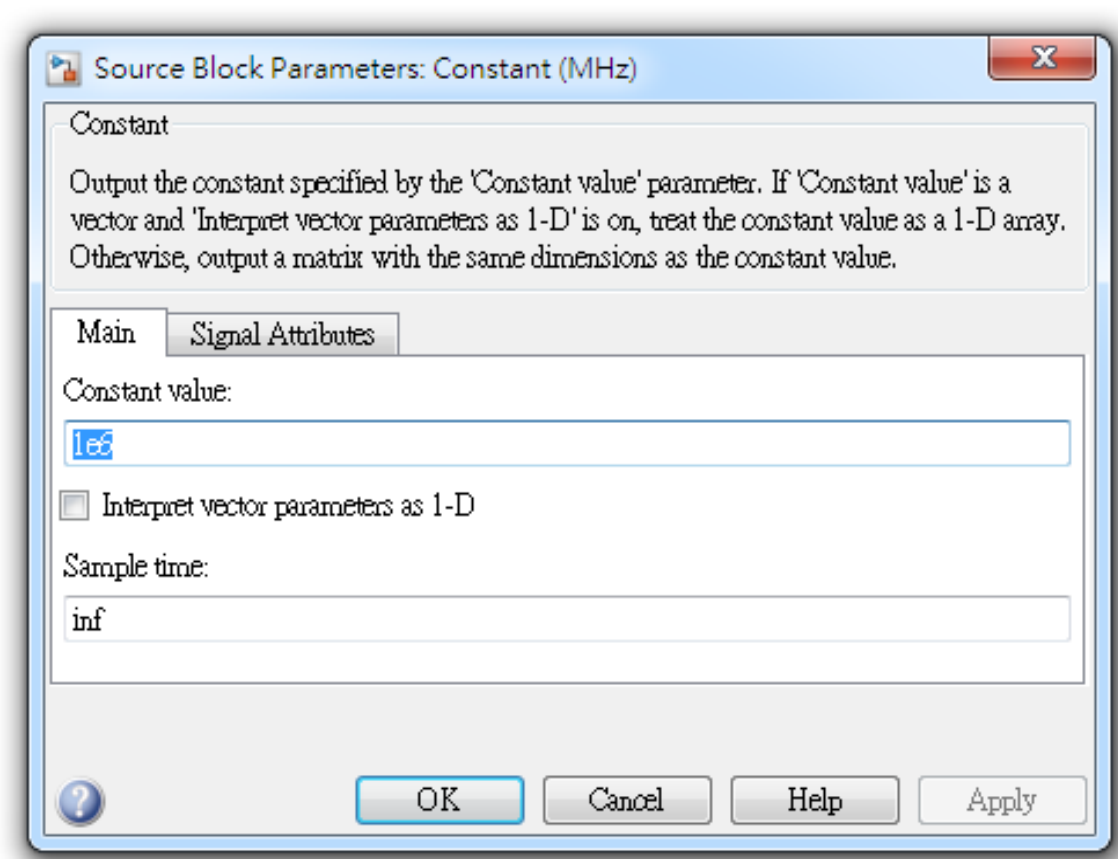
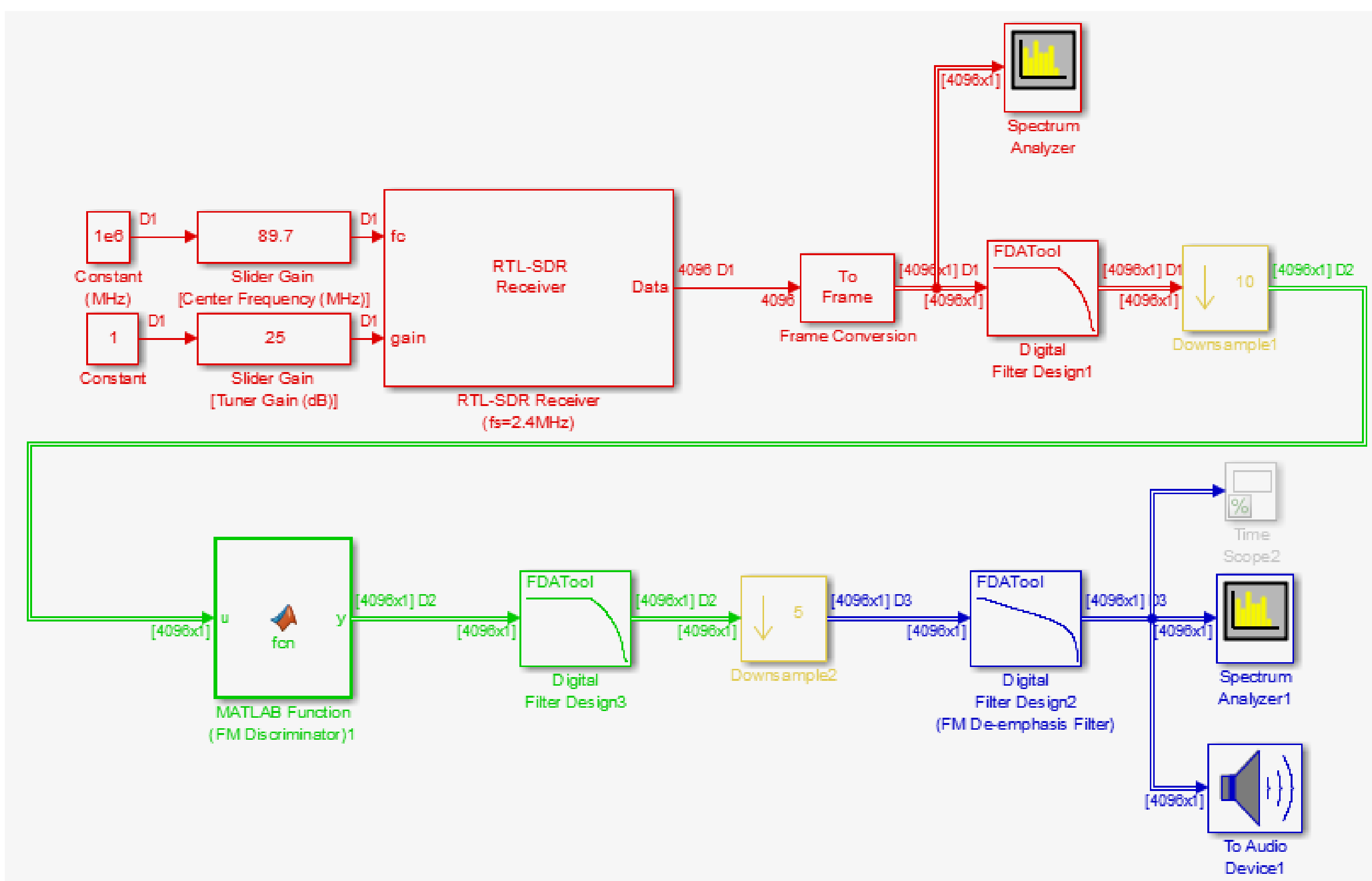
軟體無線電調頻廣播接收機 (FM Broadcast Receiver Using Software Defined Radio)

指導教授：劉鴻裕 博士

學生：白蕙瑜、王珮琄

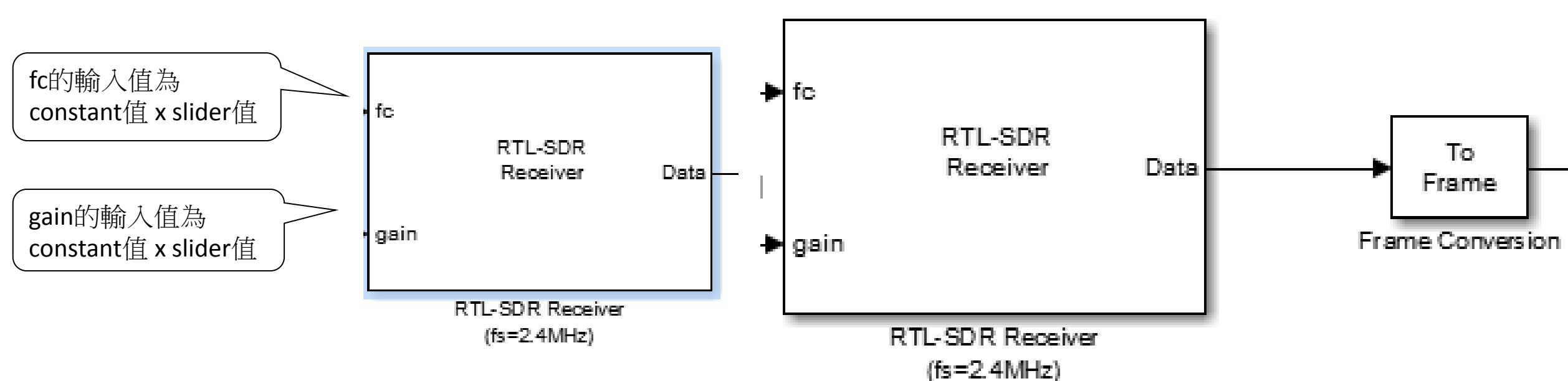
輔仁大學 電機工程學系 大學部專題生

數位訊號傳送原理



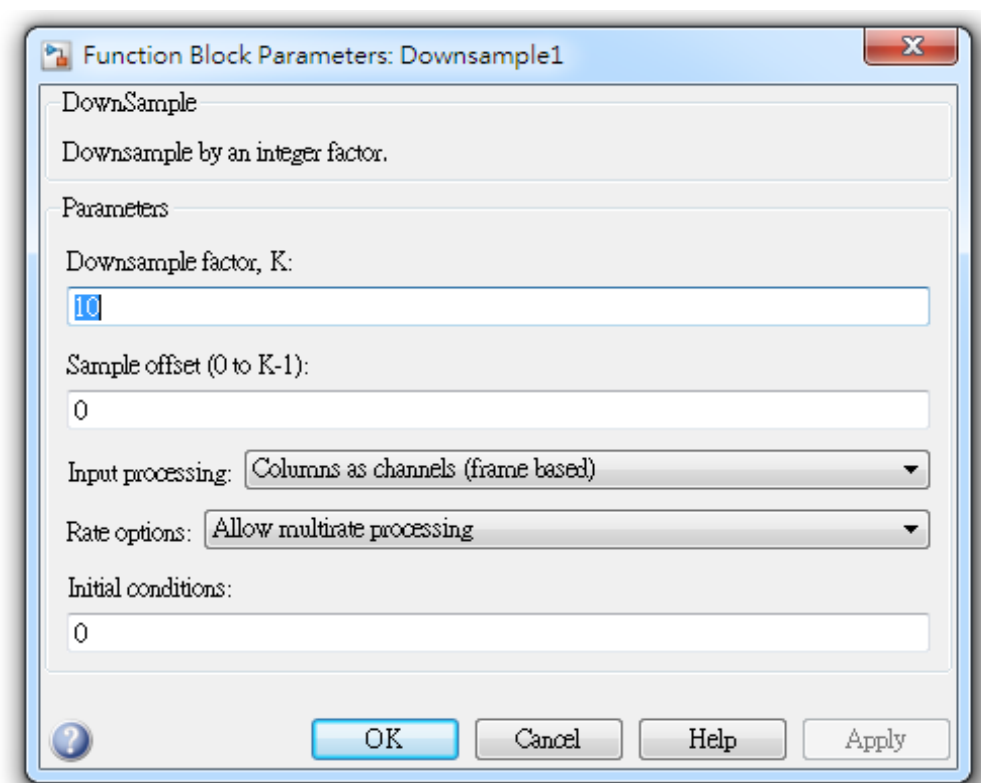
constant：控制訊號放大倍數，代表著輸入訊號放大 倍。

slider gain：訊號接收的上限和下限

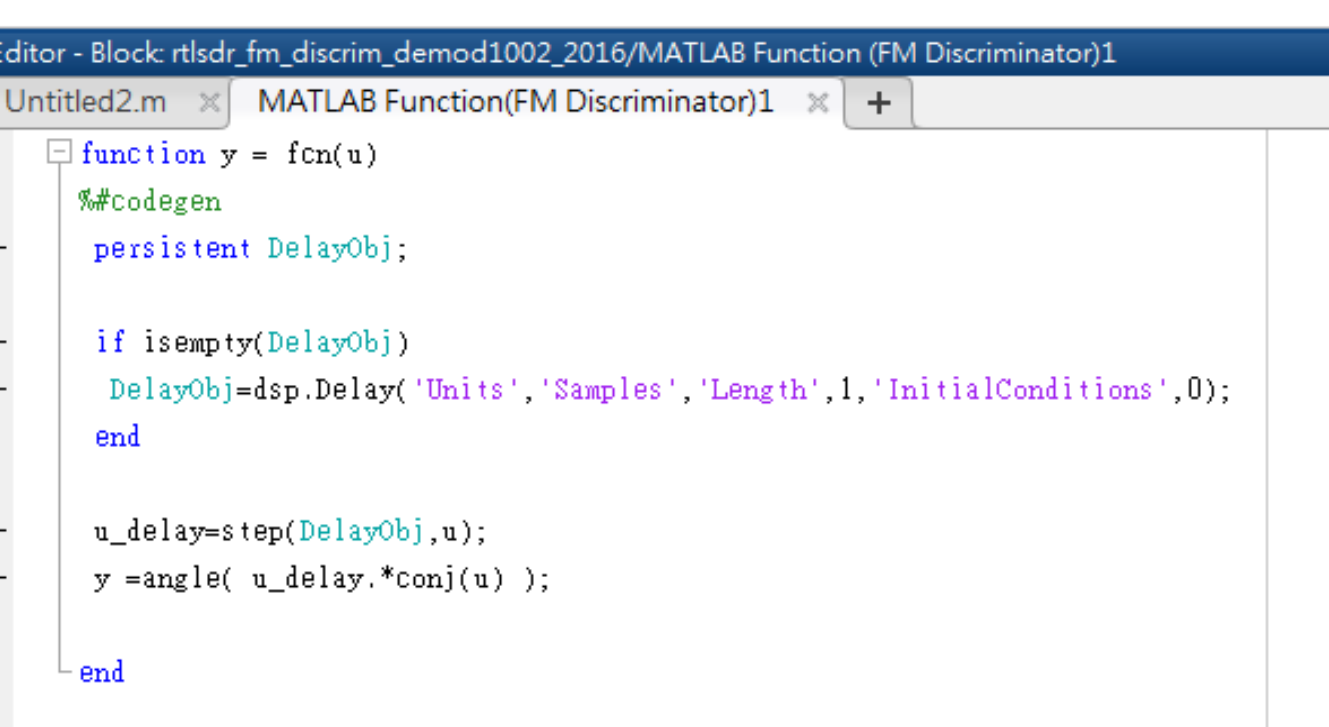


RTL-SDR Receiver

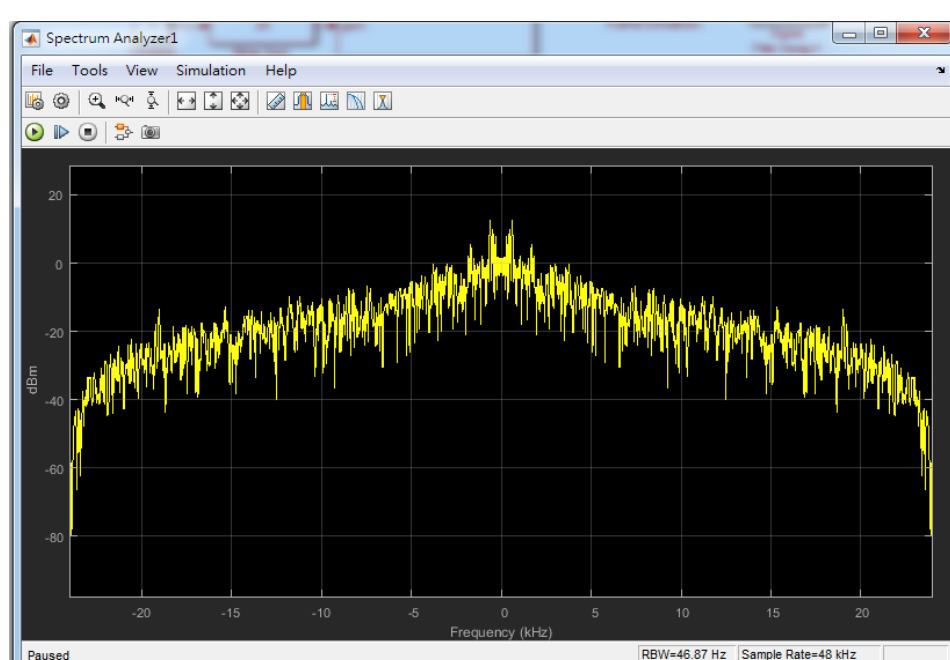
Frame Conversion：訊號單位的轉換。4096筆資料轉換為1Frame，此步驟之後以Frame為基本單位執行。



Downsample1：當資料累積到一個Frame的資料量時，每10筆資料只留一筆繼續執行。頻率變為原本的，從2.4MHz變成240KHz。

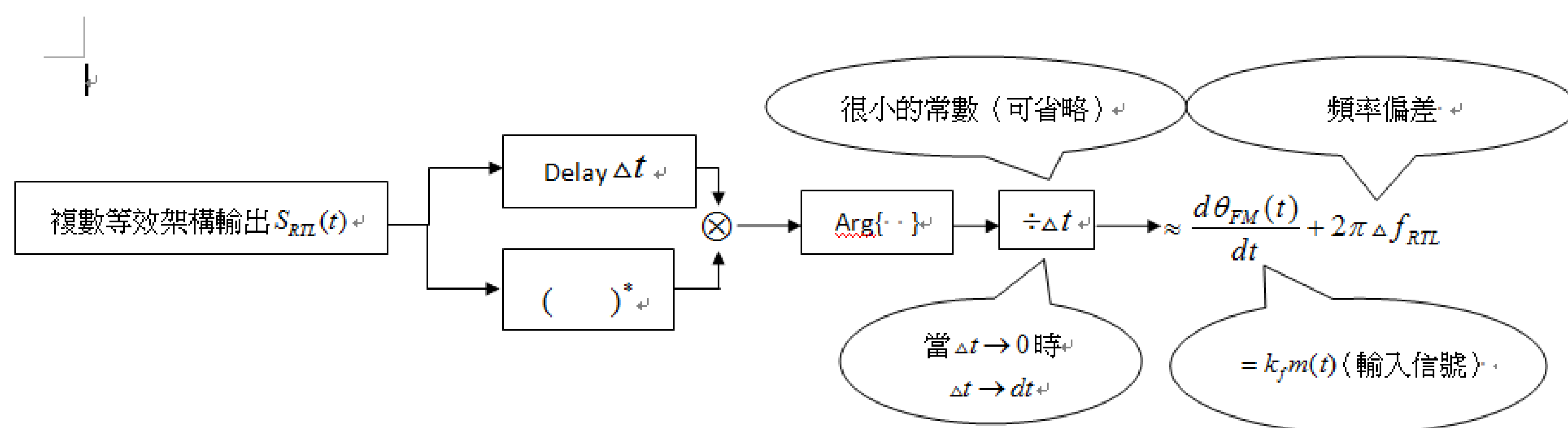


fun內的程式：將輸入的訊號Delay和共軛之後，做內積並且取角度。



此波形為「左聲道加右聲道」的輸出結果，由於前面的步驟使用了低通濾波器，所以將此圖兩邊「左聲道減右聲道」的部分砍掉了，若之後改用立體聲的方式，可以更加深入的討論。

類比訊號傳送原理



FM 輸出(Frequency modulator output)：
angle modulation: $x_c(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + \phi(t)]$

振幅偏差: $\theta_f(t) = 2\pi f_c t + \phi(t)$

頻率偏差: $f_f(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\theta_f}{dt} = f_c + \frac{1}{2\pi} \frac{d\phi}{dt}$

相位偏差: $\phi(t) = k_f \int_{-\infty}^t m(\alpha) d\alpha + \phi_0$

此振幅、相位、時間都是線性的

① differentiator：對時間作微分

$$\phi(t) = -A_c \left(2\pi f_c + \frac{d\phi}{dt} \right) \sin[2\pi f_c t + \phi(t)]$$

② envelope detector：將 $\phi(t)$ 的微分取出，其餘用直流調降的方式消掉

$$y(t) = A_c \left(2\pi f_c + \frac{d\phi}{dt} \right)$$

載波的頻率偏差和調整信號成正比: $\frac{d\phi}{dt} = k_f m(t)$

整合後可知 FM 輸出(Frequency modulator output)為 $x_c(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + 2\pi f_c \int_{-\infty}^t m(\alpha) d\alpha]$

$$S_{RTL}(t) = A_c e^{j[\theta_{FM}(t) - 2\pi f_{RTL} t - \alpha \theta_{RTL}]}$$

$$\Rightarrow \textcircled{1} \text{ Delay } \Delta t: S_{RTL}(t - \Delta t) = A_c e^{j[\theta_{FM}(t - \Delta t) - 2\pi f_{RTL}(t - \Delta t) - \alpha \theta_{RTL}]}$$

$$\Rightarrow \textcircled{2} ()^*: S_{RTL}^*(t) = A_c e^{-j[\theta_{FM}(t) - 2\pi f_{RTL} t - \alpha \theta_{RTL}]}$$

$$S_{RTL}(t - \Delta t) \otimes S_{RTL}^*(t) = A_c^2 e^{j[\theta_{FM}(t - \Delta t) - \theta_{FM}(t) + 2\pi \Delta f_{RTL} \Delta t]}$$

$$\textcircled{3} \text{ Arg}\{S_{RTL}(t - \Delta t) \otimes S_{RTL}^*(t)\} = \theta_{FM}(t - \Delta t) - \theta_{FM}(t) + 2\pi \Delta f_{RTL} \Delta t$$

$$\textcircled{4} \frac{\text{Arg}\{S_{RTL}(t - \Delta t) \otimes S_{RTL}^*(t)\}}{\Delta t} = \frac{\theta_{FM}(t - \Delta t) - \theta_{FM}(t)}{\Delta t} + 2\pi \Delta f_{RTL}$$

$$\approx -\frac{d\theta_{FM}(t)}{dt} + 2\pi \Delta f_{RTL}$$

CONCLUSION

- 產品優點：低成本、體積小、多功能的接收器，只需知道頻率的範圍，即可更改軟體的內容，接收各種訊號將以處理。
- 進階研究：可將FM接收機延伸至立體聲測試，將左聲道與右聲道的頻率訊號透過低通濾波器分開，進行更深入的研究
- 未來展望：通訊技術進步很快，硬體設備不斷更新，導致成本過高，若只需要更新軟體，則可省下龐大的硬體成本。目前的實驗只使用單一FM的訊號，經過此次實驗後，可以把FM訊號透過接收機，延伸至立體聲測試，將左聲道的頻率和右聲道的頻率透過低通濾波器，將其分開加以研究，讓我們對於訊號傳送與接收的過程，有更完整的認知。



2016 輔仁大學電機工程學系
大學部專題成果展

