



Multisim 電路模擬與實習

林宗琪
國立中央大學太空科學研究所
西元2017年7月3日



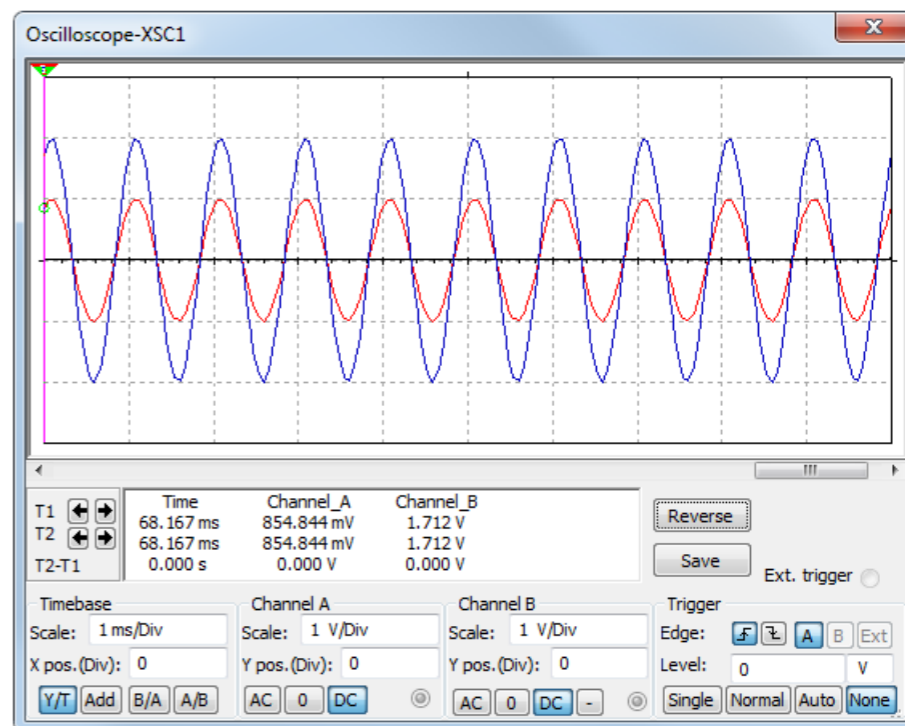
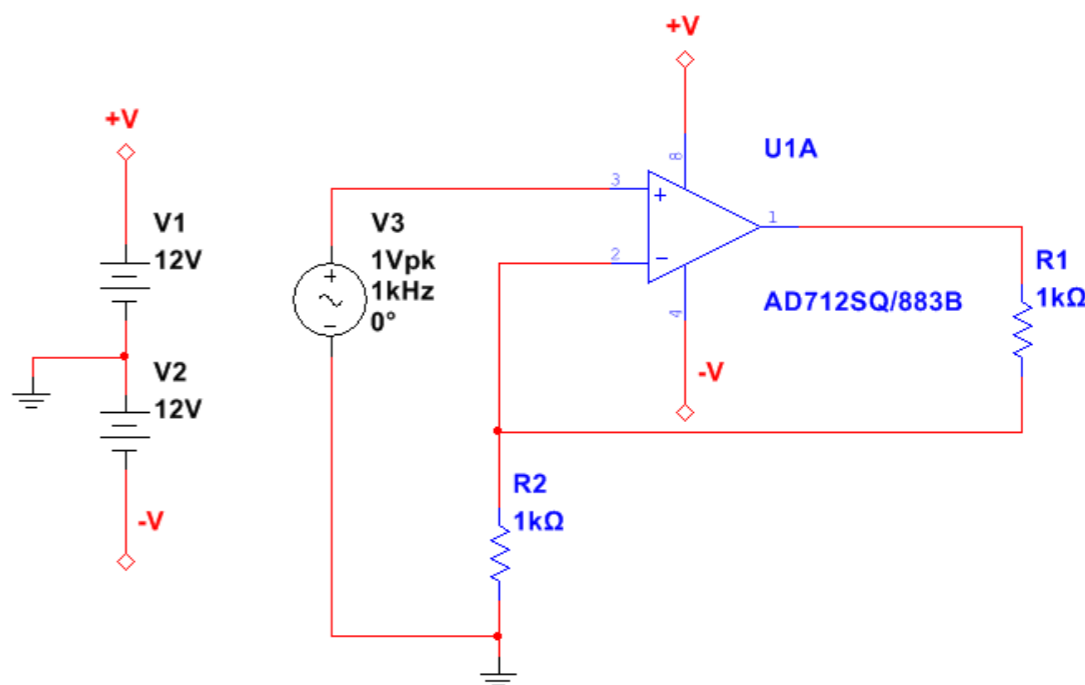
大綱

- 簡介
- Multisim 使用說明
- 七段計數器
- 練習題



簡介

- NI Circuit Design Suite 是一個提供電路模擬以及印刷電路板元件配製的套件軟體。
- Multisim 為電路模擬軟體 (Simulation)
- Ultiboard 為電路配置軟體 (Layout)
- 本課程將介紹如何使用電路模擬軟體 Multisim。





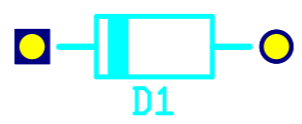
電路模擬

- 以積體電路為重點的模擬程式（Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis, SPICE），是一種用於電路描述與模擬的語言與模擬器軟體，用於檢測電路的連接和功能的完整性。
- **Multisim** 是一套電路草稿設計與模擬的軟體，並能將成品輸出至更後端的製程，如印刷電路板配製。

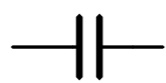


Multisim、Ultiboard 元件外觀比較

電阻



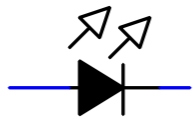
電容



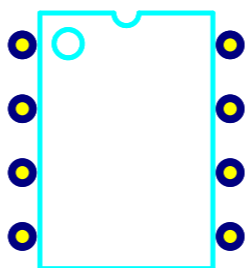
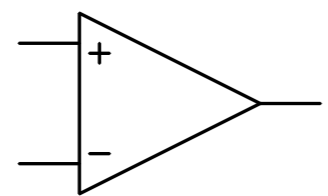
電感



發光二極體



運算放大器



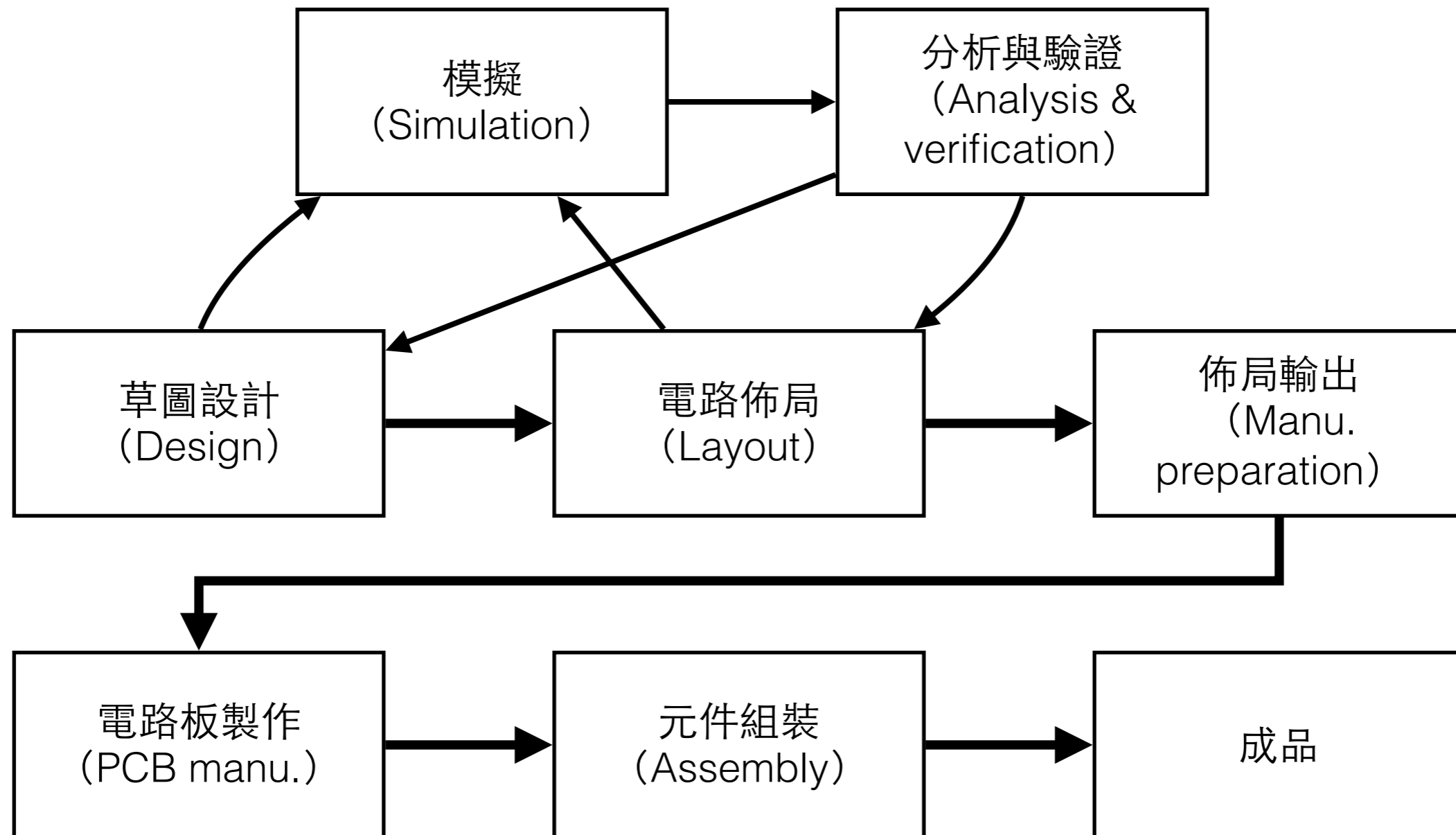
Multisim

Ultiboard

真實元件

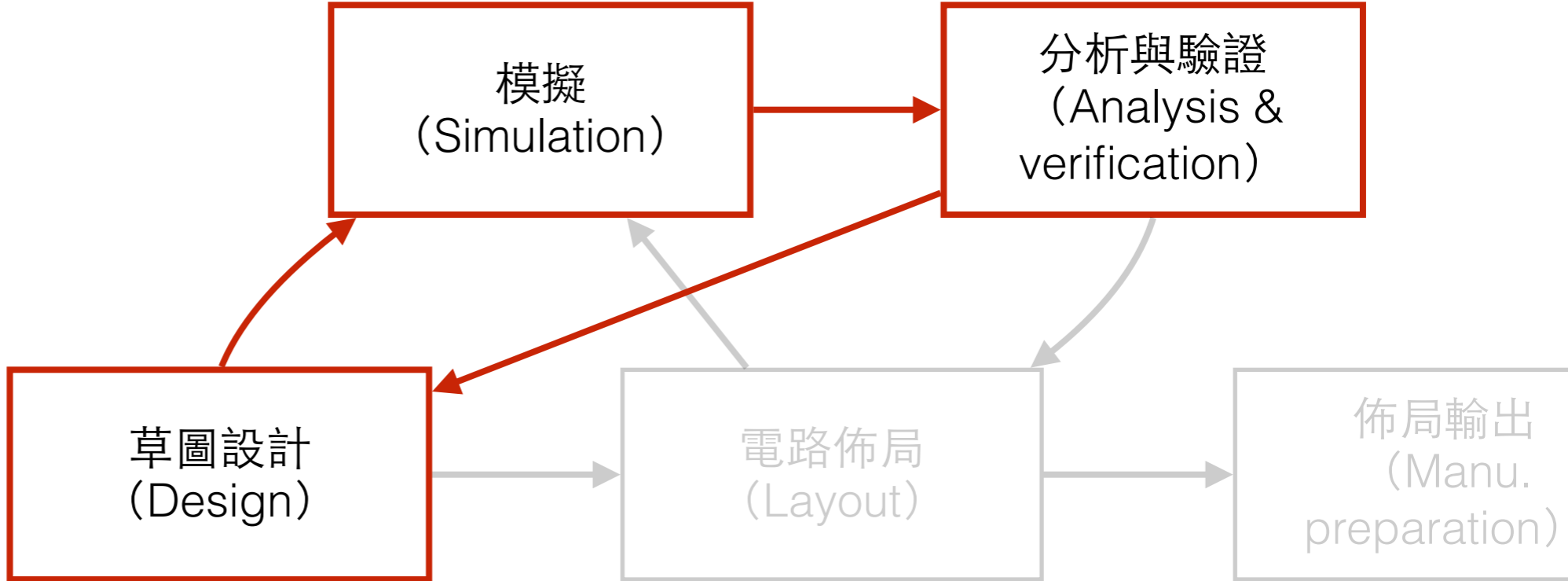
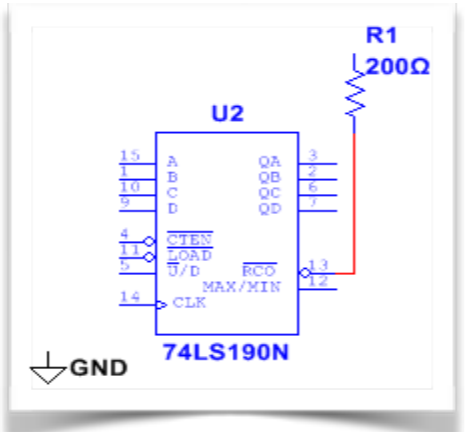
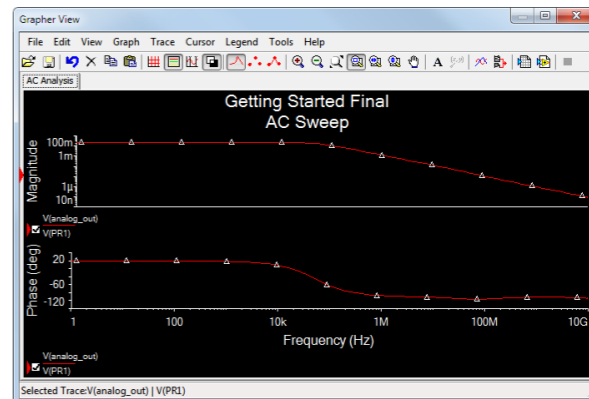
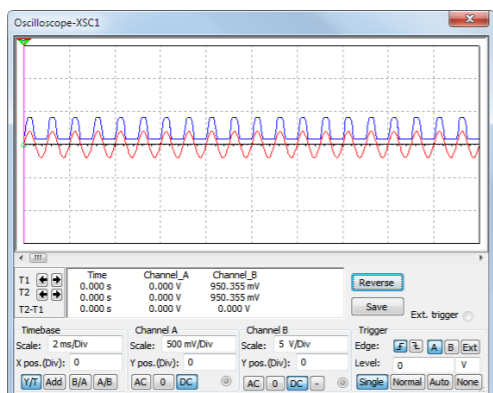


電路設計流程範例





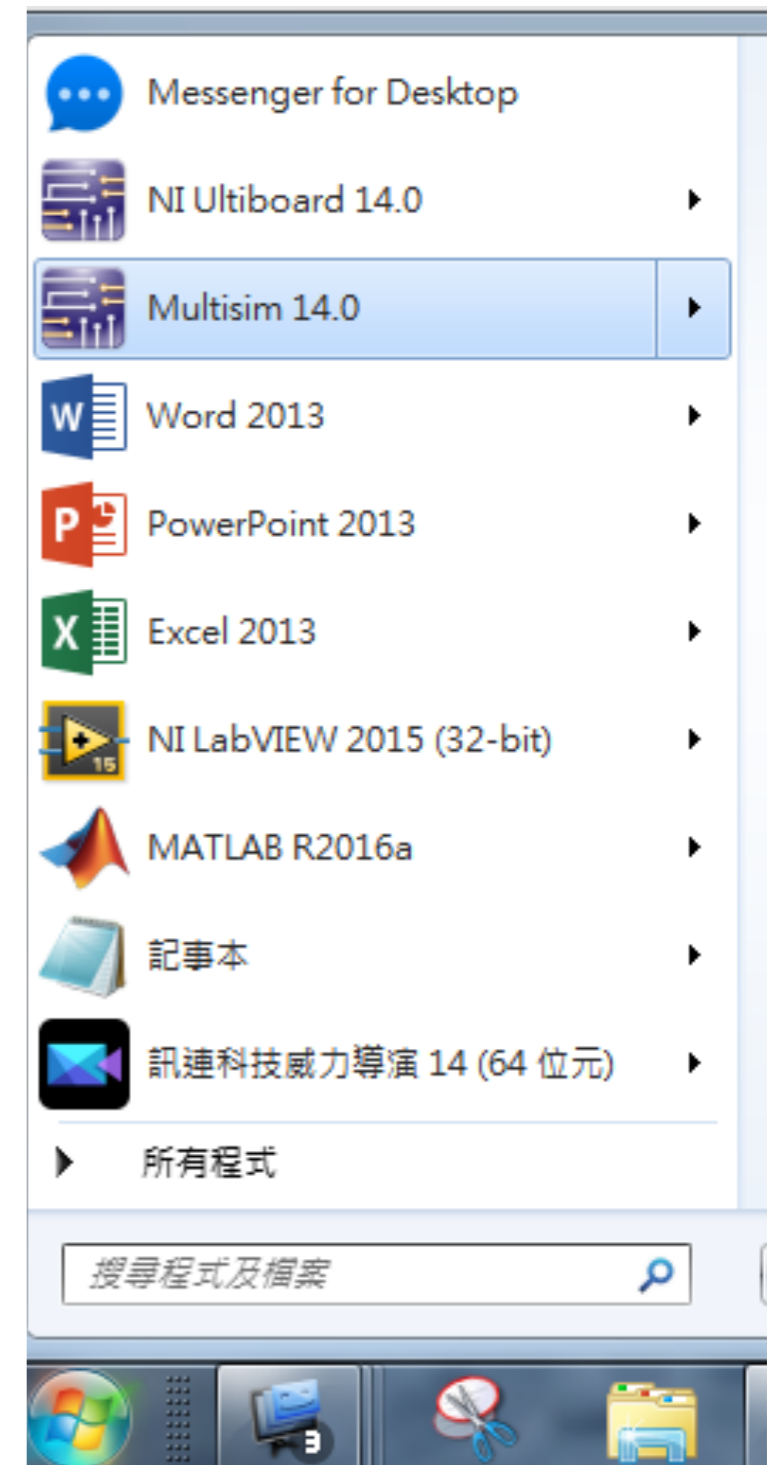
Multisim 與設計流程





開始使用Multisim

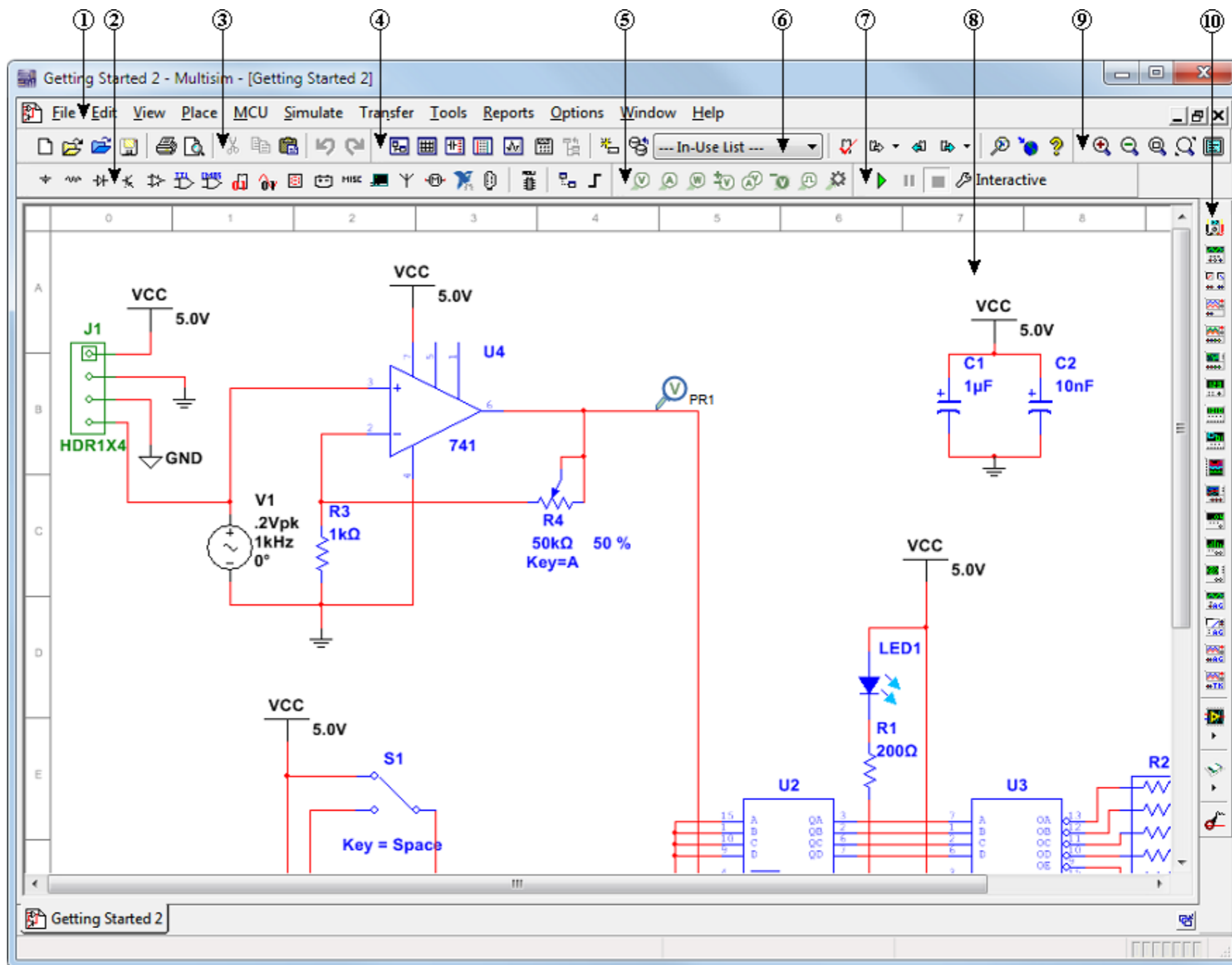
- 打開 Windows，至 **Start > All Programs > National Instruments > Circuit Design Suite XX.X > Multisim XX.X** 並啟動程式。
- 或至開始功能表，搜尋「Multisim」，並啟動程式。
- 以下範列使用 Multisim 14.0。





Multisim 介面

- ① 功能選單
- ② 元件工具列
- ④ 功能面板
- ⑦ 模擬工具列
- ⑧ 工作區
- ⑨ 檢視工具列
- ⑩ 虛擬儀器列

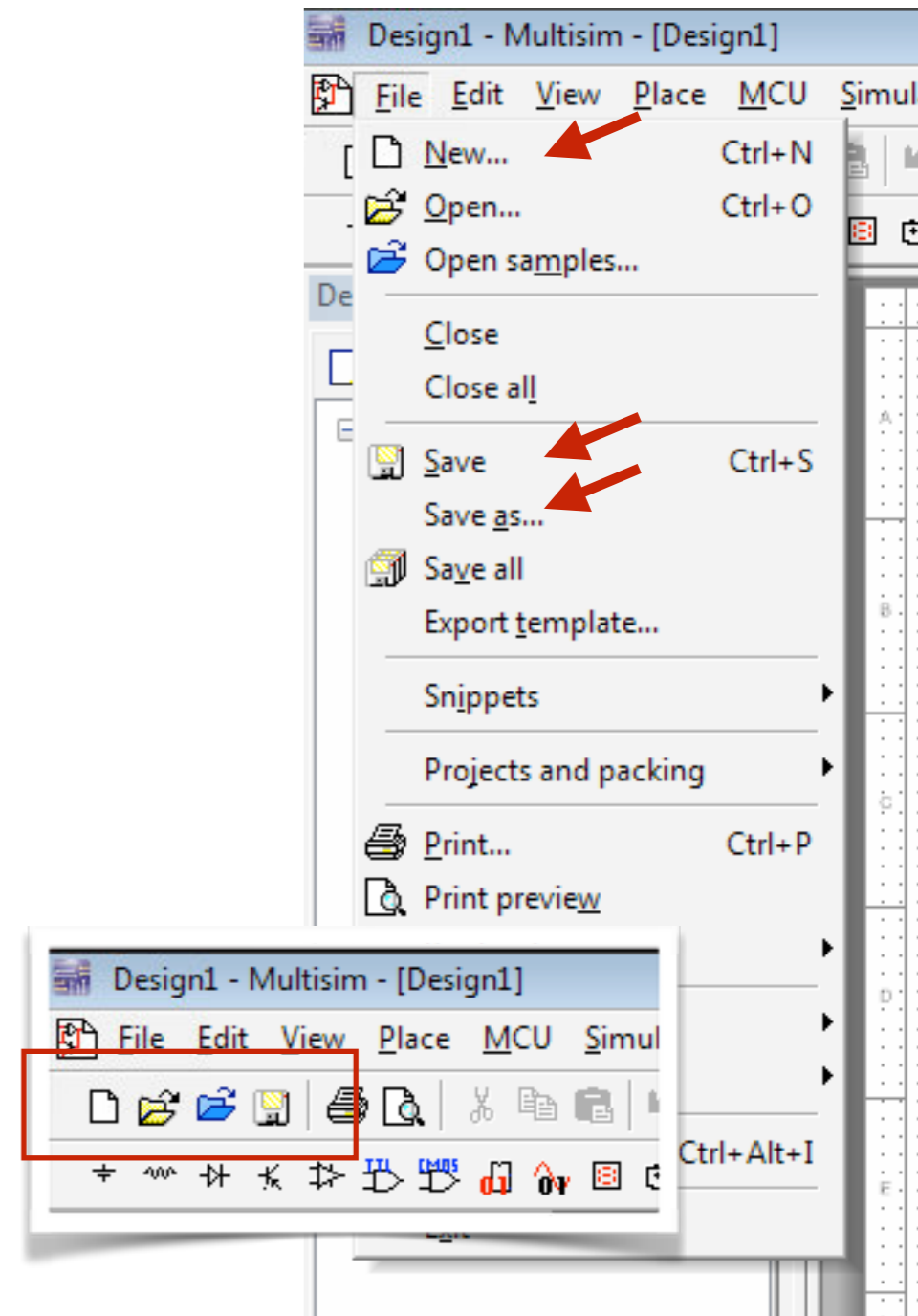


Multisim 的所有功能，都能夠在「① 功能選單」中找到



開啟新的 Multisim 檔案

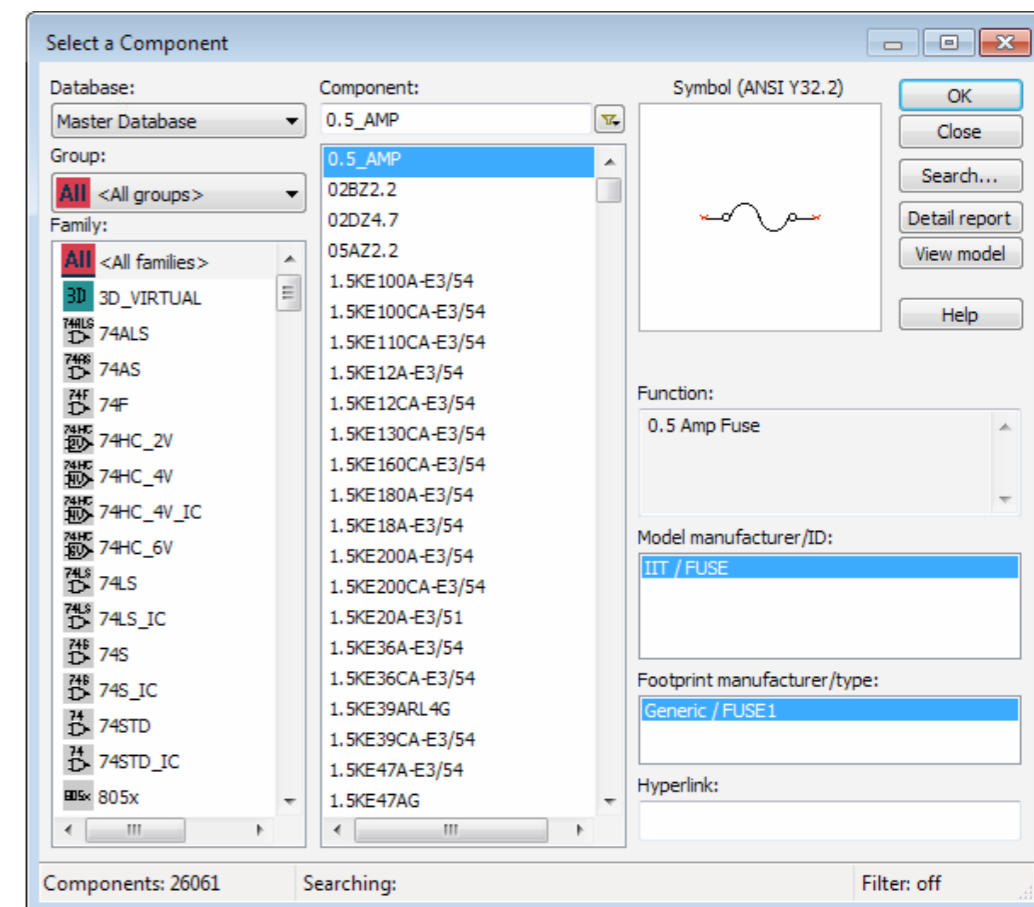
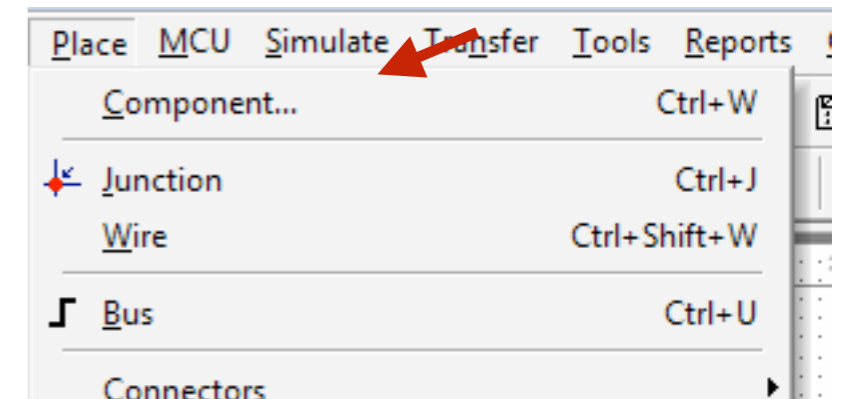
- 啟動 Multisim 後，便會自動開啟一個名為「Design1」的新檔案。
- 從 ① 功能選單中選擇 **File > New...** 來開啟一個新的檔案。
- 選擇 **File > Save** 來存檔。
- 選擇 **File > Save as...** 來另存新檔。
- ◆ 也可以透過工具列來開啟或存檔（右圖紅框）。





置放元件

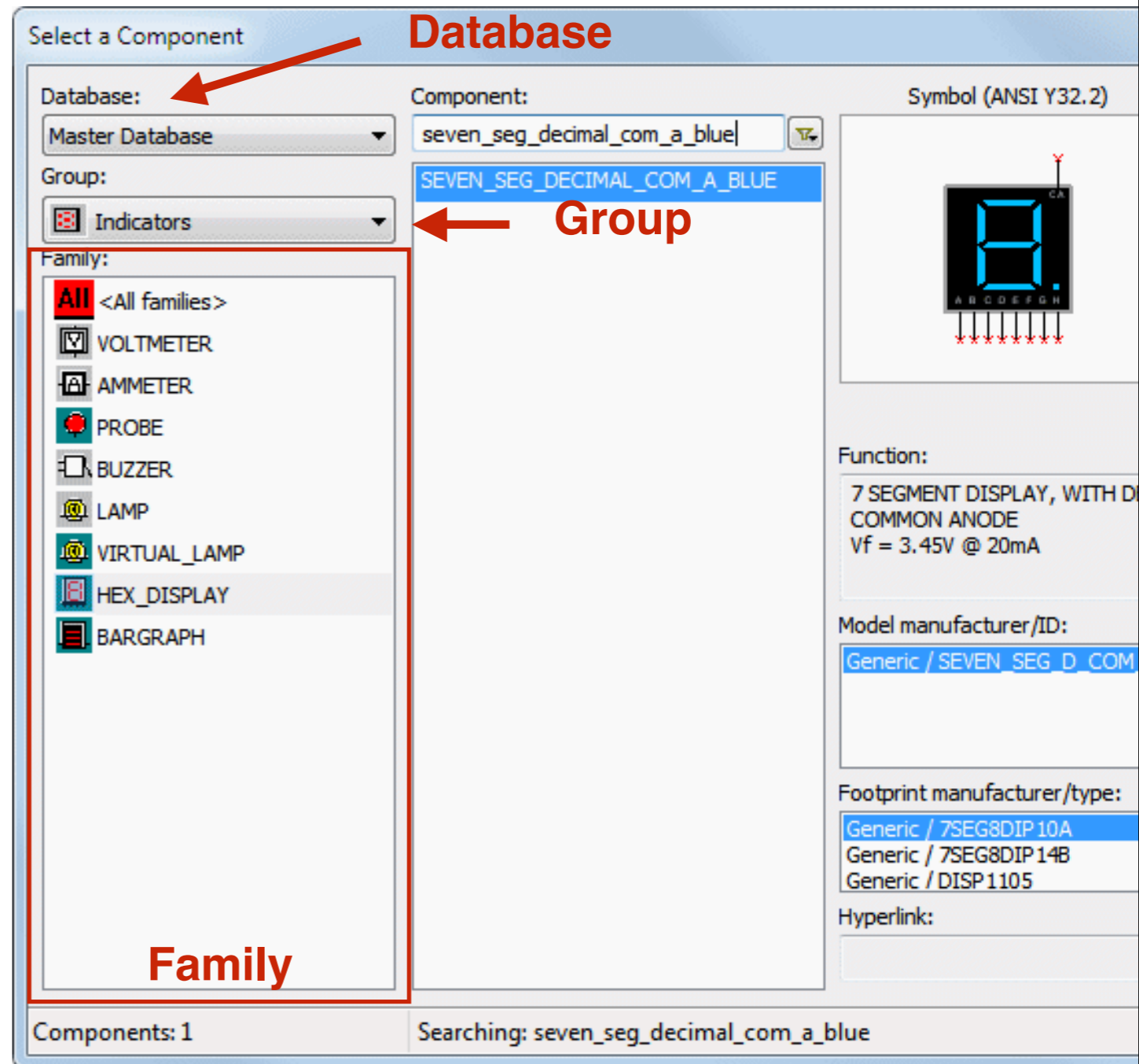
- 從 ① 功能選單中選擇 **Place > Component** 來開啟 **Select a Component** 視窗。
- 從 **Select a Component** 視窗中選擇元件，按 **OK** 後置放元件到 ⑧ 工作區中。
- 在 ⑧ 工作區中空白處點擊右鍵，從選單中的 **Place Component** 亦可開啟 **Select a Component** 視窗。





置放元件—七段顯示器

- 試著置放一個七段顯示器元件：
 1. 從 ① 功能選單中選擇 **Place > Component**，開啟 **Select a Component** 視窗
 2. **Database** 選為 **Master Database**，**Group** 選為 **Indicators**。之後 **Family** 點選 **HEX_DISPLAY**，找出 **SEVEN_SEG_DECIMAL_COM_A_BLUE** 並置放。





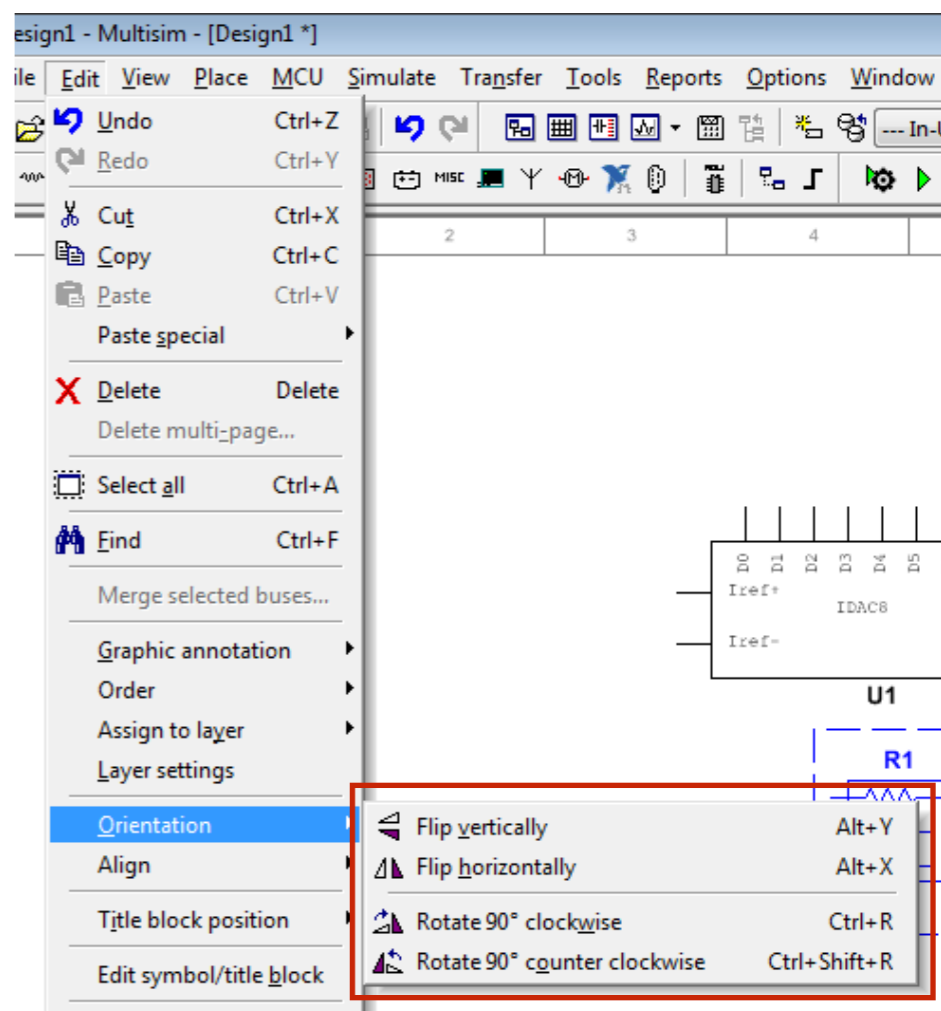
元件位置與方向

- 直接用游標拖移元件，來改變放置位置。
- 從 ① 功能選單中的 **Edit > Orientation**，找到元件方向調整選項。

- **Flip vertically** 垂直翻轉。
- **Flip horizontally** 水平翻轉。
- **Rotate 90° clockwise** 正轉 90 度。
- **Rotate 90° counter clockwise** 反轉 90 度。

◆ 用右鍵點擊元件來找到調整方向的選項。

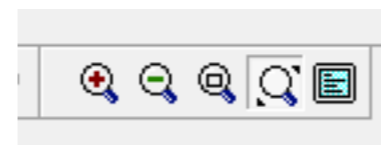
◆ 利用快捷鍵 **Ctrl+R** 旋轉元件



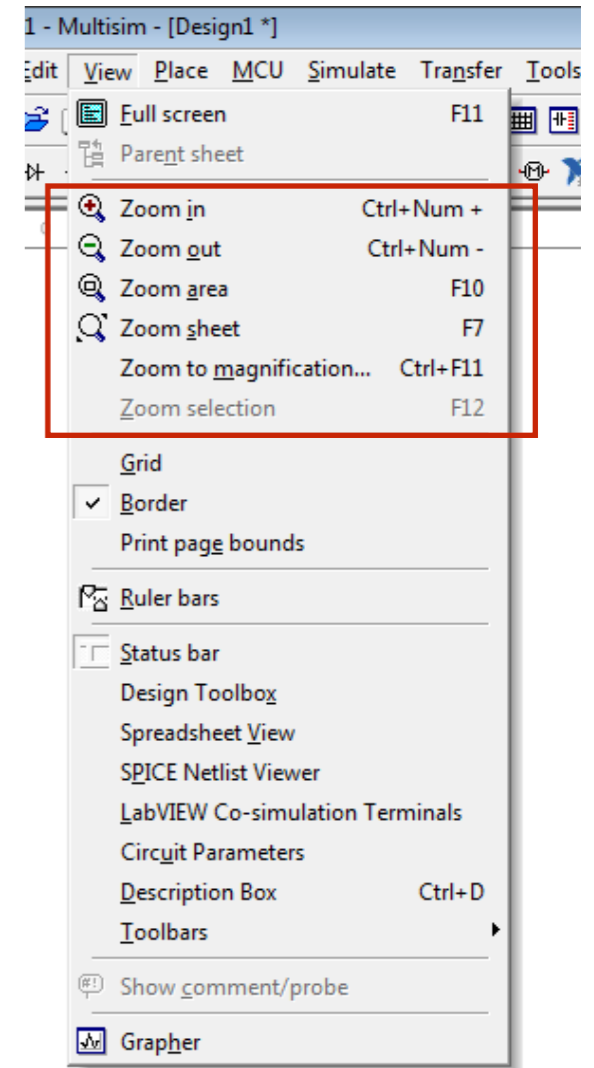


可視範圍

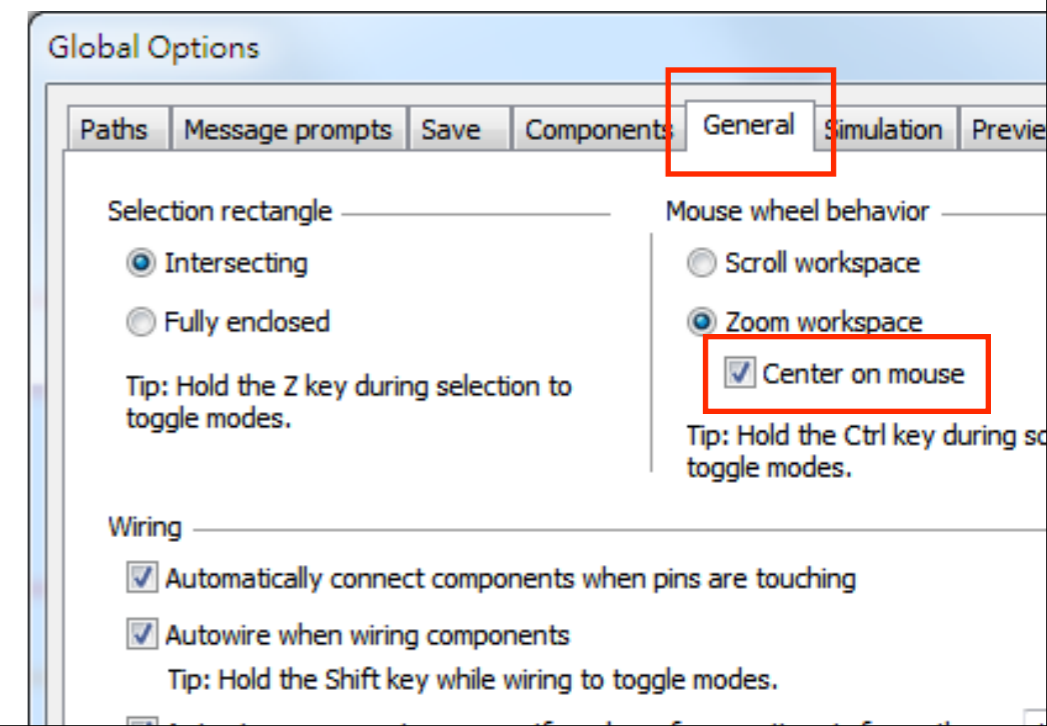
- 從 ① 功能選單中的 **View**，找到可視範圍調整的選項。
- 或在 ⑨ 檢視工具列中，調整可視範圍。
- 以滑鼠滾輪來放大、縮小可視範圍。
- 按壓滑鼠中鍵來移動可視範圍。



⑨ 檢視工具列



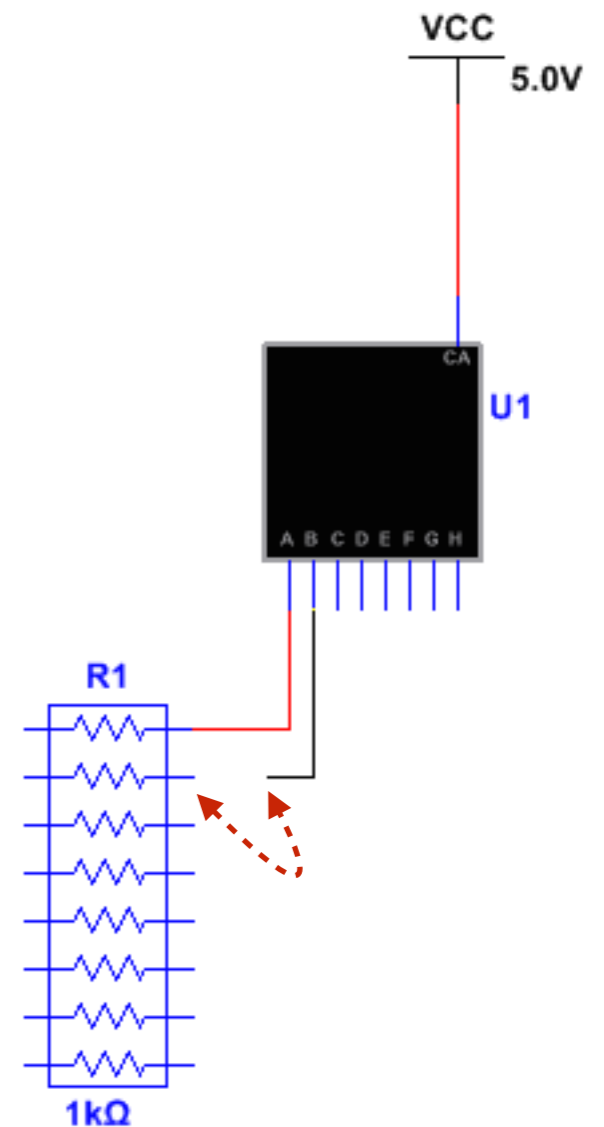
- 設定以滑鼠為中心縮放可視範圍
- 在①功能選單中選擇 **Options>Global option**
- 在**General** 頁籤中，勾選 **Center on mouse**





接線

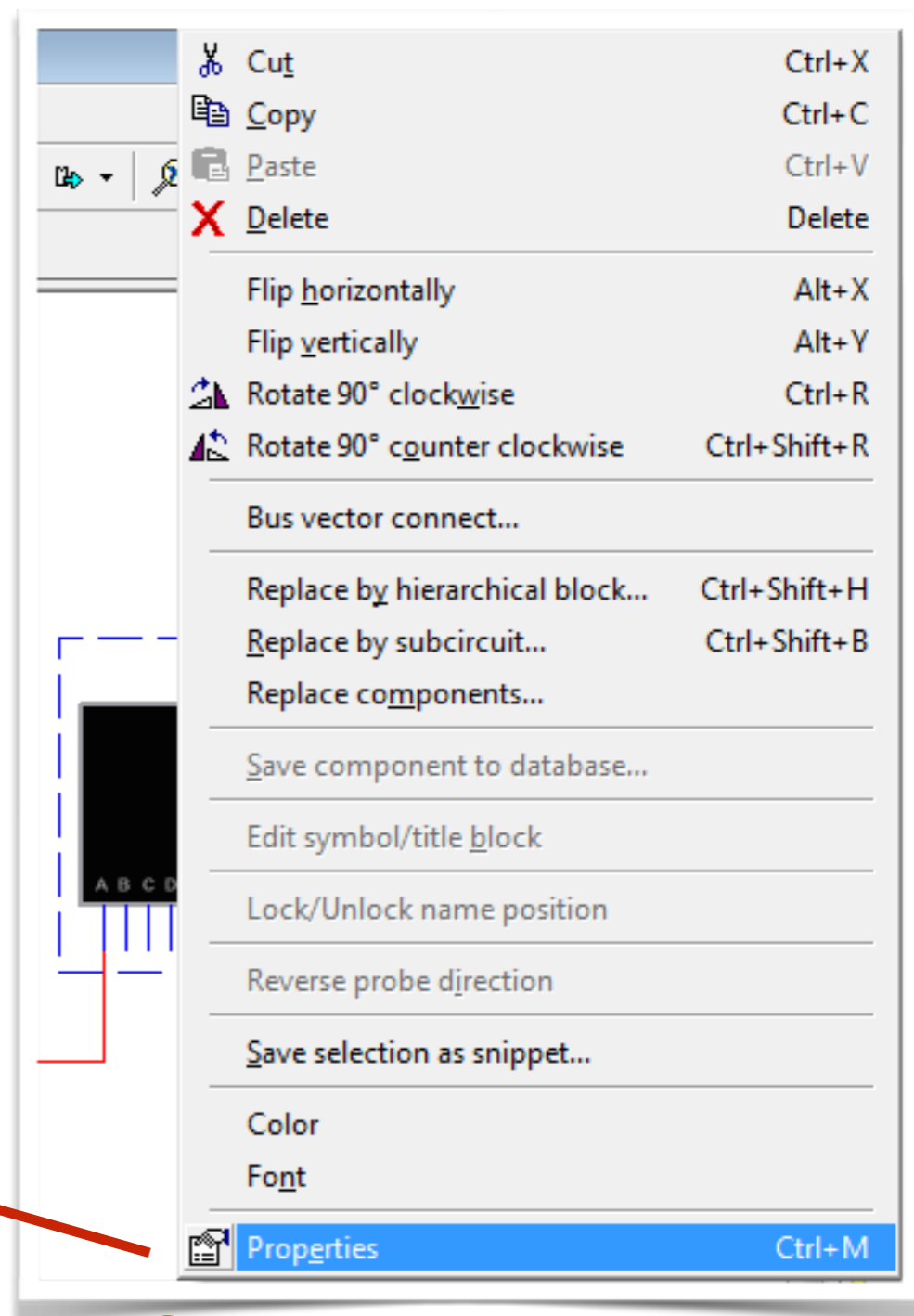
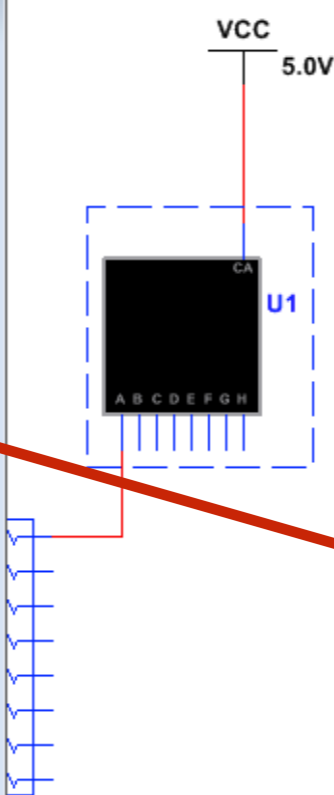
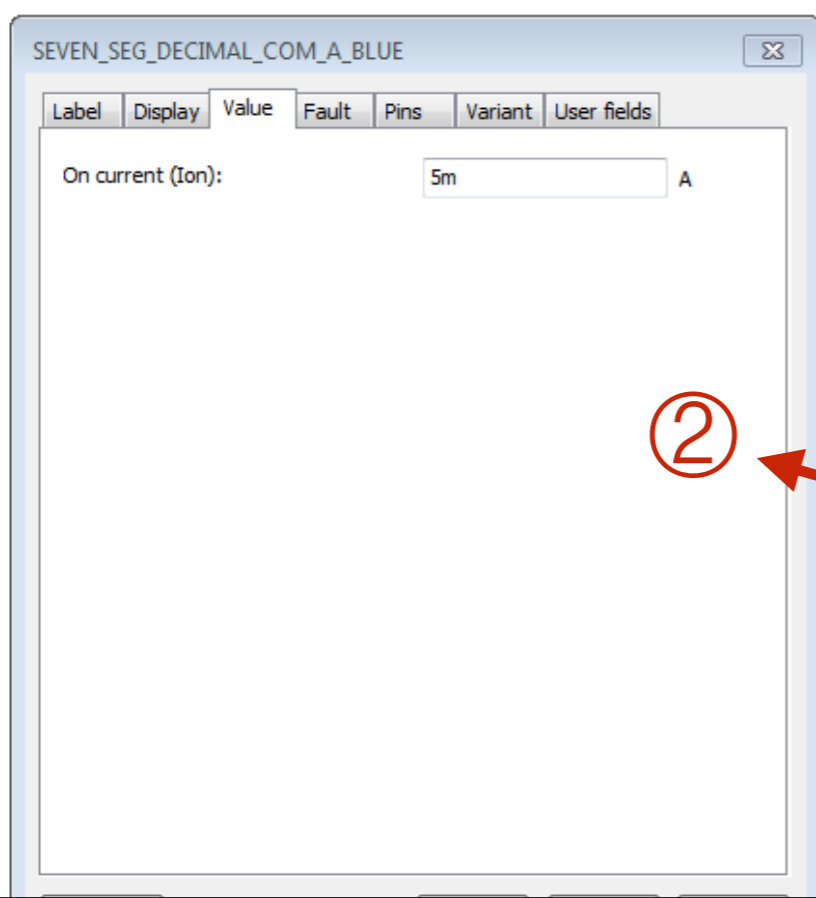
- 以游標點選元件接腳處（此時游標為十字型）並移動，一個接線便會產生，並跟隨著游標。
 - 將該接線拖移至另一元件的某一接腳並點擊，完成連線。
-
- ◆ 完成的接線能以滑鼠選取並調整。
 - ◆ 使用 <ESC> 鍵離開接線模式。





屬性視窗

- 滑鼠右鍵點擊元件後，點選 **Properties**；或直接雙擊元件，開啟屬性視窗。
- 多數元件皆能在屬性視窗中做細部設定。

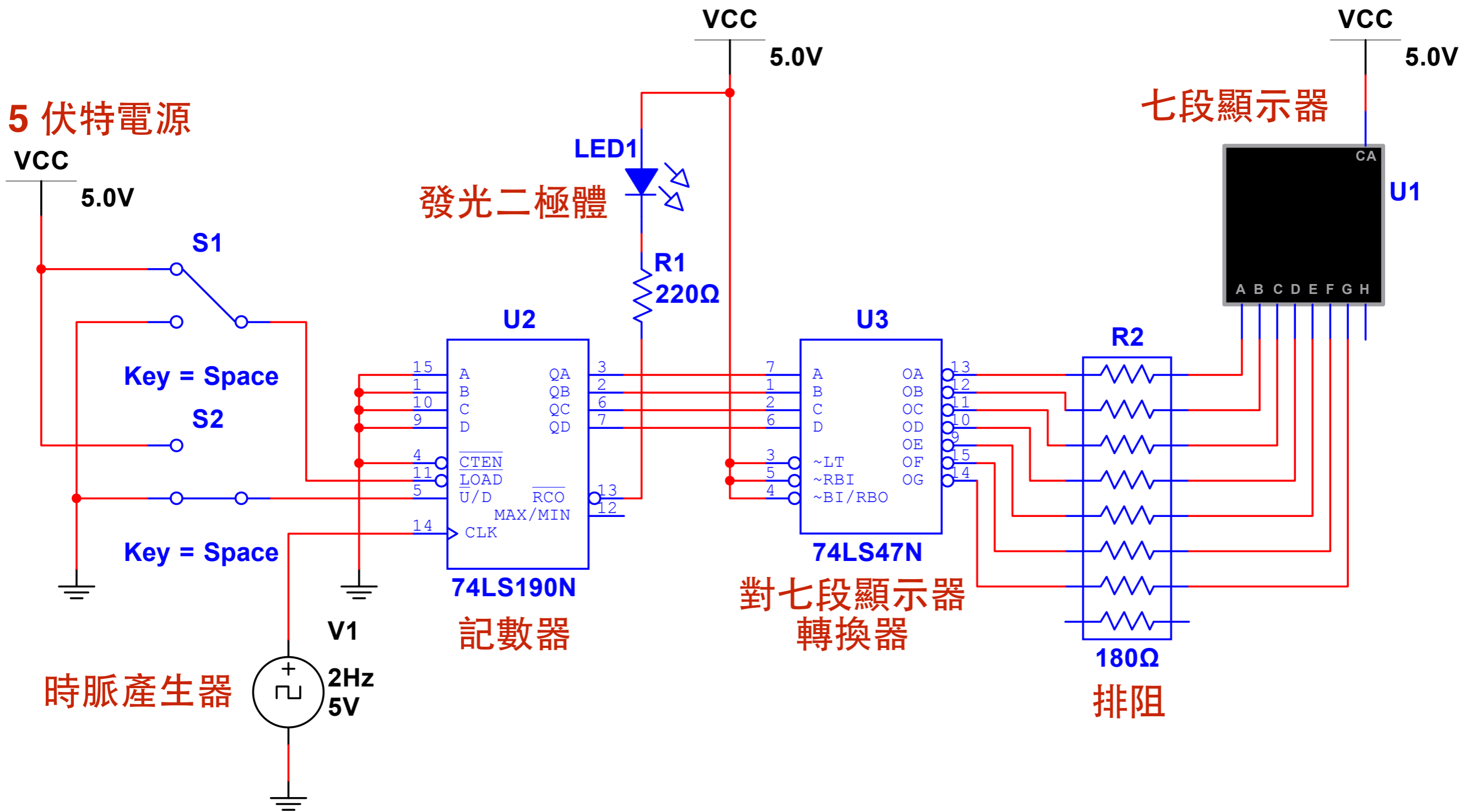


①

②



試完成下圖七段記數器的設計





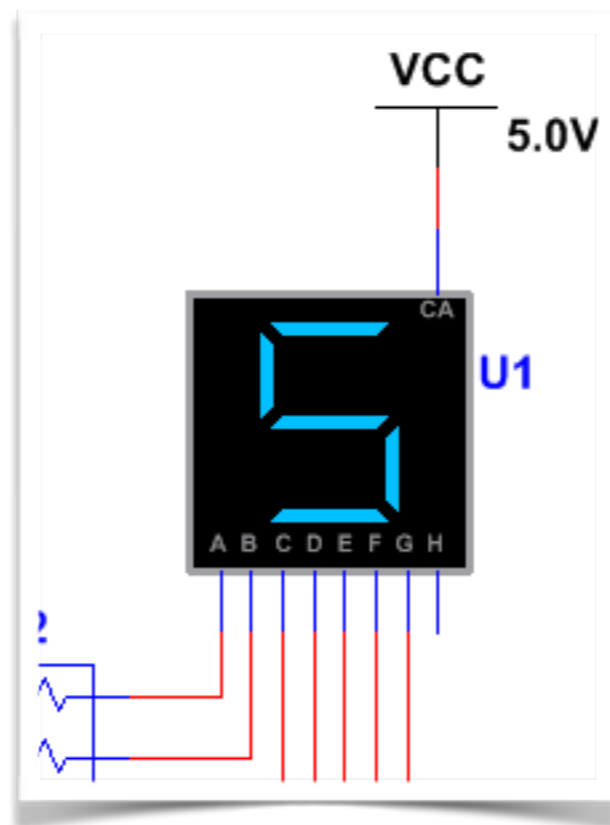
七段記數器材料清單

Group	Family	Component	Footprint manufacturer/type
Diodes	LED	LED1 - LED_blue	Ultiboard/LED9R2_5vb
Basic	RESISTOR	R1 - 220Ω	IPC-2221A/2222 / RES1300-700X250
Basic	RPACK	R2 - 8Line_Isolated, 180Ω	IPC-2221A/2222 / DIP-16
Basic	SWITCH	S1, S2 - SPDT	Generic/SPDT
Indicators	HEX_DISPLAY	U1 - SEVEN_SEG_DECIMAL_COM_ A_BLUE	Generic/7SEG8DIP10A
TTL	74LS	U2 - 74LS190N, U3 - 74LS47N	IPC-2221A/2222 NO16
Sources	SIGNAL_VOLTAGE_SOURCES	V1 - CLOCK_VOLTAGE, 2 Hz, 5V	—
Sources	POWER_SOURCES	VCC, GROUND	—

某些設定需透過屬性視窗來調整。



開始七段記數器的模擬

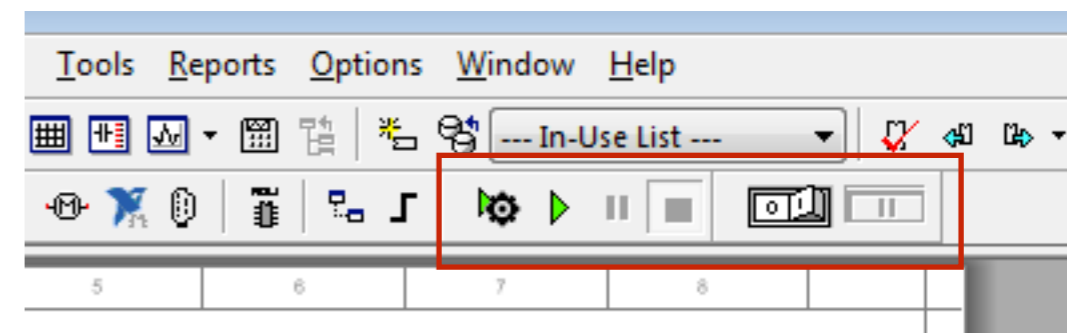


透過 ① 功能選單中選取 **Simulate > Run/Stop** 來開啟 / 關閉模擬，並觀察七段顯示器的變化。



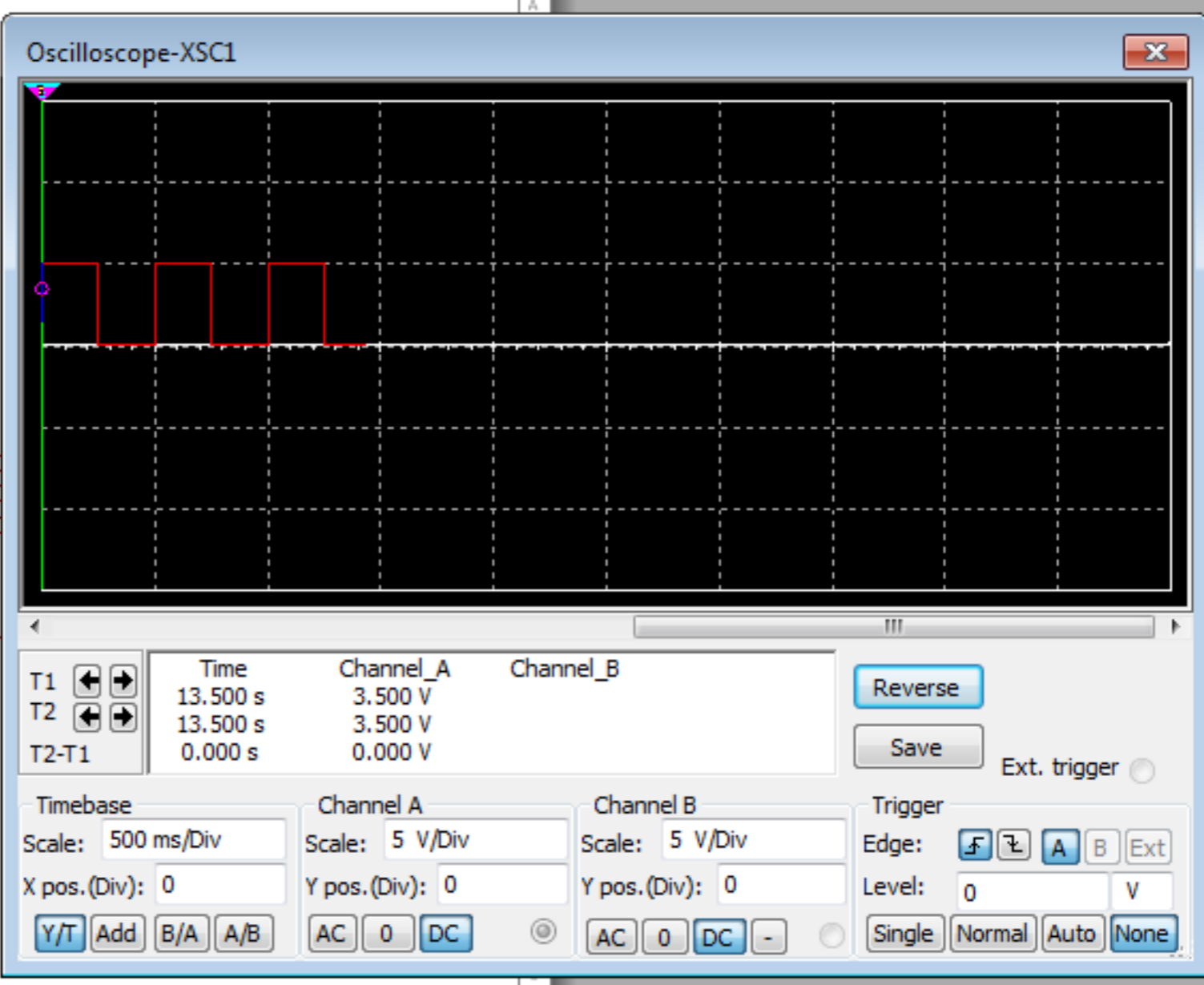
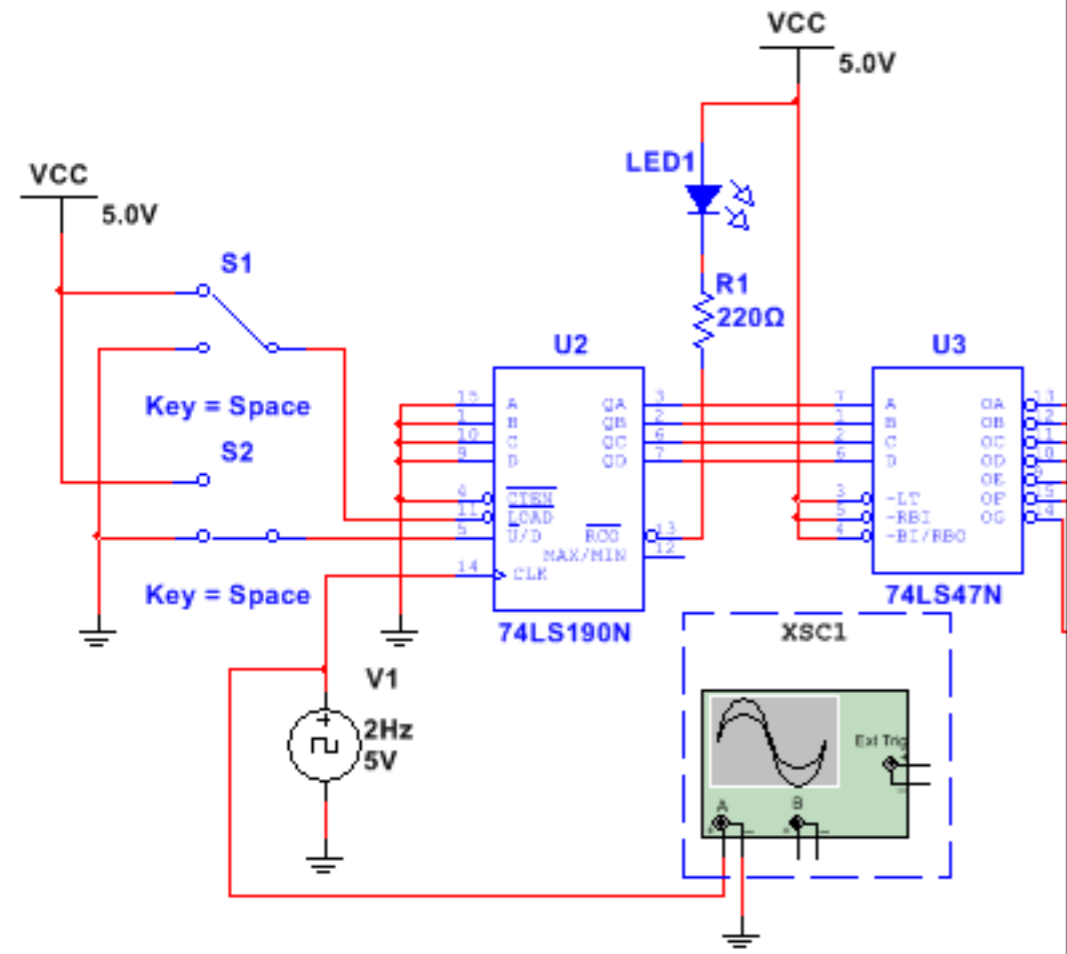
加入示波器並模擬

- 從 ① 功能選單中選擇 **Simulate > Instruments > Oscilloscope**。並將待測訊號與示波器連線（下頁）。
- ◆ 使用者也能夠從工具列中啟動模擬（右圖）。





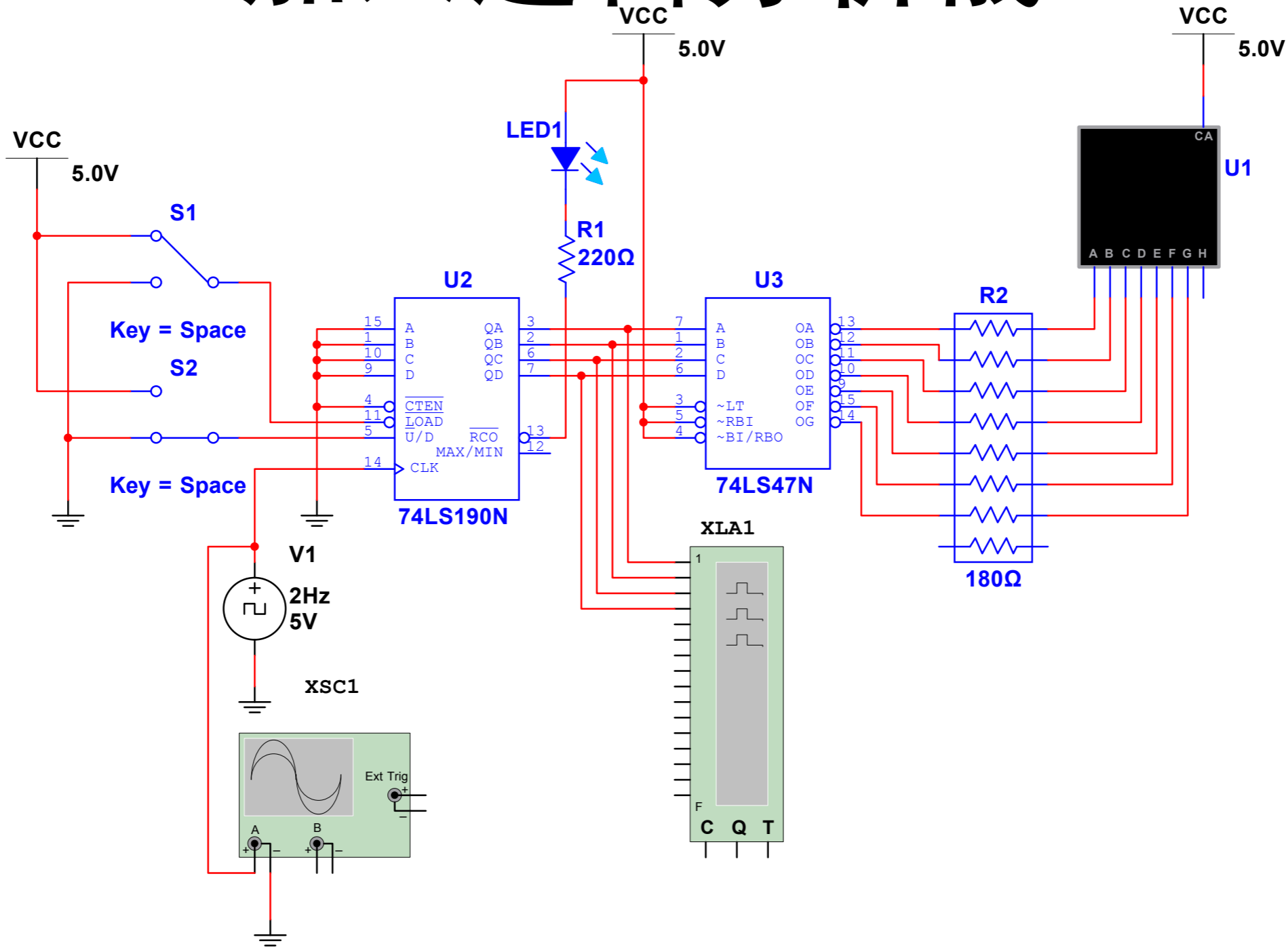
觀察時脈產生器的波形



調整時間參數 **Timebase/Scale** 使波形更容易觀察。



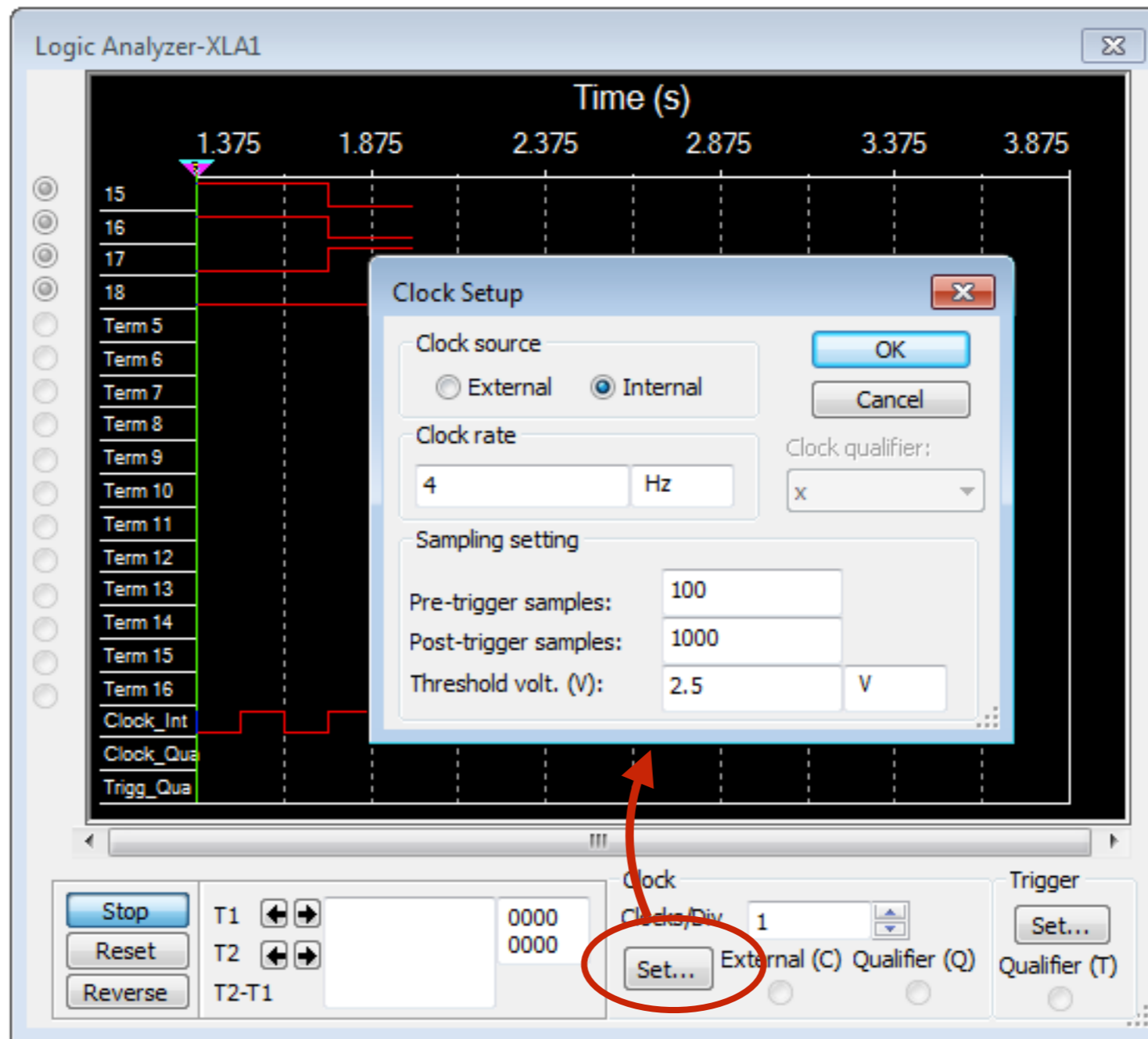
加入邏輯分析儀



從 ① 功能選單中選擇 **Simulate > Instruments > Logic Analyzer** 加入邏輯分析儀。並完成上述接線。



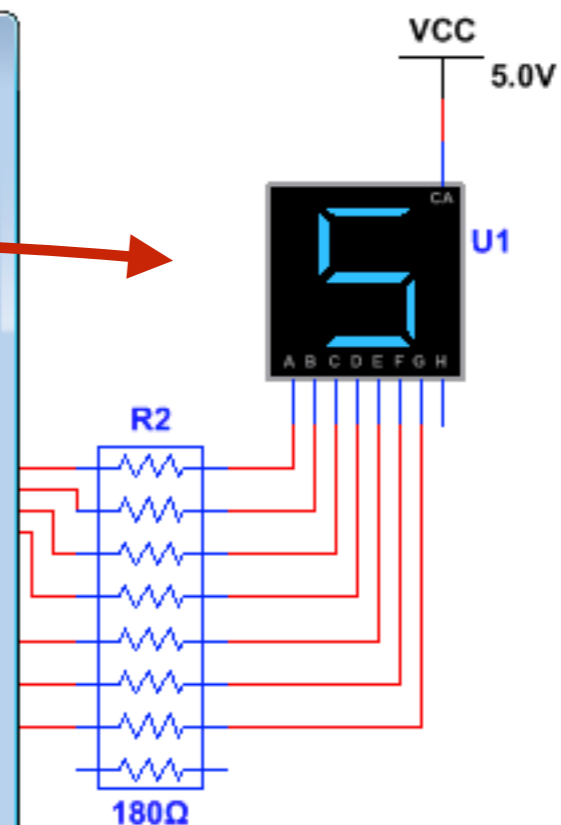
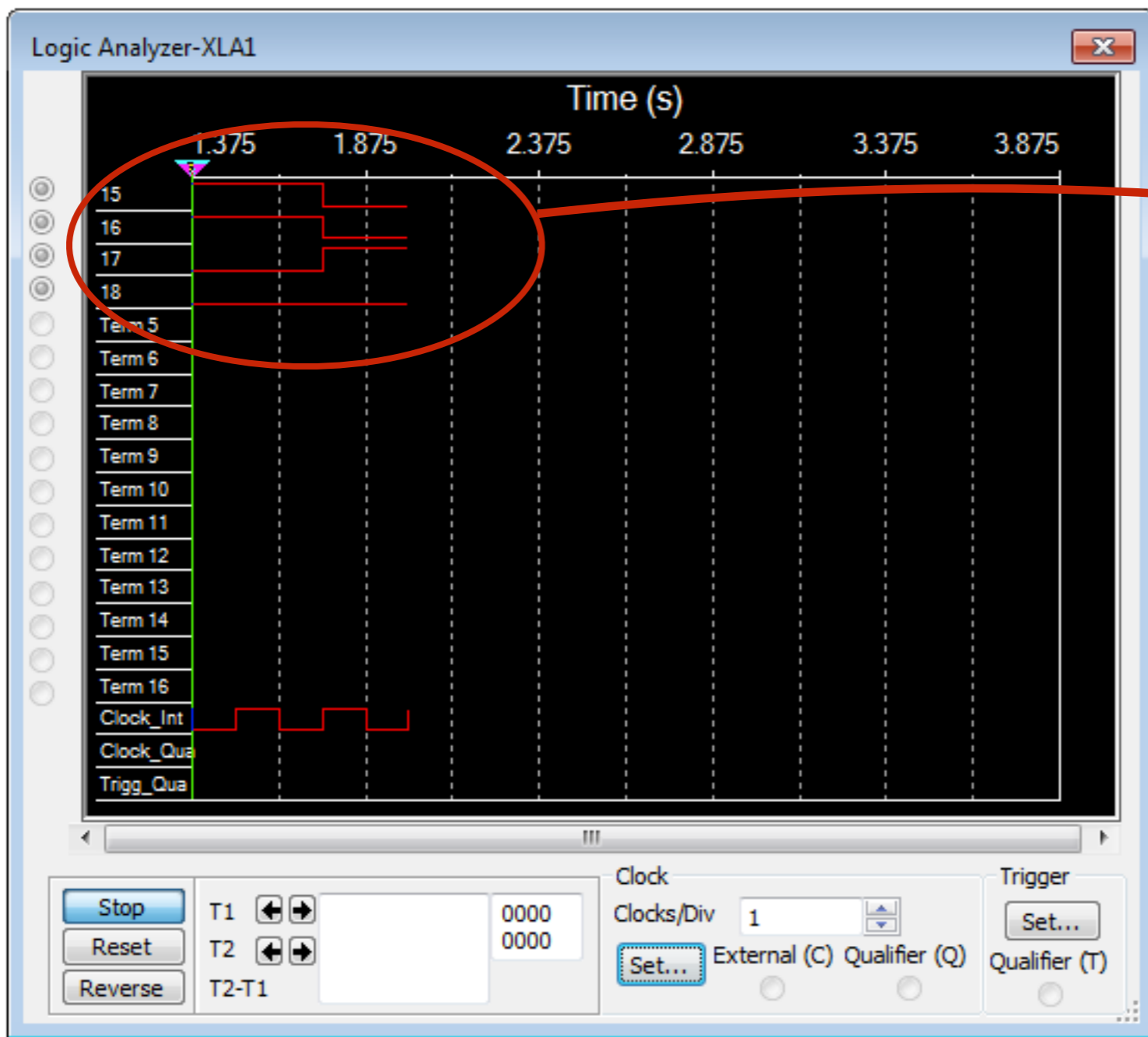
設定邏輯分析儀



雙擊邏輯分析儀開啟屬性視窗，點擊 **Set...**，將參數設定如圖中所示。



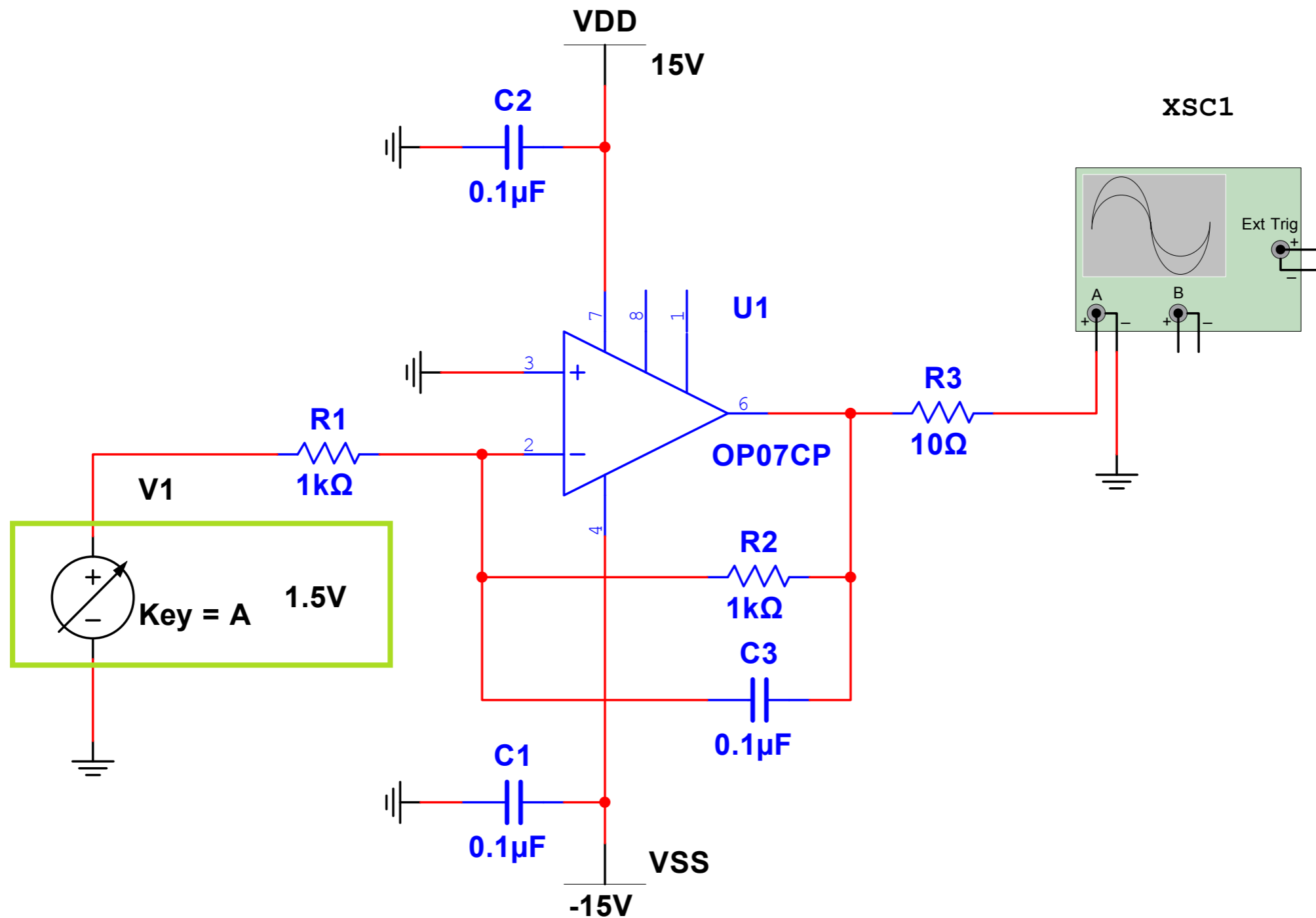
觀察記數器的波形



觀察數位波形與七段顯示器的變化。



練習題 #1 - 反向放大器



調整 **V1**，從示波器中觀察波形的變化。
可以的話，試著模擬並呈現 **C3** 電容濾波的效果。



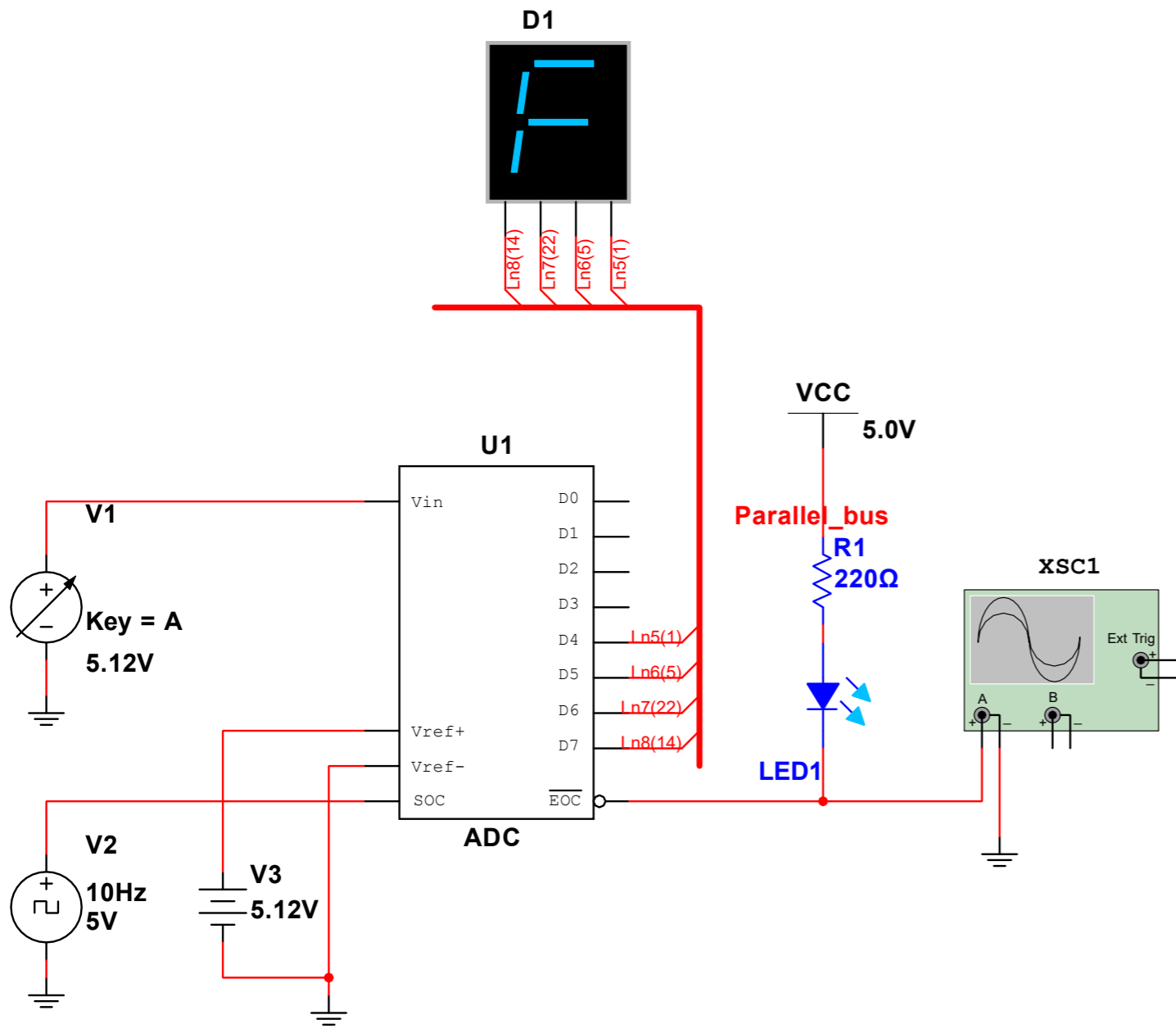
練習題 #1 - 材料清單

Group	Family	Component	Footprint manufacturer/type
Analog	OPAMP	U1 - OP07CP	IPC-2221A/2222 /PDIP-8
Sources	POWER_SOURCES	VDD +15 V, VSS -15, GROUND	—
Basic	RESISTOR	R1, R2 - 1k Ω	IPC-2221A/2222 / RES1300-700X250
Basic	RESISTOR	R3 - 10 Ω	IPC-2221A/2222 / RES1300-700X250
Basic	CAPACITOR	C1, C2, C3 - 0.1 μ F	IPC-2221A/2222 / CAPR500-700X300X600
Sources	SIGNAL_VOLTAGE_SOURCES	V1 - DC_INTERACTIVE_VOLTAGE	—
Go Simulate > Instruments > Oscilloscope		XSC1	—

運算放大器的工作電壓會受到供應電壓侷限



練習題 #2 - 類比至數位轉換器



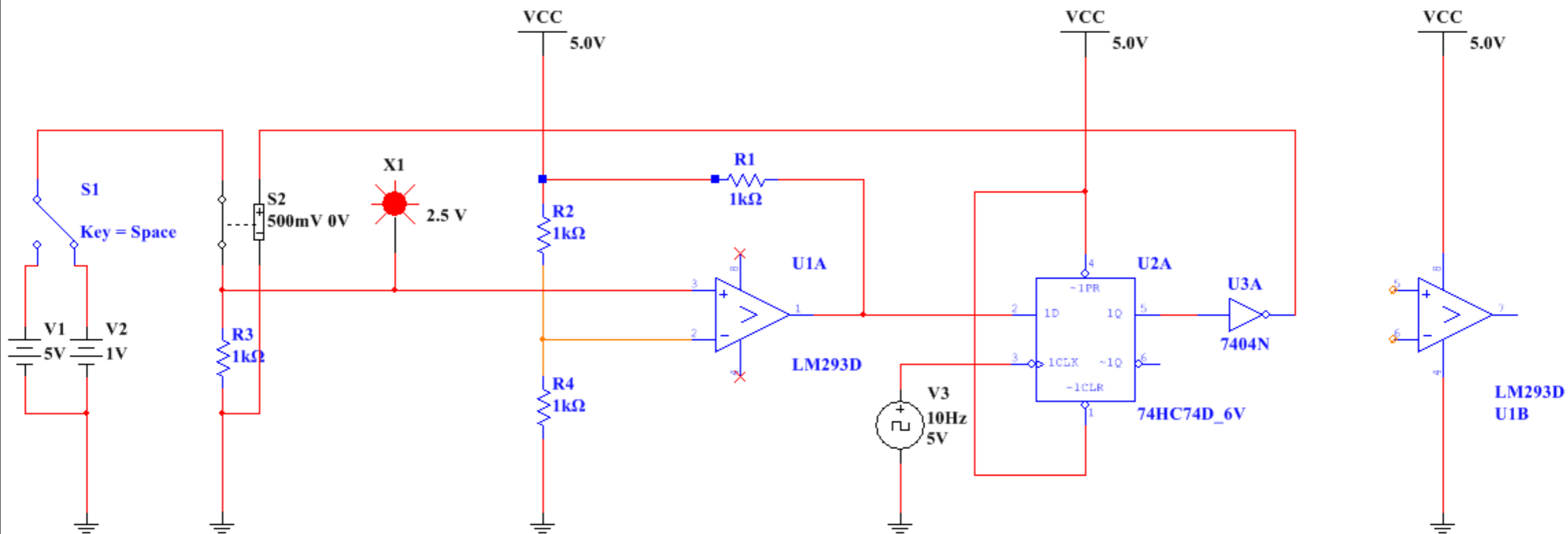
Group	Family	Component
Indicators	HEX_DISPLAY	D1 - DCD_HEX_BLUE
Mixed	ADC_DAC	U1 - ADC
Set V1 properties in Value tab with Maximum value: 5.12, Increments: 6.25		
Go Place > Bus		Parallel_bus

觀察該四位元類比至數位轉換器 (ADC) 與輸入電壓 (V1) 的關係。又如何得到更精確的解析度?



練習題 #3 -

簡易過電壓保護機制



觀察上述電路，簡易描述過電壓保護機制

可透過邏輯分析儀幫助了解此設計

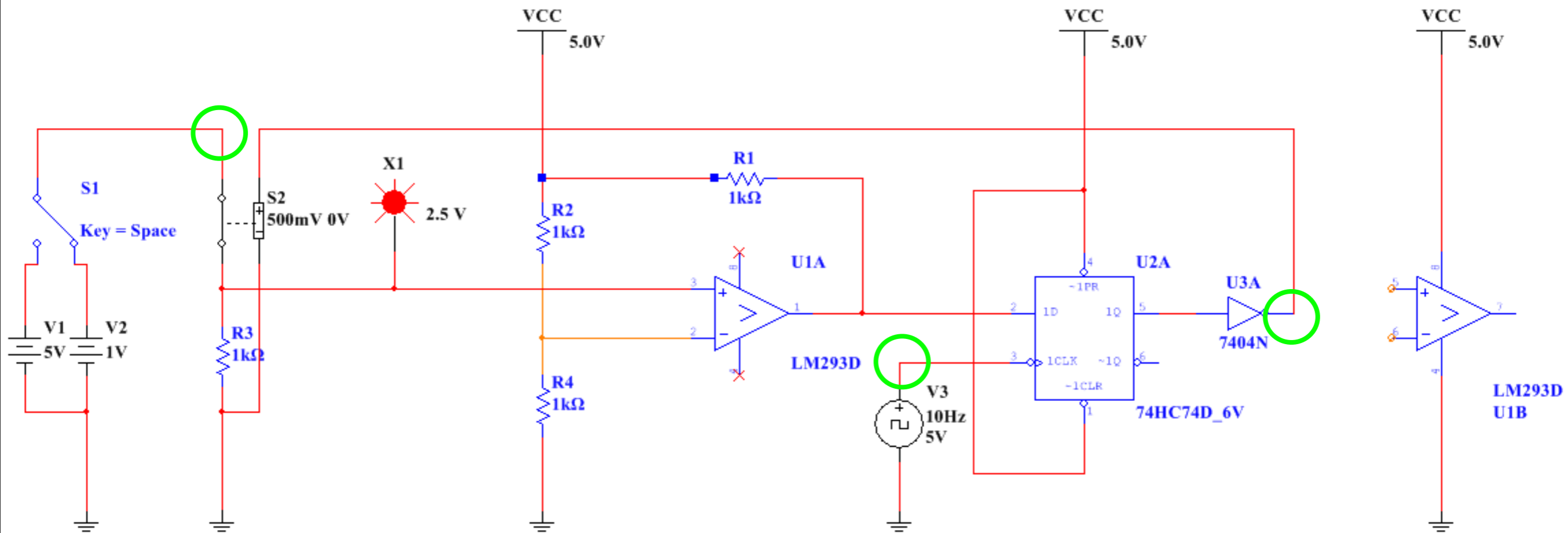


練習題 #3 - 部分材料清單

Group	Family	Component	Footprint manufacturer/type
Basic	SWITCH	S1 - SPDT	—
Basic	SWITCH	S2 - VOLTAGE_CONTROL_SPST _ANIMATED	—
Analog	COMPARATOR	U1 - LM293D	SO-8
CMOS	7HC_6V	U2 - 74HC4D_6V	DO14
TTL	74STD	U3 - 7404N	NO14
Indicators	PROBE	x1 - PROBE_DIG_RED	—



練習題 #3



LM293D 真值表

輸入電壓	輸出組態
$V_+ > V_-$	H
$V_+ < V_-$	L

74HC74D 真值表

Inputs				Outputs		Function
$\overline{\text{CLR}}$	$\overline{\text{PR}}$	D	CK	Q	$\overline{\text{Q}}$	
L	H	X	X	L	H	Clear
H	L	X	X	H	L	Preset
L	L	X	X	H	H	—
H	H	L	\uparrow	L	H	—
H	H	H	\uparrow	H	L	—
H	H	X	\downarrow	Q_n	\overline{Q}_n	No Change