

# 16位元立體聲音頻數位類比轉換器(DAC) 耳機放大器(Headphone driver) 具有音量控制

## 特性

- 工作電壓: 2.7V ~ 6.5V。
- 音量控制範圍: 6dB ~ -39dB, 1.5dB/階。
- 低功率消耗, 17mW (3.3V)。
- 靜音功能。
- 無開關機爆音。
- 無交越失真(Crossover distortion)。
- 輸入格式: Right justified (16位元) 與 I<sup>2</sup>S。
- 串列控制介面: I<sup>2</sup>C
- 可經由外部電阻調節輸出電壓。
- 優異的電源漣波拒斥比(PSRR)。
- 外部零件少。
- 封裝種類有: SSOP16、QFN16。

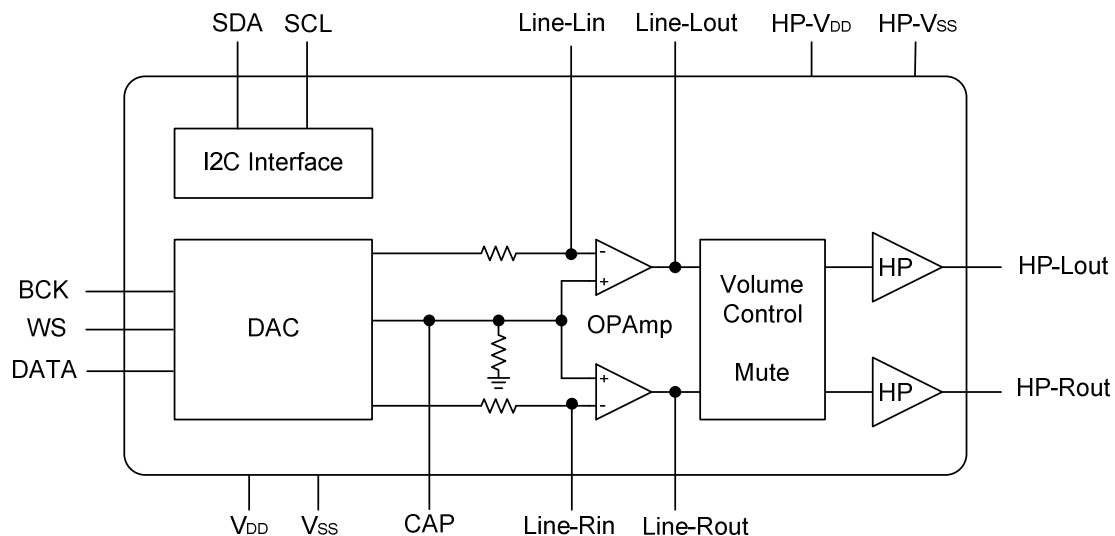
## 產品應用

- 多媒體系統
- MP3, PDA, 可攜式數位產品。

## 描述

MS6335是一顆AB類16位元電壓輸出數位類比轉換器，具有立體聲耳機驅動能力與音量控制 (+6dB ~ -39dB) 與靜音功能。MS6335為CMOS製程具有良好的電源漣波拒斥比(PSRR)，極低的功率消耗。封裝尺寸小，容易應用。精確穩定的電流量，結合極好的對稱解碼方式，保證重現出高品質的音頻訊號，這些優異的性能，適合應用於可攜式數位音頻裝置。

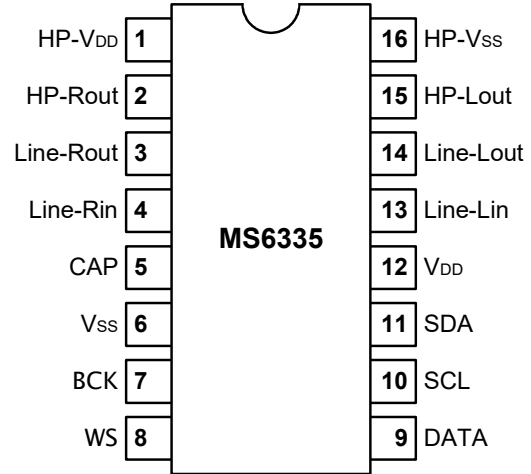
## 方塊圖



## 腳位配置

### MS6335

符號	腳位	描述
HP-V <sub>DD</sub>	1	耳機放大器供給電源
HP-Rout	2	右聲道耳機輸出
Line-Rout	3	右聲道線輸出 (Line out)
Line-Rin	4	右聲道線輸入 (Line in)
CAP	5	參考電壓 (1/2 V <sub>DD</sub> )
V <sub>SS</sub>	6	接地
BCK	7	數位音頻時脈輸入端
WS	8	數位音頻字元選擇輸入端
DATA	9	數位音頻資料輸入端
SCL	10	I <sup>2</sup> C 時脈輸入
SDA	11	I <sup>2</sup> C 控制資料輸入
V <sub>DD</sub>	12	供給電壓
Line-Lin	13	左聲道線輸入 (Line in)
Line-Lout	14	左聲道線輸出 (Line out)
HP-Lout	15	左聲道耳機輸出
HP-V <sub>SS</sub>	16	耳機接地

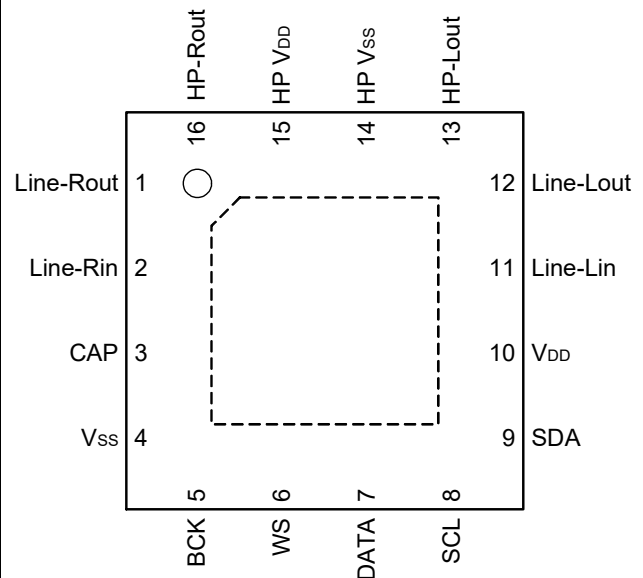


SSOP16, I<sup>2</sup>C interface

註：MS6335 SSOP I<sup>2</sup>C 控制介面位址碼為8CH (10001100B)。

### MS6335

Symbol	Pin	Description
Line-Rout	1	右聲道線輸出 (Line out)
Line-Rin	2	右聲道線輸入 (Line in)
CAP	3	參考電壓 (1/2 V <sub>DD</sub> )
V <sub>SS</sub>	4	接地
BCK	5	數位音頻時脈輸入端
WS	6	數位音頻字元選擇輸入端
DATA	7	數位音頻資料輸入端
SCL	8	I <sup>2</sup> C 時脈輸入
SDA	9	I <sup>2</sup> C 控制資料輸入
V <sub>DD</sub>	10	供給電壓
Line-Lin	11	左聲道線輸入 (Line in)
Line-Lout	12	左聲道線輸出 (Line out)
HP-Lout	13	左聲道耳機輸出
HP-V <sub>SS</sub>	14	耳機接地
HP-V <sub>DD</sub>	15	耳機放大器供給電源
HP-Rout	16	右聲道耳機輸出



QFN16, I<sup>2</sup>C interface

註：MS6335 QFN I<sup>2</sup>C 控制介面位址碼為88H (10001000B)。

## 訂購資訊

封裝形式	產品編號	封裝正印	運送包裝
16-Pin SSOP (lead free)	MS6335GTR	MS6335G	2.5k Units Tape and Reel
16-Pin SSOP (lead free)	MS6335GU	MS6335G	100 Units Tube
16-Pin QFN (lead free)	MS6335QTR	6335	5k Units Tape and Reel

遵循RoHS規範

## 最大容許規格

符號	參數	額定值	單位
VDD	工作電壓	6.5	V
V <sub>ESD</sub>	抗靜電處理	-3000 to 3000	V
T <sub>STG</sub>	儲存溫度	-65 to 150	°C
T <sub>A</sub>	工作環境溫度	-40 to 85	°C
T <sub>J</sub>	最大接合溫度	150	°C
T <sub>S</sub>	焊接溫度 (10秒)	260	°C
R <sub>THJA</sub>	接面熱阻 (介質：空氣) SSOP16 QFN16	210 120	°C/W

## 3.3V 電氣特性

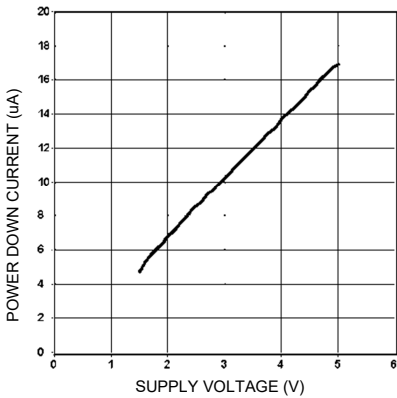
(Ta=25°C, V<sub>DD</sub>=3.3V, V<sub>SS</sub>=0V, f=1kHz, R<sub>L</sub>=32Ω)

符號	參數	測試條件	最小值	額定值	最大值	單位
<b>直流特性</b>						
V <sub>CAP</sub>	參考電壓		1.60	1.65	1.70	V
V <sub>DC</sub>	直流輸出準位		1.60	1.65	1.70	V
V <sub>FS</sub>	滿刻度輸出電壓	V <sub>FS</sub> =0.02* R <sub>F</sub> *V <sub>DD</sub>	V <sub>FS</sub> -10%	V <sub>FS</sub>	V <sub>FS</sub> +10%	V
I <sub>Q</sub>	靜態電流	Audio code 0000H	-	5.4	-	mA
I <sub>PD</sub>	待機電流		-	11	-	uA
PSRR	電源漣波拒斥比	CAP=2.2uF (100Hz)	58	63		dB
		CAP=10uF (100Hz)	67	72		dB
CS	通道隔離		76	82	-	dB
ATT	靜音衰減		100	110	-	dB
A <sub>GA</sub>	音量控制範圍	最大增益	-	6	-	dB
		最大衰減	-	-39	-	dB
A <sub>STEP</sub>	音量控制解析度		-	1.5	-	dB
E <sub>GA</sub>	音量控制誤差		-	0.3	-	dB
<b>交流特性</b>						
Res	解析度		-	-	16	bits
THD+N	總諧波失真		-	-65	-60	dB
			-	0.056	0.1	%
S/N	信號雜訊比		86	92	-	dB
P <sub>o</sub>	最大輸出功率	(THD+N)/S < 0.1%	-	20	-	mW
V <sub>o</sub>	最大輸出電壓振幅	(THD+N)/S < 0.1%	-	1.6	-	V <sub>pp</sub>
<b>I<sup>2</sup>C 匯流排輸入</b>						
V <sub>IH</sub>	輸入高準位		-	-	0.7V <sub>DD</sub>	V
V <sub>IL</sub>	輸入低準位		0.3V <sub>DD</sub>	-	-	V

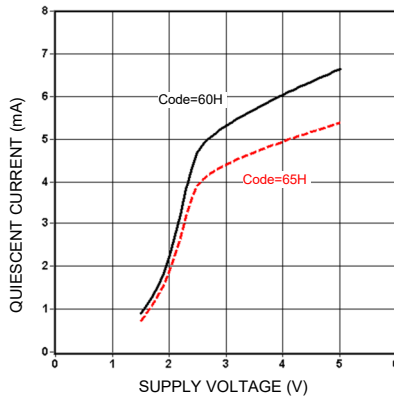
註：R<sub>F</sub> = 回授電阻

## 典型的特性曲線圖

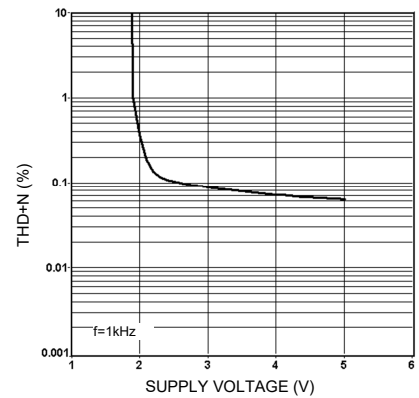
( $T_a=25^{\circ}\text{C}$ ,  $R_L=32\Omega$ ,  $R_F=22\text{k}$ , sampling rate=4fs)



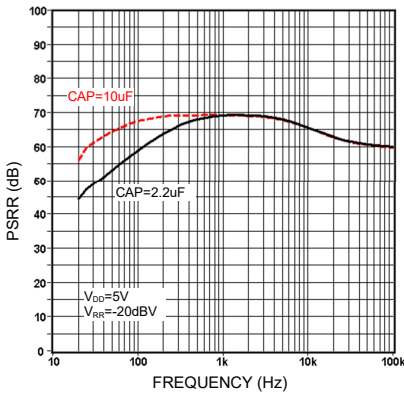
待機電流 vs. 供給電壓



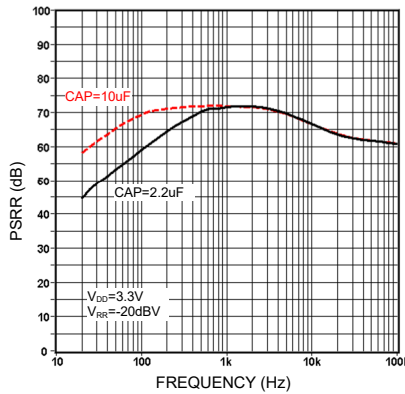
靜態電流 vs. 供給電壓



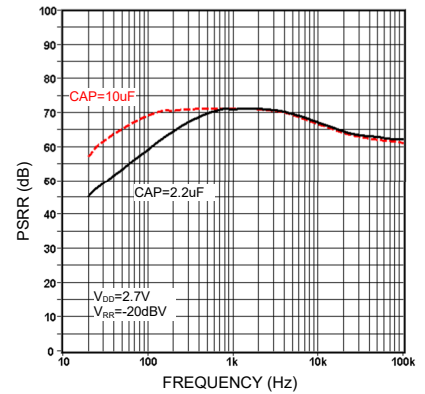
總諧波失真 vs. 供給電壓



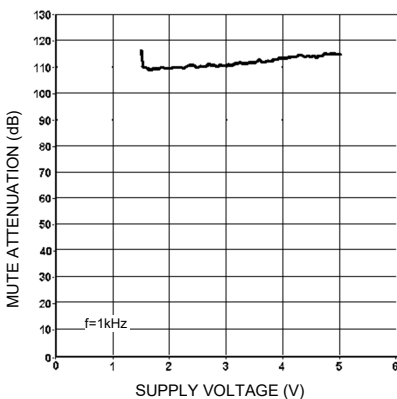
電源濾波拒斥比 (5V) vs. 頻率



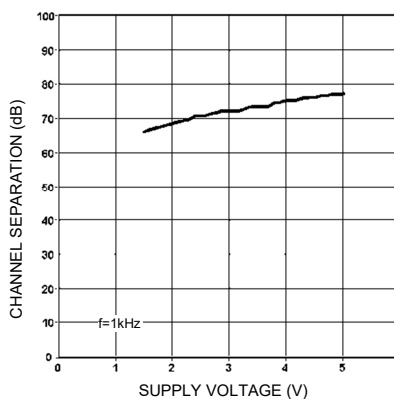
電源濾波拒斥比 (3.3V) vs. 頻率



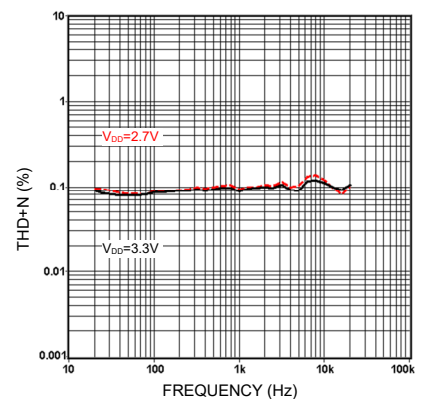
電源濾波拒斥比 (2.7V) vs. 頻率



靜音衰減 vs. 供給電壓



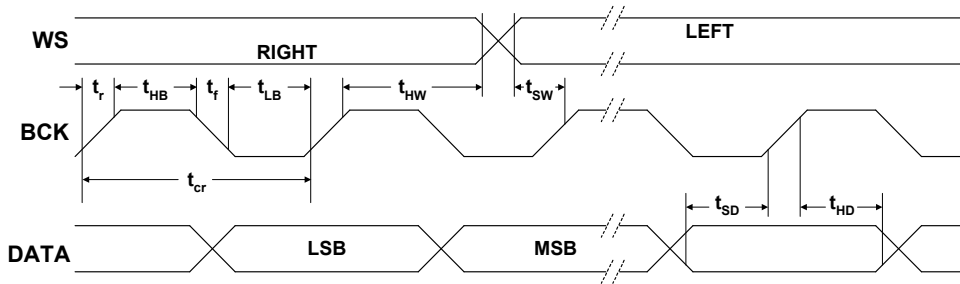
通道隔離度 vs. 供給電壓



總諧波失真 vs. 頻率

## 時序與輸入格式

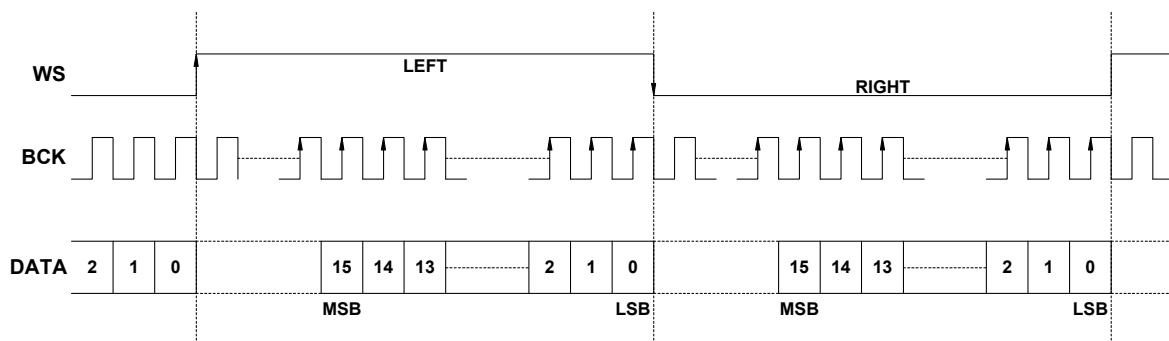
MS6335為16位元的串列輸入格式。左聲道與右聲道採分時多工。輸入格式與時序如圖一、圖二與圖三所示。



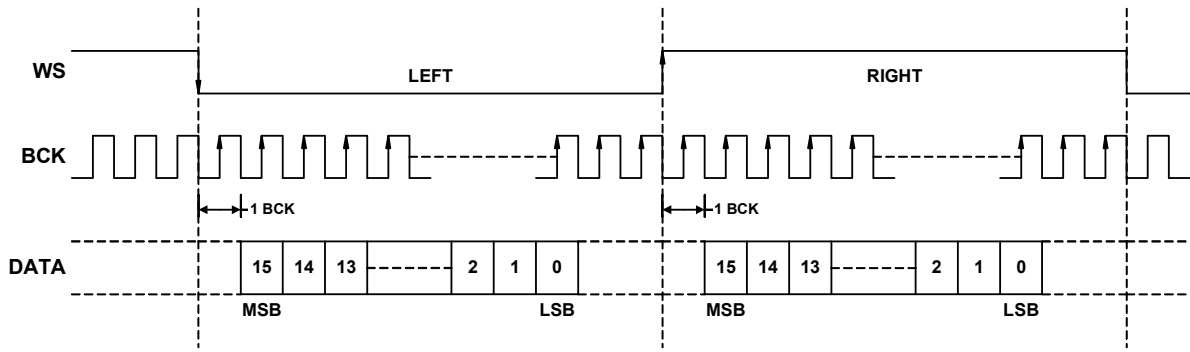
圖一、輸入信號時序圖

### 資料格式 (BCK, WS, DATA)

符號	參數	測試條件	最小值	標準值	最大值	單位
VIL	輸入低電壓準位		-	-	0.3VDD	V
VIH	輸入高電壓準位		0.7VDD	-	-	V
IIL	輸入洩漏電流 LOW		-	-	10	μA
IIH	輸入洩漏電流 HIGH		-	-	10	μA
f <sub>BCK</sub>	輸入時脈頻率		-	-	18.4	MHz
BR	輸入資料位元		-	-	18.4	Mbits/s
f <sub>WS</sub>	輸入字元選擇		-	-	384	kHz
t <sub>r</sub>	上升時間		-	-	12	ns
t <sub>f</sub>	下降時間		-	-	12	ns
t <sub>cr</sub>	位元週期		54	-	-	ns
t <sub>HB</sub>	高準位時間		15	-	-	ns
t <sub>LB</sub>	低準位時間		15	-	-	ns
t <sub>SD</sub>	資料準備時間		12	-	-	ns
t <sub>HD</sub>	資料位元保持時間		2	-	-	ns
t <sub>HW</sub>	字元選擇保持時間		2	-	-	ns
t <sub>SW</sub>	字元選擇準備時間		12	-	-	ns



圖二、輸入信號格式 (Right justified)

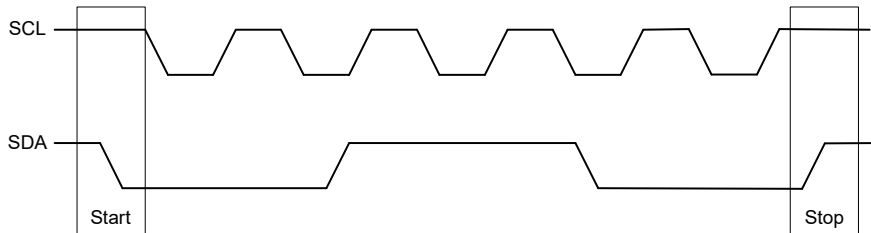


圖三、輸入信號格式 (I<sup>2</sup>S)

### I<sup>2</sup>C匯流排描述

#### 開始與結束條件

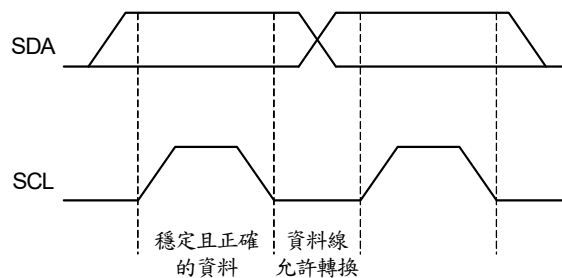
當SCL設定在高準位且SDA由”高準位”轉變為”低準位”時；則表示序列”開始”，而當SCL在高準位且SDA由低準位上升到高準位時；則序列結束。請參考下列時序圖。



SCL：串列時序輸入線，SDA：串列資料輸入線

#### 資料確認 (Data Validity)

當CLK (SCL) 訊號在”高準位”時，資料線 (SDA) 上的資料才會被視為正確且穩定的資料。而只有當CLK訊號在”低準位”時，資料線才可做高、低準位的切換。請參閱下圖：

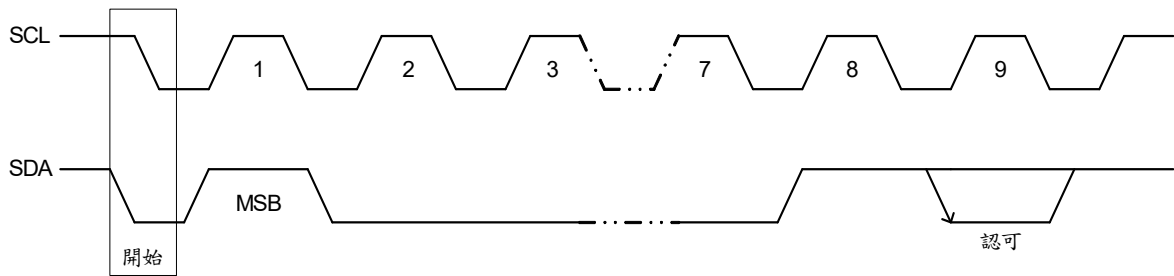


#### 位元組格式 (Byte Format)

每一個傳輸到資料線的位元組(byte)有八個位元(bit)，每一位元組後面需有一”認可”位元，且以最大符號位元(MSB)為首的方式傳送出去。

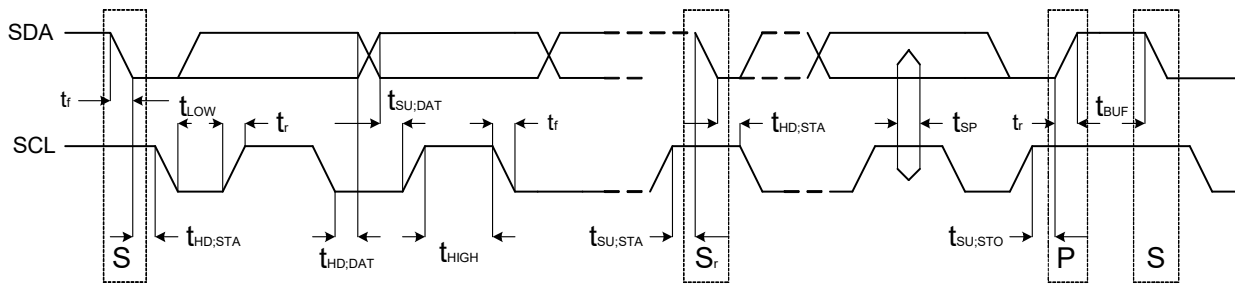
## 認可信號 (Acknowledge)

在第九個時脈時主體(微處理機)先將SDA設定為電阻性的高準位，若週邊設備認可此信號，則SDA將會被週邊設備拉至低準位，使SDA在此時脈中保持一穩定的低準位狀態。請參閱下圖：



這個已被定址的設備在收到每一位元組(BYTE)後，即產生一“認可”的動作；否則在第九個時脈(CLOCK)的時間內SDA將會一直保持著高準位狀態。

## SDA與SCL時序圖



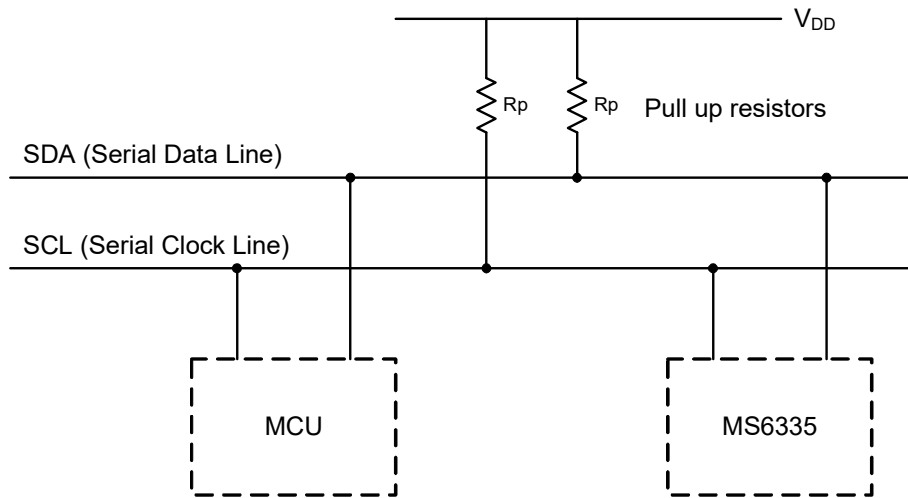
## 標準模式

符號	參數	最小值	最大值	單位
$f_{SCL}$	SCL 時脈頻率	0	100	kHz
$t_{HD:STA}$	開始狀態保持時間之後將產生第一個脈波	4.0	-	us
$t_{LOW}$	SCL的低準位時間週期	4.7	-	us
$t_{HIGH}$	SCL的高準位時間週期	4.0	-	us
$t_{SU:STA}$	重新送一開始狀態前的準備時間	4.7	-	us
$t_{HD:DAT}$	I <sup>2</sup> C匯流排資料的資料鎖定時間	0	3.45	us
$t_{SU:DAT}$	資料準備時間	250	-	ns
$t_r$	SDA與SCL信號的上升時間	-	1000	ns
$t_f$	SDA與SCL信號的落下時間	-	300	ns
$t_{SU:STO}$	結束狀態的準備時間	4.0	-	us
$t_{BUF}$	開始與結束狀態間的自由時間	4.7	-	us
$C_b$	一個匯流排的電容負載	-	400	pF
$V_{nL}$	每連接一個裝置的低準位雜訊邊限(包含滯後現象)	$0.1V_{DD}$	-	V
$V_{nH}$	每連接一個裝置的高準位雜訊邊限(包含滯後現象)	$0.2V_{DD}$	-	V



## 匯流排介面

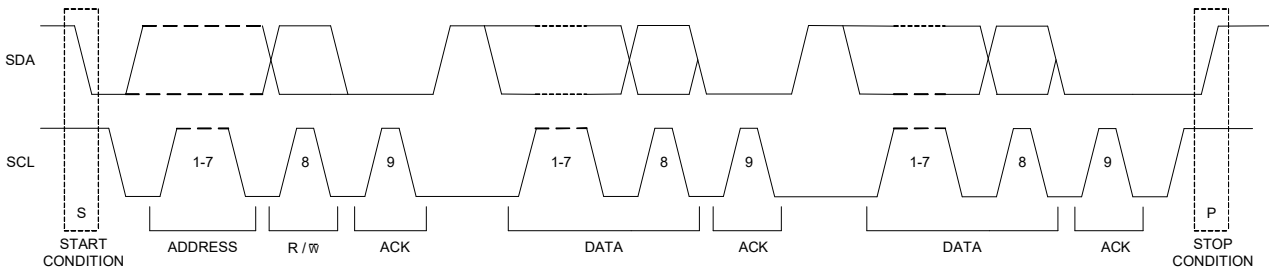
藉由SDA和SCL匯流排，可讓微處理機將資料傳輸到MS6335。因此，SDA和SCL便構成此序列匯流排介面。



## 介面協定 (Interface Protocol)

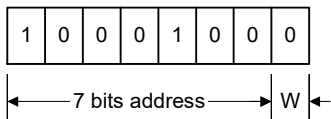
I<sup>2</sup>C傳輸格式由以下要素所組成：

- 起始位元。
- 晶片位址位元組，LSB為讀寫控制位元（MS6335只有寫入，因此此位元必須為0）。
- 認可位元（ACK）。
- 資料序列（N組 位元組+ACK）。
- 結束位元。



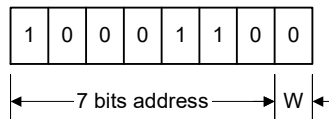
## I<sup>2</sup>C晶片位址

**88H**



MS6335 QFN16封裝。

**8CH**



MS6335 SSOP16封裝。

### 資料位元組描述

音量控制												
MSB					LSB			功能				
0	0	0	b4	b3	b2	b1	b0	兩聲道同時，1.5dB/階				
0	0	1						左聲道，1.5dB/階				
0	1	0						右聲道，1.5dB/階				
增益/衰減位元												
b4	b3	b2	b1	b0	增益/衰減量(dB)	b4	b3	b2	b1	b0	增益/衰減量(dB)	
0	0	0	0	0	靜音	1	0	0	0	0	-16.5	
0	0	0	0	1	-39	1	0	0	0	1	-15	
0	0	0	1	0	-37.5	1	0	0	1	0	-13.5	
0	0	0	1	1	-36	1	0	0	1	1	-12	
0	0	1	0	0	-34.5	1	0	1	0	0	-10.5	
0	0	1	0	1	-33	1	0	1	0	1	-9	
0	0	1	1	0	-31.5	1	0	1	1	0	-7.5	
0	0	1	1	1	-30	1	0	1	1	1	-6	
0	1	0	0	0	-28.5	1	1	0	0	0	-4.5	
0	1	0	0	1	-27	1	1	0	0	1	-3	
0	1	0	1	0	-25.5	1	1	0	1	0	-1.5	
0	1	0	1	1	-24	1	1	0	1	1	0	
0	1	1	0	0	-22.5	1	1	1	0	0	+1.5	
0	1	1	0	1	-21	1	1	1	0	1	+3	
0	1	1	1	0	-19.5	1	1	1	1	0	+4.5	
0	1	1	1	1	-18	1	1	1	1	1	+6	

預設狀態：靜音

待機模式												
MSB					LSB			功能				
0	1	1	b4	b3	b2	b1	b0	待機模式選擇				
待機位元												
b4=1，CAP電位下拉至地(CAPGD) b4=0，CAP電位提升至1/2V <sub>DD</sub> (CAPGD)												
b3=1，OPAMP待機功能 致能(OPAPD) b3=0，OPAMP待機功能 取消致能(OPAPD)												
b2=1，DAC待機功能 致能(DACPD) b2=0，DAC待機功能 取消致能(DACPD)												
b1=1，headphone待機功能 致能(HPPD) b1=0，headphone待機功能 取消致能(HPPD)												
b0=1，DAC 靜音功能 致能(DACM) b0=0，DAC 靜音功能 取消致能(DACM)												

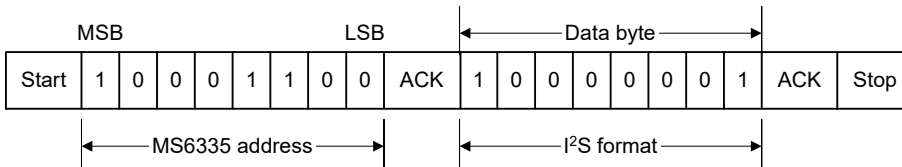
起始狀態：b0=b1=b2=b3=b4=1

音頻格式 (Audio format) 與關機 (power off)								
MSB						LSB		功能
1	0	0	0	0	0	b1	b0	音頻格式選擇與關機前置作業
音頻格式與關機位元								
b1=1, 關機前置作業功能 致能 b1=0, 關機前置作業功能 取消致能								
b0=1, I <sup>2</sup> S 音頻格式 b0=0, Right justified 音頻格式								

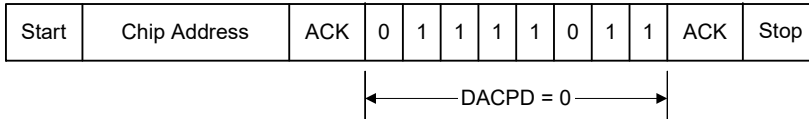
起始狀態：b0=b1=0.

## I<sup>2</sup>C 範例

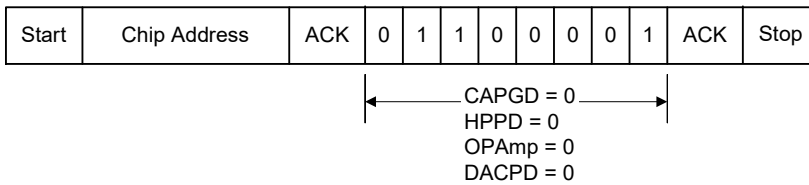
音頻格式選擇 I<sup>2</sup>S 格式。



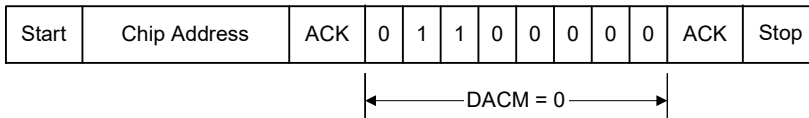
DAC 啟動。



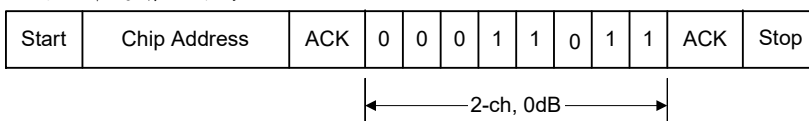
HP 致能，OPAm 致能，CAP 提升至 1/2 V<sub>DD</sub> (充電時間約 1 秒)，DAC 致能。



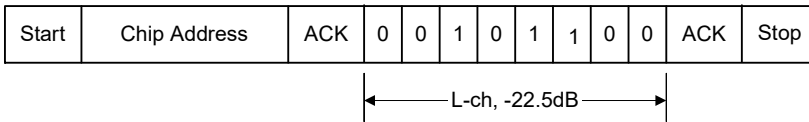
HP 致能，OPAm 致能，CAP 提升至 1/2 V<sub>DD</sub> (充電時間約 1 秒)，DAC 致能，DAC 解除靜音。



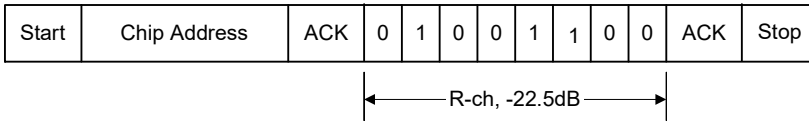
設定兩聲道增益皆為 0dB



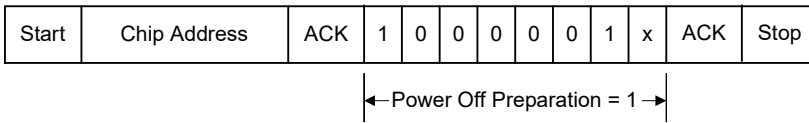
設定左聲道衰減 22.5dB。



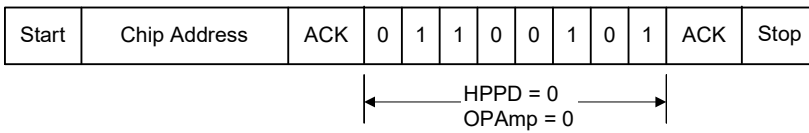
設定右聲道衰減 22.5dB。



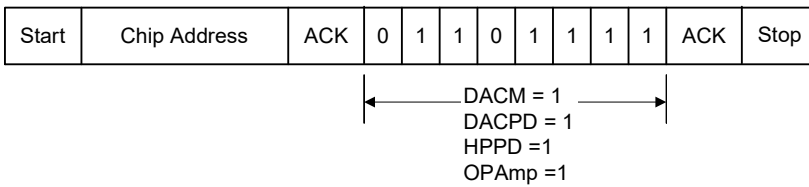
關機前置作業



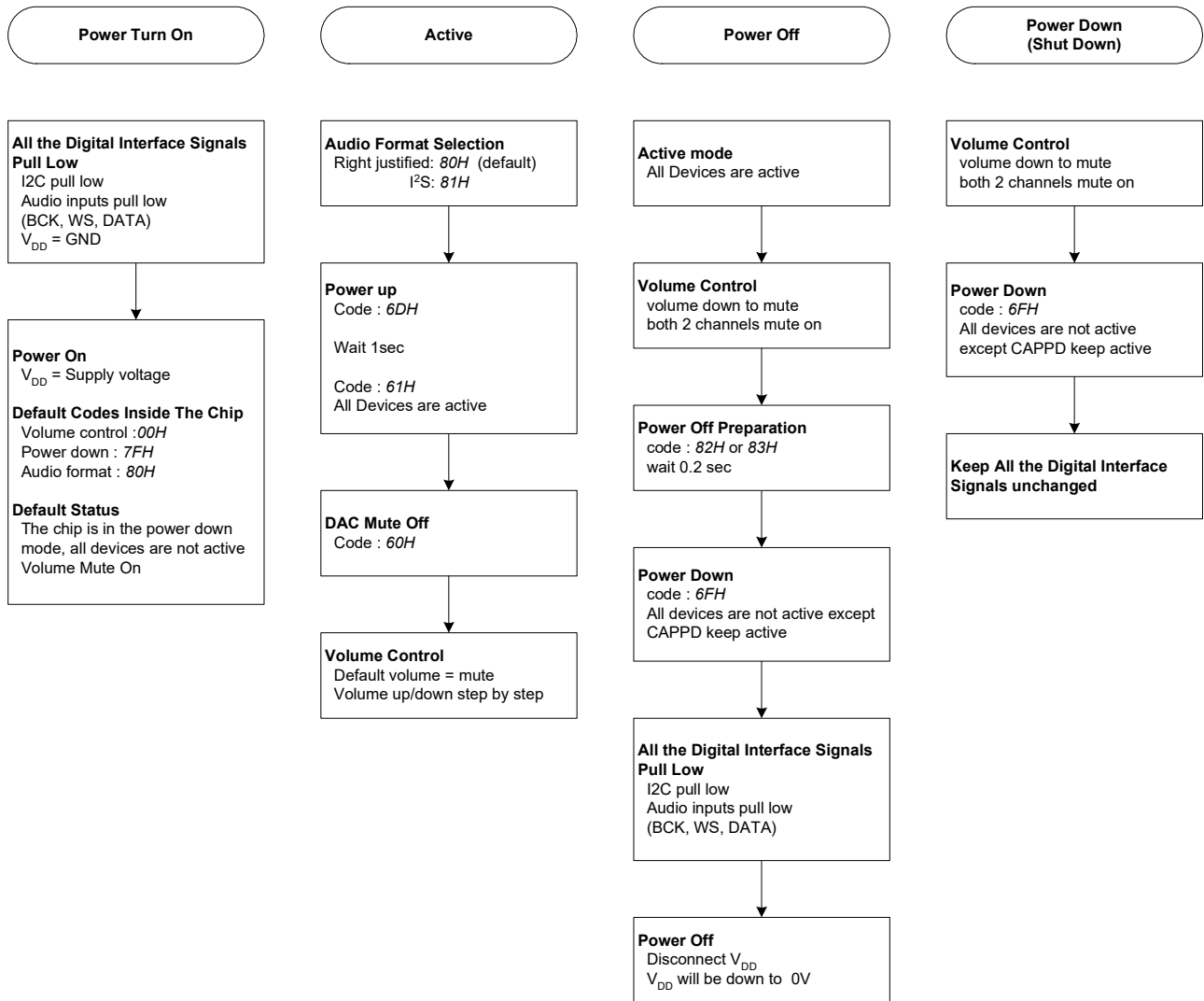
FM應用 (Line in)，OPAm致能，HP致能，DAC 取消致能，DAC 靜音取消。



待機模式



## 操作程序

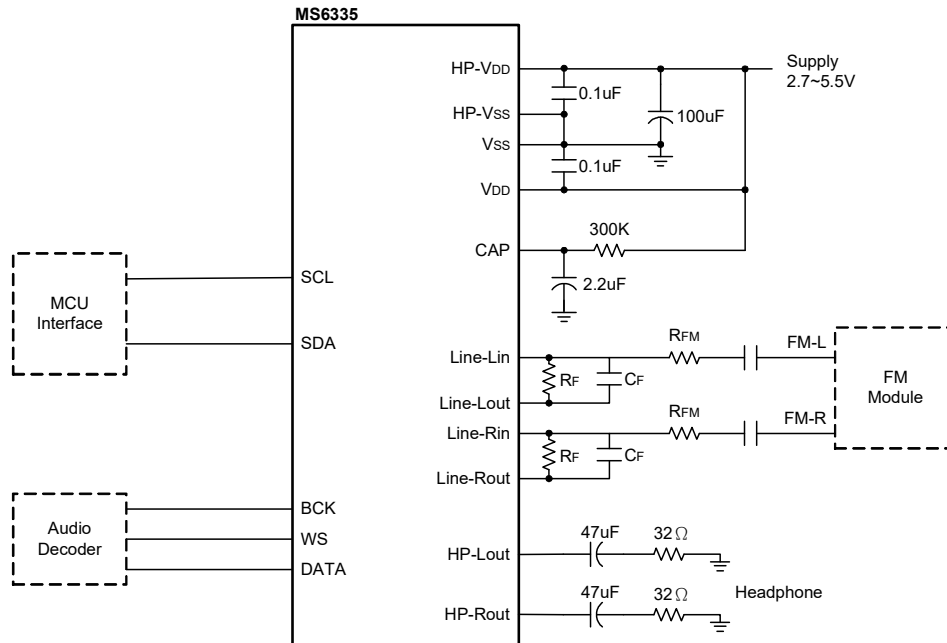


圖六、操作程序

## 應用資訊

### 具有LINE-IN功能之應用

類比與數位電源可以使用單電源

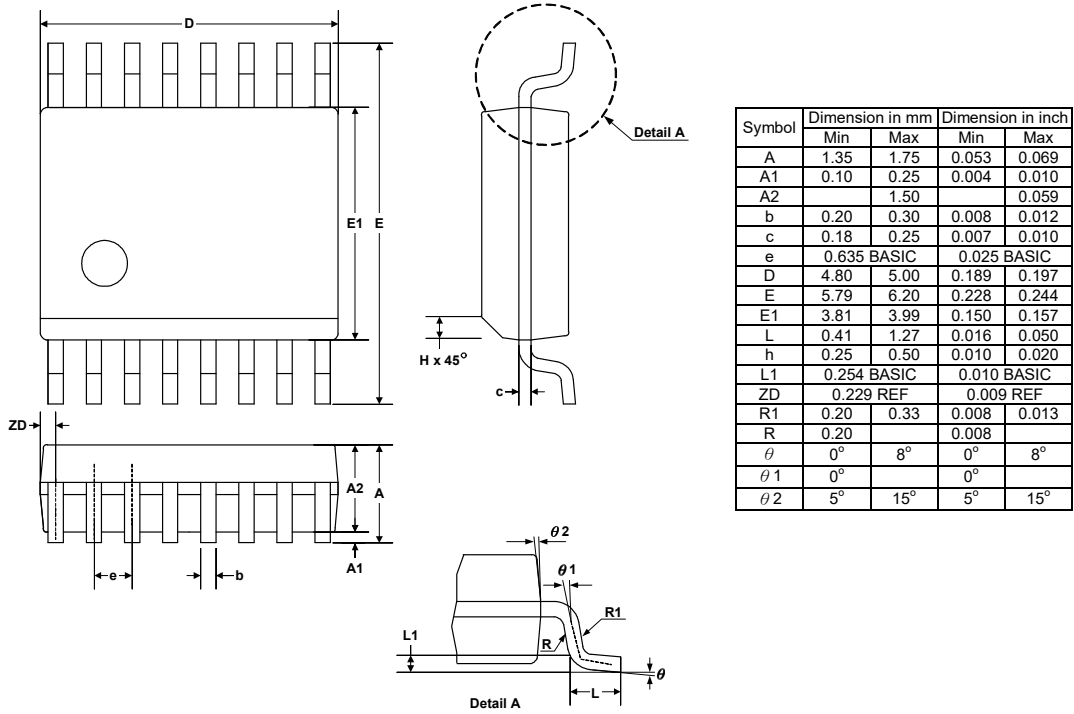


註解：  
 $V_o = 0.02269 * R_f * V_{DD}$  Vpp at 0dB gain  
 $R_f / C_f$  決定 -3dB點  
 $V_{DD} = 3V$ ,  $R_L = 32\Omega$ ,  $R_f = 24k$ ,  $C_f = 390pF$ ,  $V_o = 1.63V_{pp}$   
 $R_i = 16\Omega$ ,  $R_f = 22k$ ,  $C_f = 470pF$ ,  $V_o = 1.50V_{pp}$

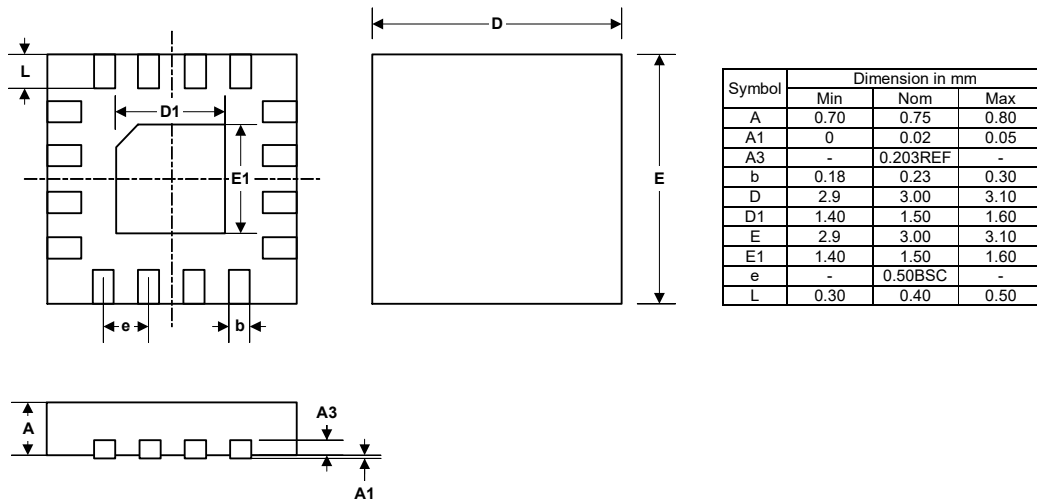
圖七、具有LINE-IN功能之MP3應用電路。

## 封裝資訊

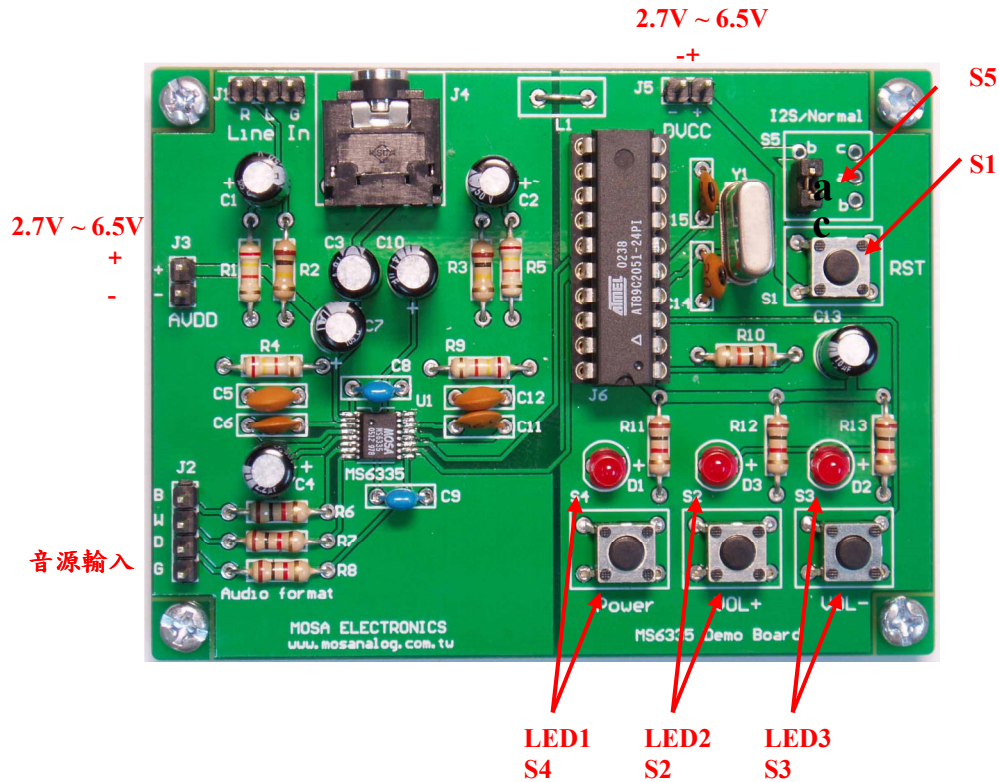
### SSOP16



### QFN16 (3x3mm)



## 展示板



### S4 (電源)：電源開關

電源開：壓住S4鍵直到LED1亮（約3秒）。

電源關：電源開的狀態下，壓住S4鍵直到LED1熄滅時（約3秒）。

### S2 (上升) S3 (下降)：音量控制

音量控制鍵，初始值為-33dB。S3鍵為音量上升鍵，S4鍵為音量下降鍵，共有31階(-39dB~+6dB)。

當音量達最大（+6dB）時，LED2保持在亮的狀態；.音量達最小（-39dB）時，LED3保持在亮的狀態

### S1：MCU重置鍵

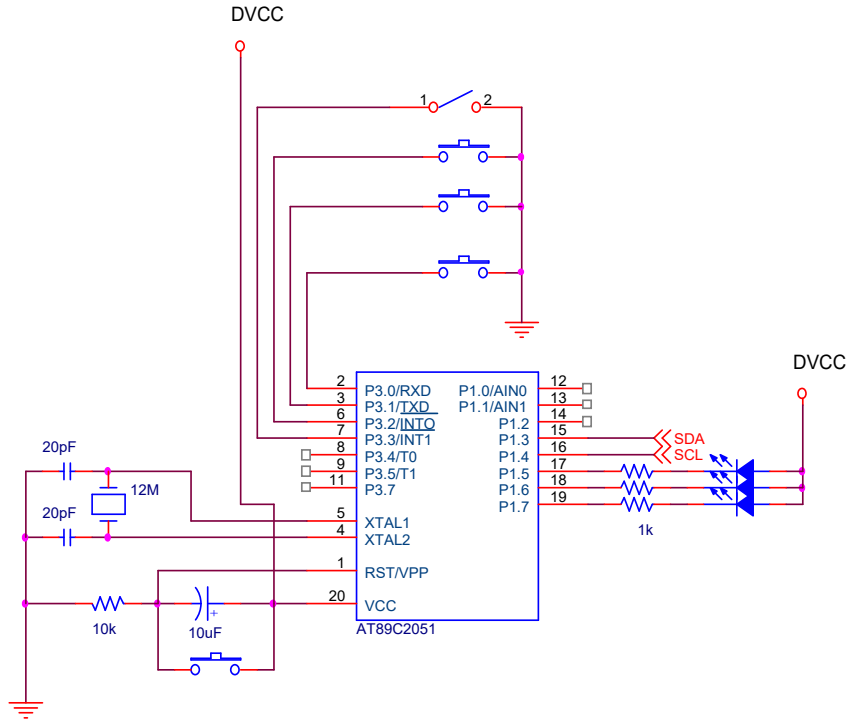
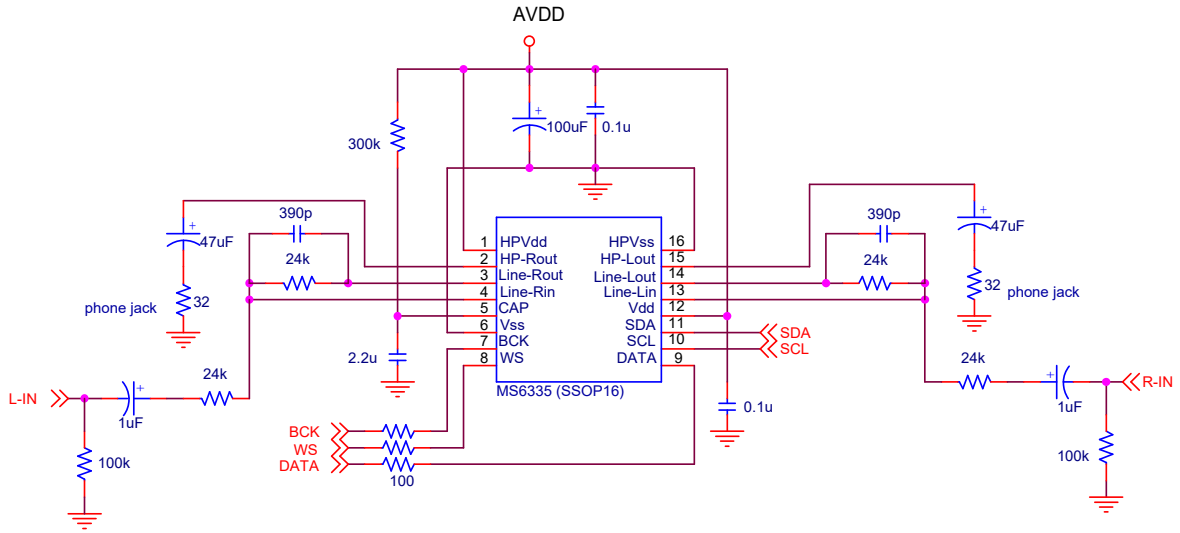
所有狀態恢復至預設值。

### S5: I<sup>2</sup>S/標準模式

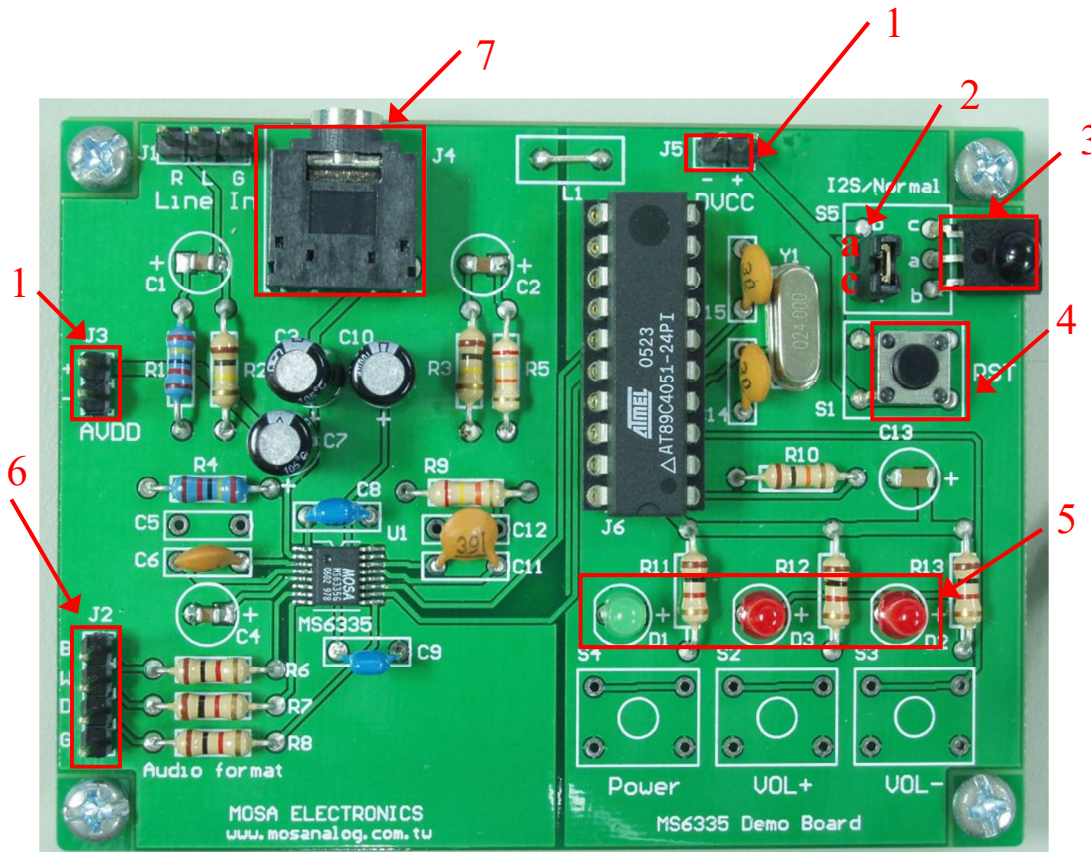
音源格式選擇，當a點與b點開路時輸入格式為I<sup>2</sup>S，a點與b點短路時為Right justified格式。



## 展示板電路

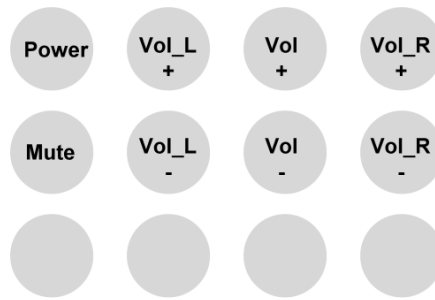


## 展示版操作說明（遙控版）



1. 電源輸入：DVDD 與 AVCC 使用相同電壓值（2.7V ~ 6.5V），極性如面板標示。
2. FORMAT 選擇： I<sup>2</sup>S       ： a & c 開路  
                  Normal   ： a & c 短路
3. 紅外線接收器：操作時請注意是否有遮蔽物。
4. 重置鍵：此鍵為微處理器之重置鍵，按下此鍵微處理器之 I/O 埠皆重置為預設值，若非必要請按正常開關機程序執行。
5. LED 指示燈：輔助燈號。
6. 數位輸入端：請連接數位音訊（DAC IN）。
7. 耳機輸出端：欲測試耳機端時，請接上規格 3.5mm, 負載 32Ω 之耳機。

## 遙控器說明

**MS6335****16bit Stereo Audio DAC integrated HP with VC**

Power：系統開關，系統啟動時狀態會置於預設值（音量為-33dB）。

Vol+/-：音量控制鍵，控制範圍共分31階(-39dB~+6dB)，每一階段為±1.5dB/階。每壓下一次Vol燈號即閃爍一次，當燈號保持在亮的狀態時表示音量達最大(最小)。

Vol\_L+/-：單獨控制左聲道音量，控制範圍同Vol+/-。

Vol\_R+/-：單獨控制右聲道音量，控制範圍同Vol+/-。

## 電路圖

