



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

附录: TM87 以及TM89 系列IC的LCD驱动波形 (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 驱动功能，下面将详细讲解如何为这两个系列 IC 选择/制订 LCD 参数。

LCD 的电气参数主要有三个，分别是 DUTY，BIAS 以及工作电压，下面将对这三个参数一一说明。

1. DUTY 的选择主要是依据产品的功能/定位而决定，比如 LCD 的点数的多少，LCD 的面积大小，以及客户对产品 LCD 显示效果的具体要求，基本规律是 DUTY 越小，LCD 显示的效果将越好，而 DUTY 越小则将需要更多的 MCU 资源（SEGMENT 线），所以需要用户根据客户的需求合理的选择 DUTY。
2. BIAS 的选择主要根据 DUTY 来决定，从多路 LCD 驱动原理来看，不仅选通像素上施加有电压，非选通像素上也施加了电压。非选通时波形电压与选通时波形电压之比为偏压比 $Bias=1/a$ 。

为了使选通像素之间及非选通像素之间显示状态一致，必须要求选通点电压 V_{on} 一致，非选通点电压 V_{off} 一致。为了使像素在选通电压作用下被选通，而在非选通电压作用下不选通，必须要求 LCD 的光电性能有阈值特性，且越陡越好。但由于材料和模式的限制，LCD 电光曲线陡度总是有限的。因而反过来要求 V_{on} 、 V_{off} 拉得越开越好，即 V_{on}/V_{off} 越大越好。经理论计算，当 Duty、Bias 满足以下关系时， V_{on}/V_{off} 取得最大值。满足下式的 a ，即为驱动路数为 N （DUTY）的最佳偏压值。例如 DUTY=1/4 的 LCD，其驱动路数为 4，则代入公式得出 $a=3$ ，则配合 1/4 DUTY 的 LCD 的 BIAS 最好是 1/3。

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

3. LCD 工作电压根据 IC 的不同而有不同的选择以及限制，下面将分别说明：
 - a. TM87 系列 IC 有三个可选择的电源选项（请注意这里是 IC 的工作电压，而非 LCD 的工作电压），它们分别是 1.5V（Ag），3.0V（Li），4.5V（Ext-V）。

当 IC 的工作电压为 1.5V（Ag）时，LCD 的工作电压 V_{lcd} ，与 IC 的工作电压 V_{ic} 的关系满足下列关系 $V_{lcd}=V_{ic}*a$ ， $a=1/BIAS$ ，例如，假设 $V_{ic}=1.6V$ ， $BIAS=1/3$ 则 $V_{lcd}=4.8V$ 。

当 IC 的工作电压为 3.0V（Li），4.5V（Ext-V）时，LCD 的工作电压 V_{lcd} ，与 IC 的工作电压 V_{ic} 的关系满足下列关系 $V_{lcd}=V_{ic}/2*a$ ， $a=1/BIAS$ ，例如，假设 $V_{ic}=2.8V$ ， $BIAS=1/4$ 则 $V_{lcd}=5.6V$ 。

以上为绝大多数 TM87 系列 IC 所共同遵循的 LCD 工作电压选择的方法，但是目前还有一个 IC 比较特殊，它就是 TM87R04，TM87R04 在 MASK OPTION 中的 BIAS 选项中增加了 1/3 Bias (1.0V step)，如果使用这个选项，则 TM87R04 所驱动的 LCD 的工作电压 V_{lcd} 将等于 IC 的工作电压 V_{ic} ，如果 TM87R04 不使用此选项，则其 LCD 的工作电压计算方式与其他 TM87 系列 IC 完全一致。

- b. TM89 系列 IC 的 LCD 工作电压的选择/计算有两种方式，一种方式是当 TM89 系列 IC 工作在没有稳压输入时，其 LCD 的工作电压计算方式与 TM87 系列 IC 相同，此方式对应于 TM89 系列 IC 的 MASK OPTION --- External Regulator for LCD 选择为 NO USE 的情况。

另一种方式是当 TM89 系列 IC 工作在有稳压输入时，对应于 TM89 系列 IC 的 MASK OPTION --- External Regulator for LCD 选择 VL2 或 VL1 时。下面将详细说明，当 External Regulator for LCD 选择为 VL2 时，如果输入 VL2 的电压是 V_{reg} ，则此时 LCD 的工作电压 $V_{lcd}=V_{reg} / 2 * a$ ， $a=1/BIAS$ ，当 External Regulator for LCD 选择为 VL1 时，如果输入 VL1 的电压是 V_{reg} ，则此时 LCD 的工作电压 $V_{lcd}=V_{reg} * a$ ， $a=1/BIAS$ 。

- c. LCD 工作电压的选择还要注意另外一个问题---电压的范围，例如 TM8726 的 LCD 工作电压范围是 1.2V~8.0V（具体参考 Allowable operating conditions），假设 TM8726 使用 4.5V 工作电压，使用 1/4 BIAS，LCD 的工作电压将是 9.0V，这就超出了 TM8726 的 VDD4 可以工作的电压（2.4V~8.0V），所以这样的参数也是不可以采用的。而对于 TM89 系列 IC 而言，由于加入了外部稳压输入使得情况稍微复杂一些，当 TM89 系列 IC 不使用外部稳压输入时，情况同 TM87 系列 IC 基本相同，只要注意 LCD 的工作电压不能大于 IC 所规定的 VLx 最高电压即可，而 LCD 的最低电压由 IC 的最低工作电压决定并确保不会发生问题，而一旦使用了外部稳压输入，则还要考虑到稳压输入的最小电压问题，请参考下图 TM8959 Allowable operating conditions 中 Supply Voltage 部分。

ALLOWABLE OPERATING CONDITIONS

At $T_a = -40^{\circ}\text{C}$ to 80°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

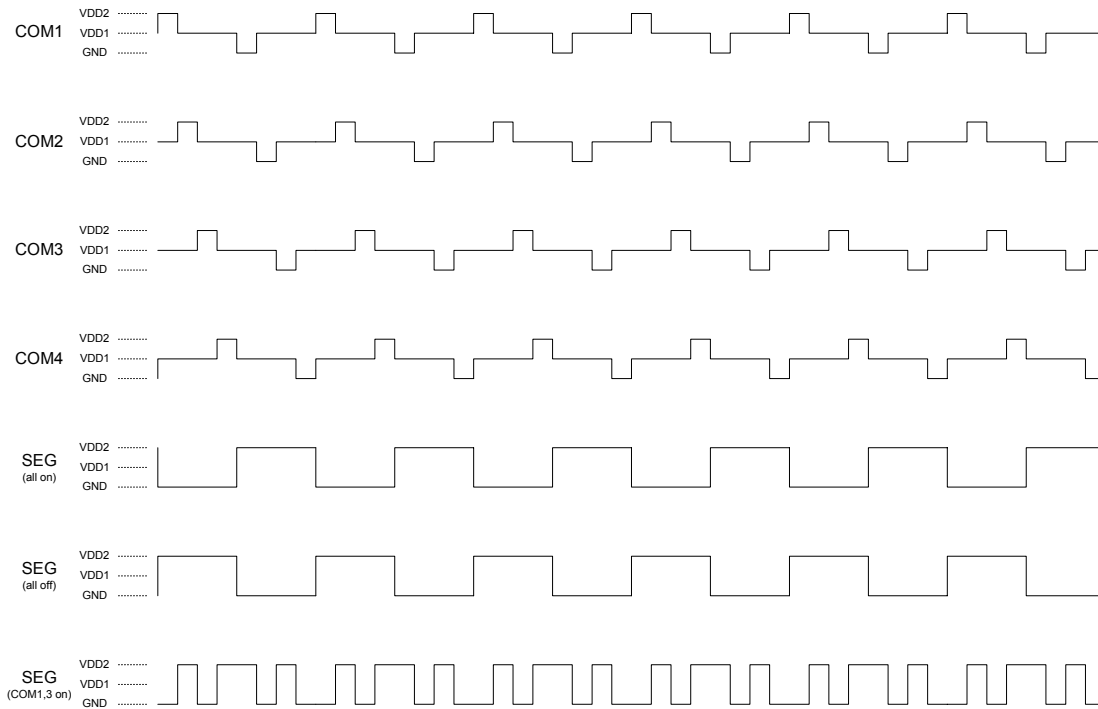
我们可以看到，在上表中 VL1 的电压范围是 0.95V-1.8V，但是还有另外一个条件也要同时考虑，当 MASK OPTION 选择为 3.0V (BCF=0, BAK=VL1) 时，VL1 的电压必须大于等于 1.1V，以保证 IC 的振荡和内核可以工作正常，所以当 MASK OPTION 选择为 3.0V (BCF=0, BAK=VL1) 时，VL1 的电压范围是 1.1V-1.8V，而其他情况下 VL1 的电压范围

就是表中的 0.95V-1.8V，当然还有最高电压方面也要考虑，例如 VL5 的最高电压是 6.0V，所以对于一个采用了 1/5BIAS 的 TM89 系列 IC 而言，其 VL1 的电压不能高于 1.2V（因为 VL5 的电压等于 VL1 电压乘 5）。

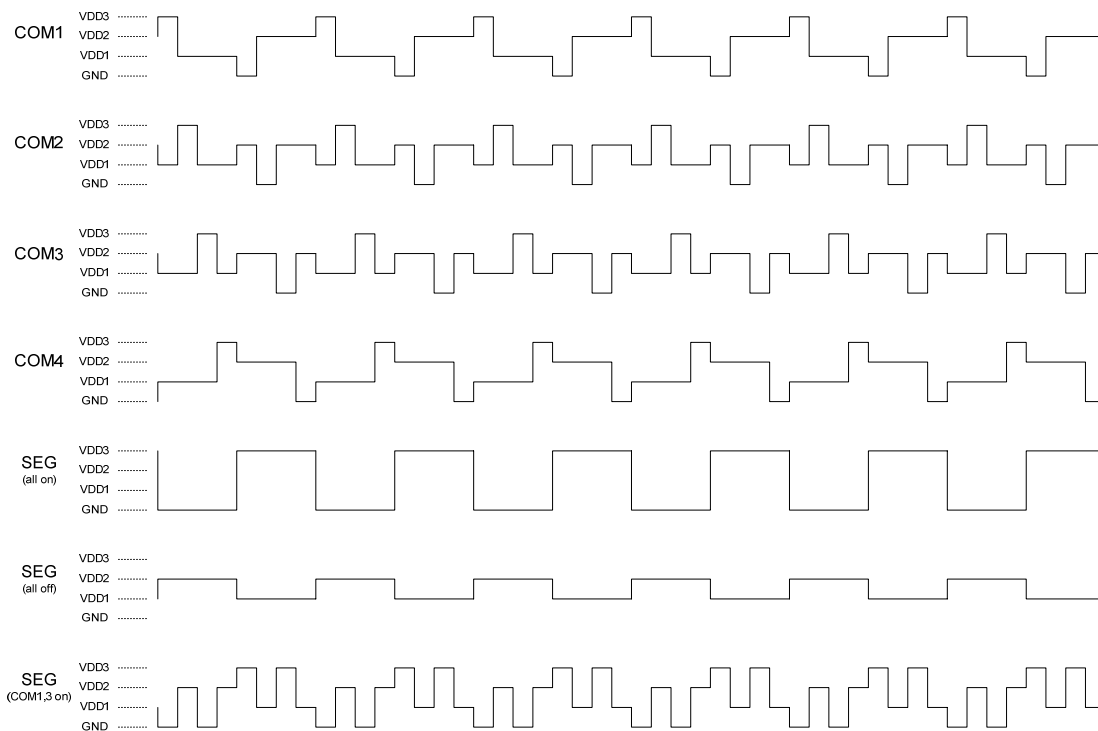
4. 对于 LCD 参数的选定，一定要综合以上各个因素，最后加上成本因素，产品应用本身特点，最后制订一个符合全部或大部分要求的参数。

附录: TM87 以及 TM89 系列 IC 的 LCD 驱动波形 (部分) .

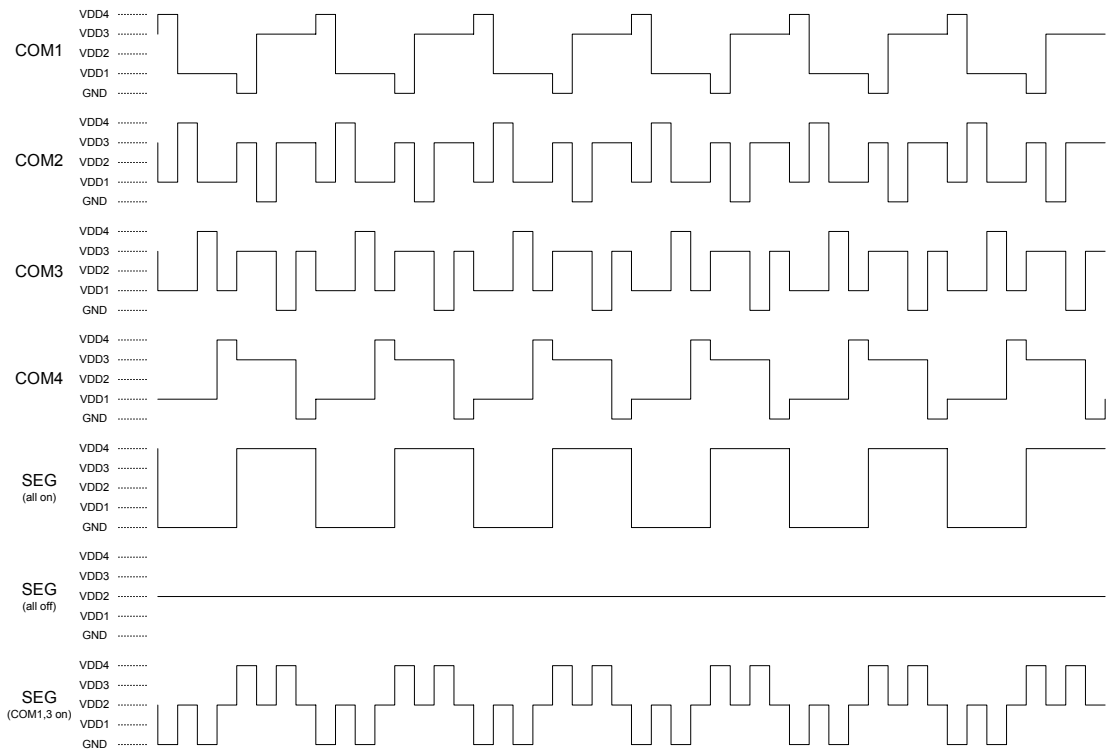
1/4 duty, 1/2 bias



1/4 duty, 1/3 bias



1/4 duty, 1/4 bias



1/4 duty, 1/5 bias

