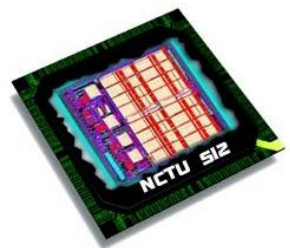


# LAB04

## 認識LCD

Author : 2016 喻婉茹/陳柏亨 (wanjuyu/henry@si2lab.org)

Lecturer : 喻婉茹 (wanjuyu@si2lab.org)



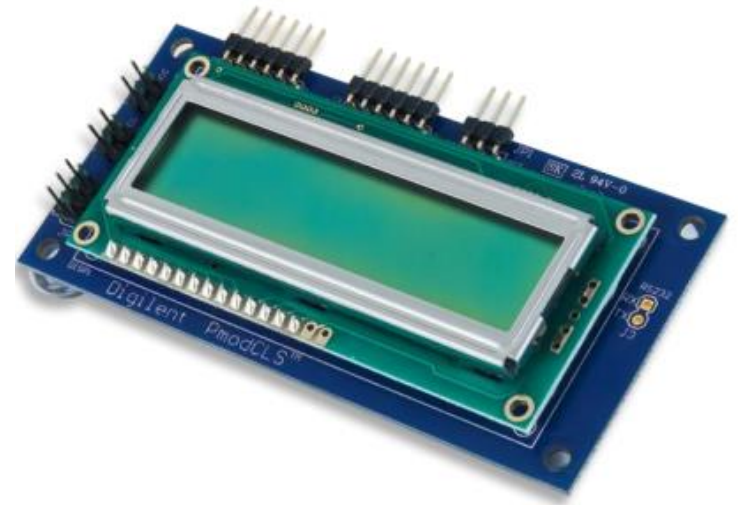
# Introduction

## ✓ LCD (liquid-crystal display)

– Type: DIGILENT PmodCLS

– Feature:

- 16x2 liquid crystal character display
- Wide range of instruction functions
- Up to 32 user definable characters
- Multiple communication options including UART, SPI, and I<sup>2</sup>C
- Small PCB size for flexible designs 1.8" × 3.8" (4.6 cm × 9.7 cm)
- Two 1×6-pin Pmod ports with SPI and UART interfaces
- Library and example code available in resource center



# Character Display

## ✓ Use ASCII code

– <https://zh.wikipedia.org/wiki/ASCII>

二進位	十進位	十六進位	縮寫	Unicode 表示法	脫出字元 表示法	名稱/意義
0000 0000	0	00	NUL	NUL	^@	空字元 (Null)
0000 0001	1	01	SOH	SOH	^A	標題開始
0000 0010	2	02	STX	STX	^B	本文開始
0000 0011	3	03	ETX	ETX	^C	本文結束
0000 0100	4	04	EOT	EOT	^D	傳輸結束
0000 0101	5	05	ENQ	ENQ	^E	請求
0000 0110	6	06	ACK	ACK	^F	確認回應
0000 0111	7	07	BEL	BEL	^G	響鈴
0000 1000	8	08	BS	BS	^H	退格
0000 1001	9	09	HT	HT	^I	水平定位符號
0000 1010	10	0A	LF	LF	^J	換行鍵
0000 1011	11	0B	VT	VT	^K	垂直定位符號
0000 1100	12	0C	FF	FF	^L	換頁鍵
0000 1101	13	0D	CR	CR	^M	Enter鍵
0000 1110	14	0E	SO	SO	^N	取消變換 (Shift out)
0000 1111	15	0F	SI	SI	^O	啟用變換 (Shift in)
0001 0000	16	10	DLE	DLE	^P	跳出資料通訊
0001 0001	17	11	DC1	DC1	^Q	裝置控制一 (XON 啟用軟體速度控制)
0001 0010	18	12	DC2	DC2	^R	裝置控制二
0001 0011	19	13	DC3	DC3	^S	裝置控制三 (XOFF 停用軟體速度控制)
0001 0100	20	14	DC4	DC4	^T	裝置控制四
0001 0101	21	15	NAK	NAK	^U	確認失敗回應
0001 0110	22	16	SYN	SYN	^V	同步用暫停
0001 0111	23	17	ETB	ETB	^W	區塊傳輸結束
0001 1000	24	18	CAN	CAN	^X	取消
0001 1001	25	19	EM	EM	^Y	連線介質中斷
0001 1010	26	1A	SUB	SUB	^Z	替換
0001 1011	27	1B	ESC	ESC	^[	退出鍵
0001 1100	28	1C	FS	FS	^\	檔案分割符
0001 1101	29	1D	GS	GS	^]	群組分隔符
0001 1110	30	1E	RS	RS	^^	記錄分隔符
0001 1111	31	1F	US	US	^_	單元分隔符

二進位	十進位	十六進位	圖形	二進位	十進位	十六進位	圖形	二進位	十進位	十六進位	圖形
0010 0000	32	20	(space)	0100 0000	64	40	@	0110 0000	96	60	`
0010 0001	33	21	!	0100 0001	65	41	A	0110 0001	97	61	a
0010 0010	34	22	"	0100 0010	66	42	B	0110 0010	98	62	b
0010 0011	35	23	#	0100 0011	67	43	C	0110 0011	99	63	c
0010 0100	36	24	\$	0100 0100	68	44	D	0110 0100	100	64	d
0010 0101	37	25	%	0100 0101	69	45	E	0110 0101	101	65	e
0010 0110	38	26	&	0100 0110	70	46	F	0110 0110	102	66	f
0010 0111	39	27	'	0100 0111	71	47	G	0110 0111	103	67	g
0010 1000	40	28	(	0100 1000	72	48	H	0110 1000	104	68	h
0010 1001	41	29	)	0100 1001	73	49	I	0110 1001	105	69	i
0010 1010	42	2A	*	0100 1010	74	4A	J	0110 1010	106	6A	j
0010 1011	43	2B	+	0100 1011	75	4B	K	0110 1011	107	6B	k
0010 1100	44	2C	,	0100 1100	76	4C	L	0110 1100	108	6C	l
0010 1101	45	2D	-	0100 1101	77	4D	M	0110 1101	109	6D	m
0010 1110	46	2E	.	0100 1110	78	4E	N	0110 1110	110	6E	n
0010 1111	47	2F	/	0100 1111	79	4F	O	0110 1111	111	6F	o
0011 0000	48	30	0	0101 0000	80	50	P	0111 0000	112	70	p
0011 0001	49	31	1	0101 0001	81	51	Q	0111 0001	113	71	q
0011 0010	50	32	2	0101 0010	82	52	R	0111 0010	114	72	r
0011 0011	51	33	3	0101 0011	83	53	S	0111 0011	115	73	s
0011 0100	52	34	4	0101 0100	84	54	T	0111 0100	116	74	t
0011 0101	53	35	5	0101 0101	85	55	U	0111 0101	117	75	u
0011 0110	54	36	6	0101 0110	86	56	V	0111 0110	118	76	v
0011 0111	55	37	7	0101 0111	87	57	W	0111 0111	119	77	w
0011 1000	56	38	8	0101 1000	88	58	X	0111 1000	120	78	x
0011 1001	57	39	9	0101 1001	89	59	Y	0111 1001	121	79	y
0011 1010	58	3A	:	0101 1010	90	5A	Z	0111 1010	122	7A	z
0011 1011	59	3B	;	0101 1011	91	5B	[	0111 1011	123	7B	{
0011 1100	60	3C	<	0101 1100	92	5C	\	0111 1100	124	7C	
0011 1101	61	3D	=	0101 1101	93	5D	]	0111 1101	125	7D	}
0011 1110	62	3E	>	0101 1110	94	5E	^	0111 1110	126	7E	~
0011 1111	63	3F	?	0101 1111	95	5F	_				



# Instruction Function

## ✓ Escape sequence

- 'ESC' (0x1B) + '[' (0x5B) + special instruction
- [https://reference.digilentinc.com/pmod/pmod/cls/user\\_guide](https://reference.digilentinc.com/pmod/pmod/cls/user_guide)

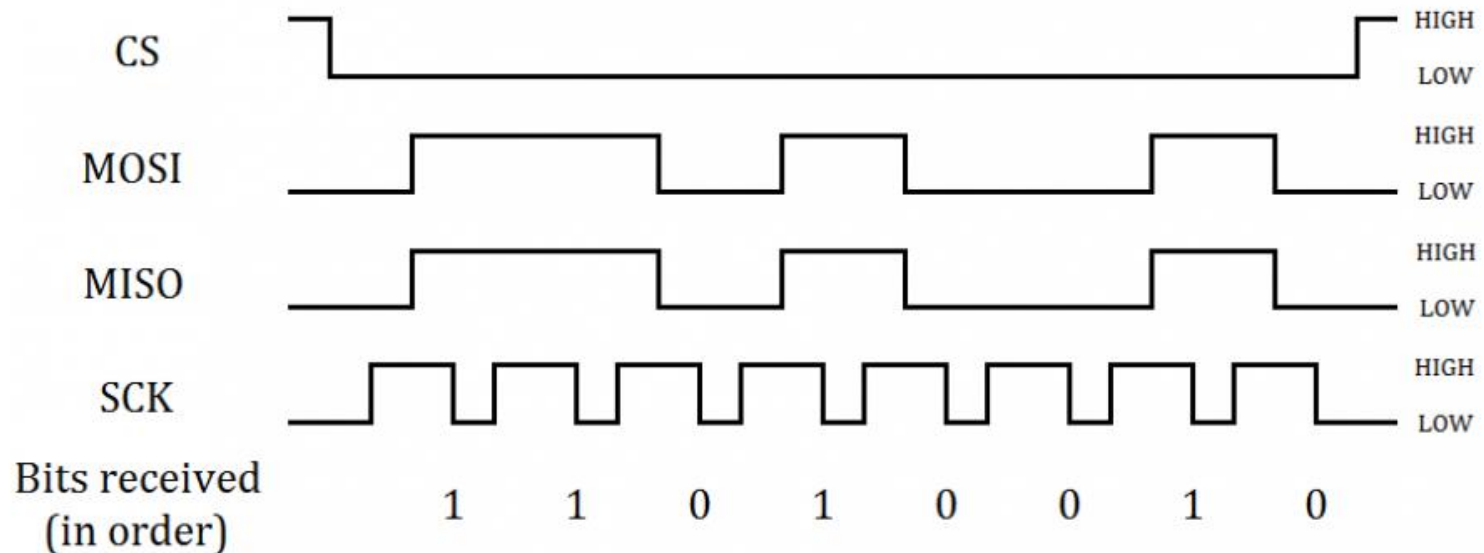
Instruction	Result
<row>;<col>H	set cursor position to <row>, <col>
s	save cursor position
u	restore saved cursor position
j	clear display and home cursor
<ps>K	erase within line, 0 = current position to end of line, 1 = start of line to current position, 2 = entire line
<ps>N	erase field in current line <ps> = number of chars starting at current position
<pn>@	scroll left <pn> columns
<pn>A	scroll right <pn> columns
*	reset: equivalent to cycling power of PmodCLS
<ps>h	set display mode, 0 = wrap line at 16 character, 1 = wrap line at 40 characters
<ps>c	set cursor mode, 0 = cursor off, 1 = cursor on, blink off, 2 = cursor on, blink on
<pn>a	save TWI address in EEPROM to <pn>
<pn>b	save baud rate value in EEPROM to <pn>
<pt>p	program character table into LCD



# Communication protocol

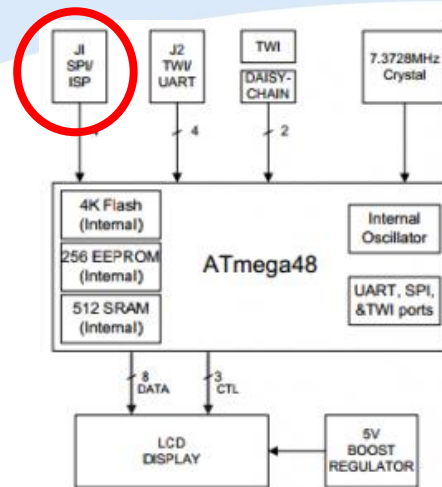
## ✓ Use SPI (Serial Peripheral Interface)

- [https://reference.digilentinc.com/pmod/communication\\_protocols/spi](https://reference.digilentinc.com/pmod/communication_protocols/spi)
- CS (chip select) : active low
- MOSI (master out slave in) & MISO (mater in slave out)
  - Master和slave之間互相溝通data
- SCK (serial clock) : 在falling edge傳遞資料



# PmodCLS

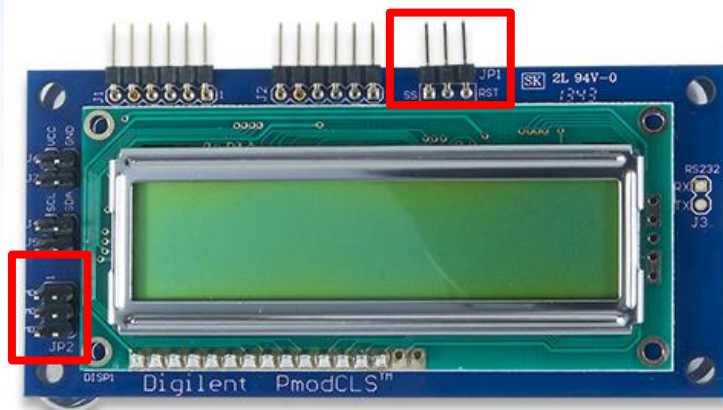
- ✓ 只會用到Header J1
  - 因為我們要用SPI protocol



Header J1		
Pin	Signal	Description
1	SS	Slave Select
2	MOSI	Master-Out-Slave-In
3	MISO	Master-In-Slave-Out
4	SCK	Serial Clock
5	GND	Power Supply Ground
6	VCC	Positive Power Supply (3.3V)

- ✓ Jumper需要調整!
  - JP1: 中間和SS連在一起
  - JP2: 參考下面的table, 選SPI

- For rev. E boards, a missing jumper is represented by a '1' and a connected jumper is represented by a '0'.



MD2, MD1, MD0	Protocol	Details
0,0,0	UART	2400 baud
0,0,1	UART	4800 baud
0,1,0	UART	9600 baud
0,1,1	UART	Baud rate in EEPROM
1,0,0	TWI	Address: 0x48
1,0,1	TWI	Address in EEPROM
1,1,0	SPI	
1,1,1	Specified in EEPROM	Specified in EEPROM

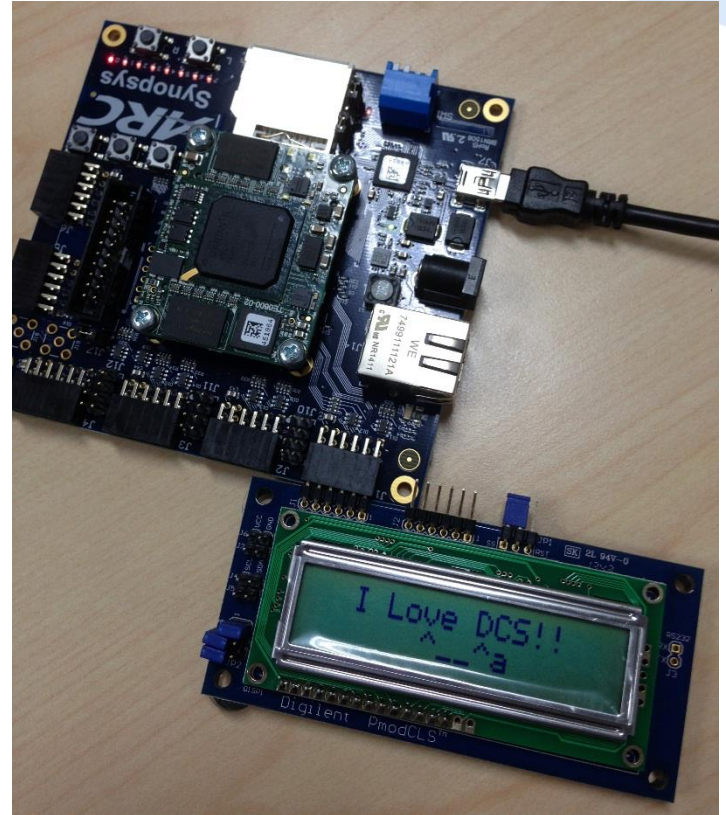




# Example code

## ✓ DIGILENT提供的範例程式

- Input
  - Reset: 整個程式reset
  - Clear: 把LCD畫面上的字全部清掉
  - Start: 在LCD上顯示內容
- Output -> LCD
- master\_interface.v
  - 主要控制的design，負責產生SS
- spi\_interface.v
  - 將1byte的data，轉成SPI的模式
  - 負責產生MOSI、MISO、SCK
- command\_lookup.v
  - 存放顯示內容的ASCII code
- 注意!!!因為他使用的版子和我們的不同，記得要修改ucf檔
- LCD只要input一串內容，在下次改變前，會一直保持



# Lab04

## ✓ 題目

- 設計一個倒數器，並將倒數的數字顯示在LCD上
- 功能
  - 設定數字：可以設定要從哪個數字開始倒數，最大設定到60
  - 重設數字：將數字歸零
  - 開始：按下後開始倒數，倒數頻率可以自由決定
  - 暫停：按下後，停留在當下數到的數字
  - 繼續：從暫停的數字開始繼續往下數
  - 重新開始：回到一開始設定的數字

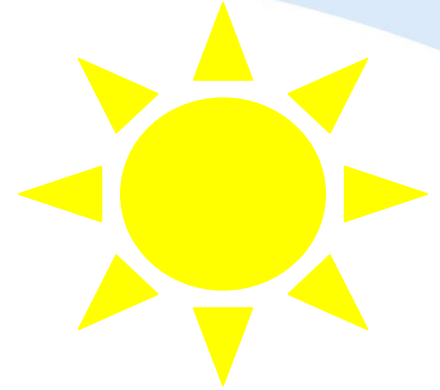
✓ Due day: **6/1(三) PM10**，一個人只能demo **2**次

## ✓ 繳交檔案：

- Countdown\_dcs**xx**.bit
- Countdown\_dcs**xx**.v //top module
- 若有多個.v檔，請打包一起上傳~







助教會抓抄襲，被抓到的暑假就開始囉^\_^



# 借板子注意事項

- ✓ 四個人借一組板子，若人數不夠助教會幫忙安排~
- ✓ 歸還日期：Lab04 demo完
- ✓ 內容物：
  - 板子
  - 電源線
  - 傳輸線
  - LCD
- ✓ 一拿到板子要先檢查~確定內容物都有!
- ✓ 歸還後若是發現板子有問題，助教會找借的那四個人照價賠償

