



TM87 & TM89 series IC

LCD waveform and selection guide

Application Note

**Tenx reserves the right to change or
discontinue this product without notice.**

tenx technology inc.

CONTENTS

PRODUCT NAME 3

 TM87& TM89 series MCU 3

 LCD waveform and selection guide for TM87 & TM89 series IC..... 3

APPLICATION NOTE..... 3

附錄: TM87 以及TM89 系列IC的LCD驅動波形（部分） 6

 1/4 duty, 1/2 bias 6

 1/4 duty, 1/3 bias 6

 1/4 duty, 1/4 bias 7

 1/4 duty, 1/5 bias 7

PRODUCT NAME**TM87& TM89 series MCU****TITLE****LCD waveform and selection guide for TM87 & TM89 series IC****APPLICATION NOTE**

TM87 和 TM89 系列 MCU 都包含有 LCD 驅動功能，下面將詳細講解如何為這兩個系列 IC 選擇/制訂 LCD 參數。

LCD 的電氣參數主要有三個，分別是 DUTY，BIAS 以及工作電壓，下面將對這三個參數一一說明。

1. DUTY 的選擇主要是依據產品的功能/定位而決定，比如 LCD 的點數的多少，LCD 的面積大小，以及客戶對產品 LCD 顯示效果的具體要求，基本規律是 DUTY 越小，LCD 顯示的效果將越好，而 DUTY 越小則將需要更多的 MCU 資源（SEGMENT 線），所以需要用戶根據客戶的需求合理的選擇 DUTY。
2. BIAS 的選擇主要根據 DUTY 來決定，從多路 LCD 驅動原理來看，不僅選通圖元上施加有電壓，非選通圖元上也施加了電壓。非選通時波形電壓與選通時波形電壓之比為偏壓比 $Bias=1/a$ 。

為了使選通圖元之間及非選通圖元之間顯示狀態一致，必須要求選通點電壓 V_{on} 一致，非選通點電壓 V_{off} 一致。為了使圖元在選通電壓作用下被選通，而在非選通電壓作用下不選通，必須要求 LCD 的光電性能有閾值特性，且越陡越好。但由於材料和模式的限制，LCD 電光曲線陡度總是有限的。因而反過來要求 V_{on} 、 V_{off} 拉得越開越好，即 V_{on}/V_{off} 越大越好。經理論計算，當 Duty、Bias 滿足以下關係時， V_{on}/V_{off} 取得最大值。滿足下式的 a ，即為驅動路數為 N （DUTY）的最佳偏壓值。例如 DUTY=1/4 的 LCD，其驅動路數為 4，則代入公式得出 $a=3$ ，則配合 1/4 DUTY 的 LCD 的 BIAS 最好是 1/3。

$$a = \sqrt{N} + 1$$

3. LCD 工作電壓根據 IC 的不同而有不同的選擇以及限制，下面將分別說明：
 - a. TM87 系列 IC 有三個可選擇的電源選項（請注意這裏是 IC 的工作電壓，而非 LCD 的工作電壓），它們分別是 1.5V（Ag），3.0V（Li），4.5V（Ext-V）。

當 IC 的工作電壓為 1.5V（Ag）時，LCD 的工作電壓 V_{lcd} ，與 IC 的工作電壓 V_{ic} 的關係滿足下列關係 $V_{lcd}=V_{ic}*a$ ， $a=1/BIAS$ ，例如，假設 $V_{ic}=1.6V$ ，BIAS=1/3 則 $V_{lcd}=4.8V$ 。

當 IC 的工作電壓為 3.0V（Li），4.5V（Ext-V）時，LCD 的工作電壓 V_{lcd} ，

與 IC 的工作電壓 V_{ic} 的關係滿足下列關係 $V_{lcd} = V_{ic} / 2 * a$ ， $a = 1 / BIAS$ ，例如，假設 $V_{ic} = 2.8V$ ， $BIAS = 1/4$ 則 $V_{lcd} = 5.6V$ 。

以上為絕大多數 TM87 系列 IC 所共同遵循的 LCD 工作電壓選擇的方法，但是目前還有一個 IC 比較特殊，它就是 TM87R04，TM87R04 在 MASK OPTION 中的 BIAS 選項中增加了 1/3 Bias (1.0V step)，如果使用這個選項，則 TM87R04 所驅動的 LCD 的工作電壓 V_{lcd} 將等於 IC 的工作電壓 V_{ic} ，如果 TM87R04 不使用此選項，則其 LCD 的工作電壓計算方式與其他 TM87 系列 IC 完全一致。

- b. TM89 系列 IC 的 LCD 工作電壓的選擇/計算有兩種方式，一種方式是當 TM89 系列 IC 工作在沒有穩壓輸入時，其 LCD 的工作電壓計算方式與 TM87 系列 IC 相同，此方式對應於 TM89 系列 IC 的 MASK OPTION --- External Regulator for LCD 選擇為 NO USE 的情況。

另一種方式是當 TM89 系列 IC 工作在有穩壓輸入時，對應於 TM89 系列 IC 的 MASK OPTION --- External Regulator for LCD 選擇 VL2 或 VL1 時。下面將詳細說明，當 External Regulator for LCD 選擇為 VL2 時，如果輸入 VL2 的電壓是 V_{reg} ，則此時 LCD 的工作電壓 $V_{lcd} = V_{reg} / 2 * a$ ， $a = 1 / BIAS$ ，當 External Regulator for LCD 選擇為 VL1 時，如果輸入 VL1 的電壓是 V_{reg} ，則此時 LCD 的工作電壓 $V_{lcd} = V_{reg} * a$ ， $a = 1 / BIAS$ 。

- c. LCD 工作電壓的選擇還要注意另外一個問題——電壓的範圍，例如 TM8726 的 LCD 工作電壓範圍是 1.2V~8.0V（具體參考 Allowable operating conditions），假設 TM8726 使用 4.5V 工作電壓，使用 1/4 BIAS，LCD 的工作電壓將是 9.0V，這就超出了 TM8726 的 VDD4 可以工作的電壓（2.4V~8.0V），所以這樣的參數也是不可以採用的。而對於 TM89 系列 IC 而言，由於加入了外部穩壓輸入使得情況稍微複雜一些，當 TM89 系列 IC 不使用外部穩壓輸入時，情況同 TM87 系列 IC 基本相同，只要注意 LCD 的工作電壓不能大於 IC 所規定的 V_{Lx} 最高電壓即可，而 LCD 的最低電壓由 IC 的最低工作電壓決定並確保不會發生問題，而一旦使用了外部穩壓輸入，則還要考慮到穩壓輸入的最小電壓問題，請參考下圖 TM8959 Allowable operating conditions 中 Supply Voltage 部分。

ALLOWABLE OPERATING CONDITIONS

At $T_a = -40^{\circ}C$ to $80^{\circ}C$, GND = 0V

Name	Symb.	Condition	Min.	Max.	Unit
Supply Voltage	VBAT		1.2	3.6	
	VL1		0.95	1.8	V
	VL2		2.0	3.6	V
	VL3		3.0	6.0	V
	VL4		3.0	6.0	V
	VL5		3.0	6.0	V

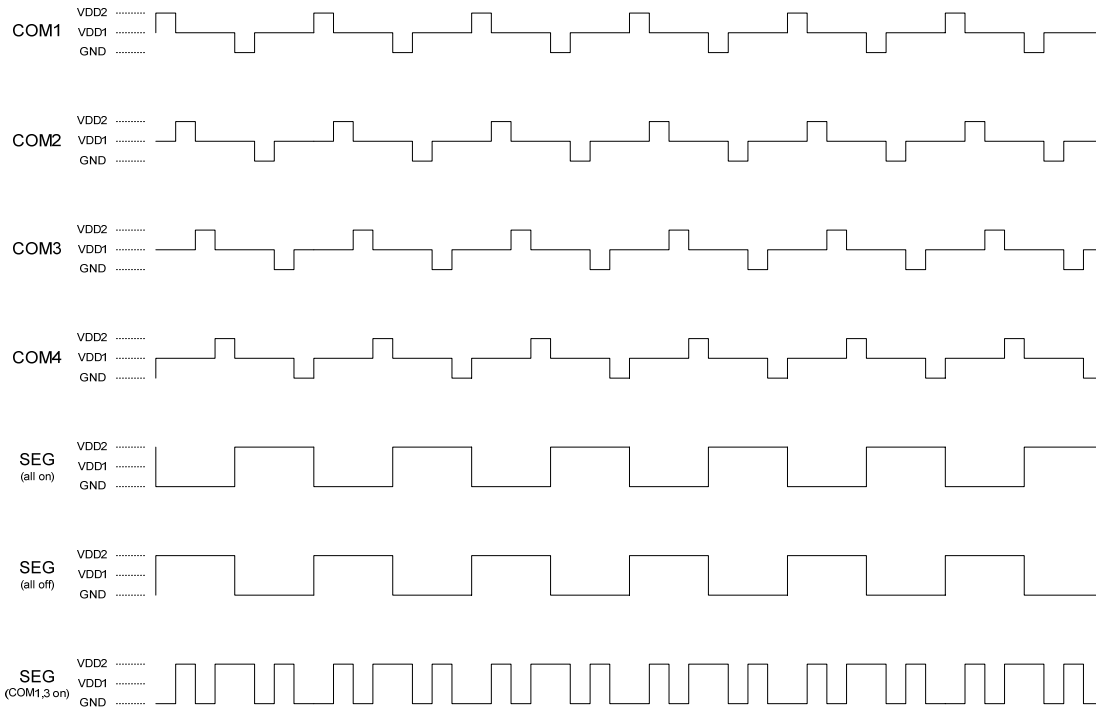
我們可以看到，在上表中 VL1 的電壓範圍是 0.95V-1.8V，但是還有另外一個條件也要同

時考慮，當 MASK OPTION 選擇為 3.0V (BCF=0, BAK=VL1) 時，VL1 的電壓必須大於等於 1.1V，以保證 IC 的振盪和內核可以工作正常，所以當 MASK OPTION 選擇為 3.0V (BCF=0, BAK=VL1) 時，VL1 的電壓範圍是 1.1V-1.8V，而其他情況下 VL1 的電壓範圍就是表中的 0.95V-1.8V，當然還有最高電壓方面也要考慮，例如 VL5 的最高電壓是 6.0V，所以對於一個採用了 1/5BIAS 的 TM89 系列 IC 而言，其 VL1 的電壓不能高於 1.2V (因為 VL5 的電壓等於 VL1 電壓乘 5)。

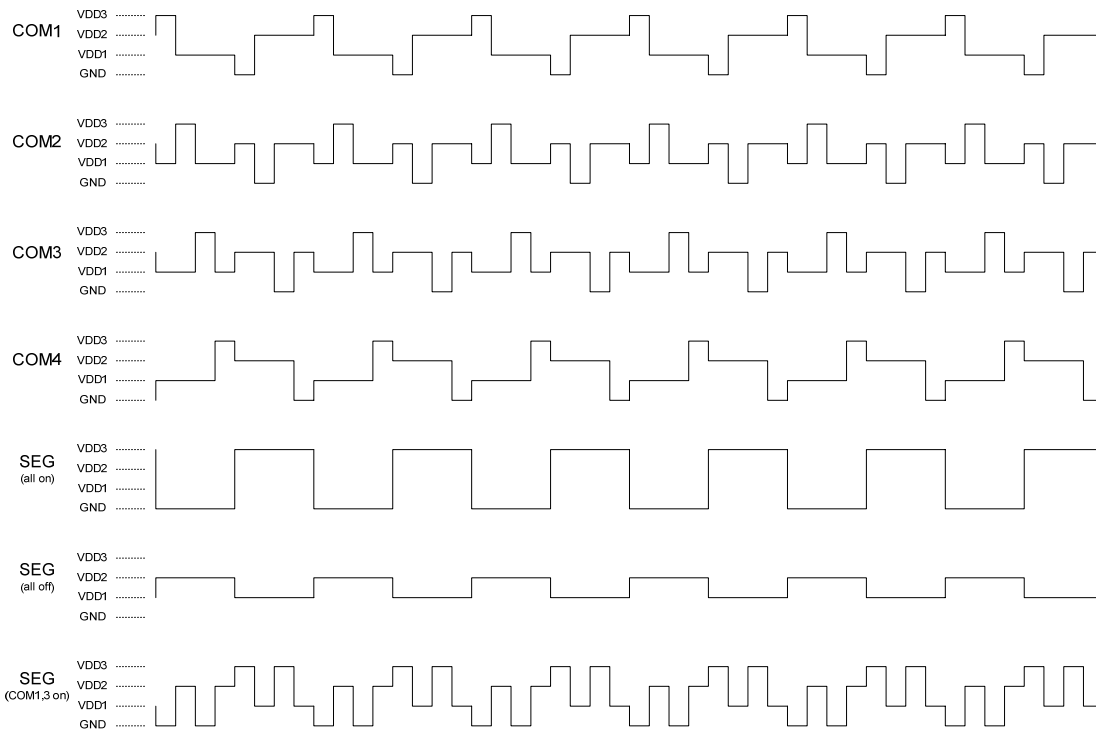
4. 對於 LCD 參數的選定，一定要綜合以上各個因素，最後加上成本因素，產品應用本身特點，最後制訂一個符合全部或大部分要求的參數。

附錄: TM87 以及 TM89 系列 IC 的 LCD 驅動波形 (部分) .

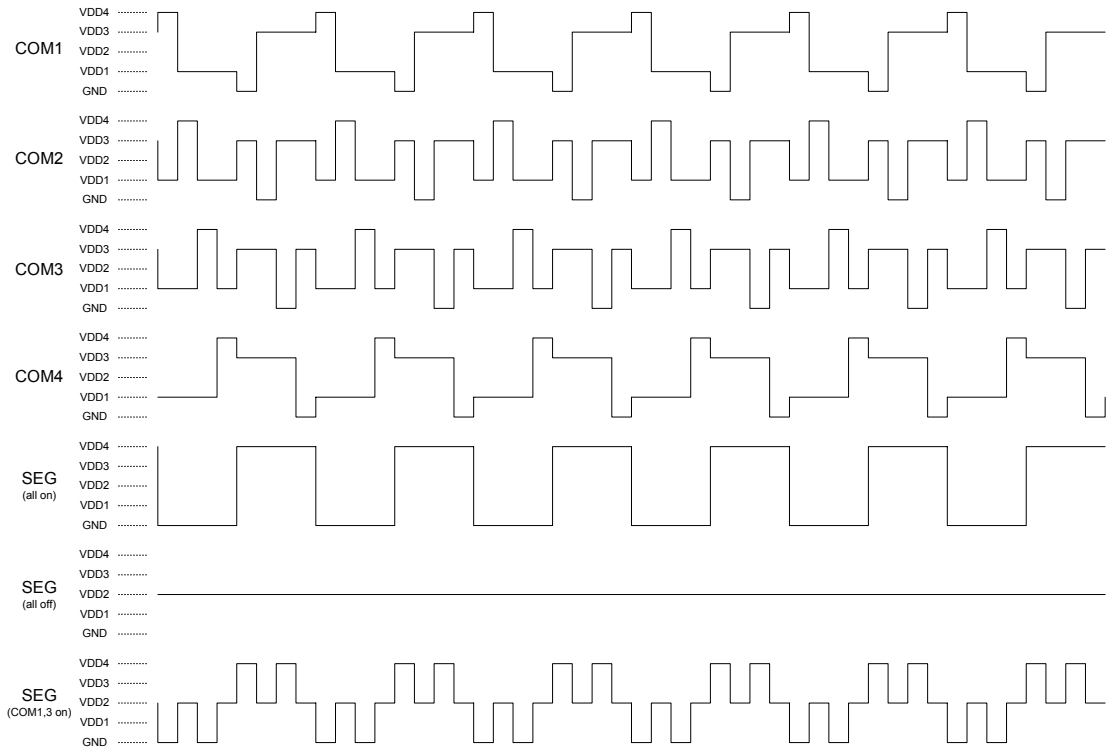
1/4 duty, 1/2 bias



1/4 duty, 1/3 bias



1/4 duty, 1/4 bias



1/4 duty, 1/5 bias

