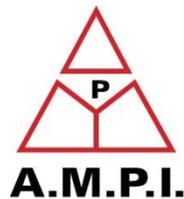


Master-9

可编程的脉冲刺激器

用户手册



A.M.P.I.
123 Uziel St., P.O.B. 16477
Jerusalem 91163, ISRAEL
phone: +972 2 643-9338
fax: +972 2 643-1833
e-mail: info@ampi.co.il
<http://www.ampi.co.il>

感谢您使用 **Master-9**——最好的脉冲刺激器！

Master-9 是一台先进的 9 通道脉冲刺激器，提供了许多不同的和有用的功能。

Master-9 对用户是非常友好的，易于学习，通过简单的程序可以使用预先存储的范式。

请仔细阅读本手册，熟悉所有 **Master-9** 独特和高级的功能选项。

目录

1	概述	6
1.1	输出	6
1.2	范式 (第 11 章)	6
1.3	控制 Master-9	6
1.4	固件升级	7
1.5	记录和回放输入模式 (第 13 章)	7
1.6	组合输出: A、B 和 C 输出	7
1.7	外部输入: 1、2 和 3 输入 (第 8 章)	7
1.8	时钟 (第 15 章)	7
2	前面板和后面板	8
2.1	前面板	8
2.2	后面板	8
3	触摸屏	9
3.1	通道的参数	9
3.2	手动触发	10
3.3	连接表	10
3.4	范式	10
3.5	版本信息	10
3.6	时钟	10
4	操作模式	11
4.1	设置操作模式	11
5	设置参数	12
5.1	参数	12
5.2	设置时间参数	12
5.3	设置参数 "N"	13
5.4	设置电压参数 "V" 和 "v" (递进量 ΔV)	13
6	应用	14
7	连接表	15
8	触发	16
8.1	手动触发	16
8.2	设置内部连接	16
9	外部触发输入	17
10	显示其他通道	18
10.1	显示其他通道	18
10.2	隐藏触摸屏上的通道	18
10.3	清除通道的所有参数	18

11	9 组可存储的范式	19
11.1	切换到其他范式	19
11.2	拷贝范式	19
11.3	清除范式	19
12	Master-9 的编程示例	20
13	通道 9：回放外部模式	23
13.1	运行模式	23
13.2	记录模式	23
13.3	Excel 波形文件	23
13.3.1	存储一个波形到 Excel 文件：	23
13.3.2	从电脑上下载波形到 Master-9	24
13.3.3	运行存储的波形	24
13.4	从外部信号源记录并输出波形	25
13.4.1	从外部信号源记录波形	25
13.4.2	SAVE 键	25
13.4.3	回放存储的波形	25
14	连接到计算机	26
15	时钟	27
15.1	时钟 (CLK)	27
15.2	码表 (SW)	27

1 概述

Master-9 是一台 9 通道的脉冲刺激器，用于神经和肌肉刺激研究，以及广泛的神经生理学刺激实验。

1.1 输出

每一个通道都可以提供重复、单个、一串或两个输出。输出的脉冲可以设置为单相、双相和斜坡输出。

所有通道都可以相互间进行操作，也可以同步组合产生简单或复杂的脉冲波形。

其中的一些通道可以用来进行刺激，同时使用其他的通道来触发其他设备（如示波器、电脑等）进行同步。

1.2 范式 (第 11 章)

Master-9 可以存储不同的 9 种用户预制的实验模式（范式）。每一个范式都可以对所有的 9 个通道进行参数设置。你可以轻易的在各个范式间进行切换。

这个功能在下面的情形中将会非常有用：

- 在当前的实验过程中需要立即修改实验参数时。可以将各个实验的参数存储在不同的范式中，然后切换范式就可以轻易快速的实现参数的修改。
- 实验中会有多个用户使用同一台 Master-9，每个用户都可以将自己的实验参数存储在各自的范式中，使用时只需要直接进行调用。

这 9 种范式中所有的参数都是存储在 Master-9 本机的内存中，即时切断了电源，也不会产生任何影响。

1.3 控制 Master-9

可以通过以下方式控制 Master-9：

1. 作为独立的设备——通过前置面板的触摸屏。
2. 通过计算机——使用 **MASTER-9 CONTROL** 软件。
3. 通过自己编辑的程序——使用 **Master-9 SDK** 开发包。

1. 通过前置面板的触摸屏控制 Master-9 (第 3 章):

前置面板上的触摸屏会显示通道所有的操作模式和时间参数，还有一个通道内部之间的连接表格。可以用手指或触摸笔触摸屏幕设置通道参数。请勿使用墨水或锋利的工具点击触摸屏。

2. 使用 MASTER-9 CONTROL 软件，通过计算机控制 Master-9:

在计算机上使用 MASTER-9 CONTROL 软件可以看到并修改所有的参数。

调度程序: 调度程序是这个软件中另一个强大的功能。这个程序允许你设置一系列的事件，让这些事件在预设的时间点发生，比如触发通道、切换范式、修改时间参数等。

3. 使用 Master-9 SDK 进行编程控制:

可以使用 Master-9 SDK (软件开发工具) 通过自己的应用程序或软件 (如 LabView、Matlab、VBscript 等) 编程控制实验。使用 Master-9 SDK 可以轻易地访问所有指令，能够实时的掌握 Master-9 的状态，提供实时的反馈。

1.4 固件升级

Master-9 可以在任何时候使用我们的固件版本进行升级。

请随时关注我们的网站更新。下载和升级都是免费的。

1.5 记录和回放输入模式 (第 13 章)

通道 9 可以通过 IN 9 输入波形 (如动作电位、正弦波等) 并记录下来。输入的这些波形能够存储在 Master-9 的内存中。记录下的波形能够通过所有的操作模式——自发、触发、串发和双脉冲——进行回放。

你可以通过 Master-9 上的 9 种范式存储 9 组独立的记录波形。

此外，你可以上传记录的波形到计算机中，以 Excel 文件进行存储，还可以对这个波形进行修改并下载到 Master-9 中。

1.6 组合输出: A、B 和 C 输出

使用 Master-9 上的连接表可以将通道 1 到通道 9 的任何组合连接到 A、B 和 C 的输出。这样可以通过 A、B 和 C 输出复杂的波形。

1.7 外部输入: 1、2 和 3 输入 (第 8 章)

通道 1、2 和 3 可以接收来自于 IN 1、2、3 输入通道的外部触发。这样可以使通道 1、2、3 与外部设备进行同步。

1.8 时钟 (第 15 章)

除了自身的 9 个通道外，Master-9 提供了 2 个内部时钟：一个时钟以秒计数，最大到 24 小时，用来测量事件 (如，实验开始) 之后的时间。另一个时钟 100 毫秒计数，最大到 1 小时，用来测量中间时间。

2 前面板和后面板



图 1

2.1 前面板

前面板有以下部分组成（见图 1）：

- 电源开关——位于前面板的左下角的绿色开关。
- 触摸屏（TS）——可以查看和修改 Master-9 的参数（第 3 章）。
- 背光开关——打开或关闭触摸屏的背光。
- 触摸笔——位于 Master-9 的底部，电源开关的下方。
- USB 接口——用于：
 - 通过计算机连接和编程 Master-9（第 14 章）。
 - 对 Master-9 进行升级（固件升级，第 14 章）。
- 输入部分。输入部分有 4 个 BNC 插座：
 - IN 1, 2, 3 输入接口用于外部触发通道 1、2、3（第 9 章）。
 - IN 9 输入接口用于通道 9 记录模式的模拟输入（第 13 章）。
- 输出部分：
 - a. 启用/禁用开关——启用/禁用 Master-9 的所有输出通道。这个开关可以在需要的时候立即停止刺激。在实验的过程当中请确保这个开关设置为“启用”。
 - b. 12 个 BNC 插座和 LED 灯——每一个通道都带有一个输出的 BNC 插座和一个显示状态的 LED 灯。有 3 个额外的 A、B 和 C 输出通道可以输出 9 个通道的组合模式。

2.2 后面板

后面板上有一个接地的开关，可以将机壳与地面连接或断开。

这个开关用来降低系统的噪声水平。

3 触摸屏

打开 Master-9 之后，触摸屏上会有如下显示：

P1								
	1	2	3	4	5	6	7	8
	1	·	·	·	·	·	·	·
	2	·	·	·	·	·	·	·
	3	·	·	·	·	·	·	·
	4	·	·	·	·	·	·	·
	5	·	·	·	·	·	·	·
	6	·	·	·	·	·	·	·
	7	·	·	·	·	·	·	·
	8	·	·	·	·	·	·	·
	9	·	·	·	·	·	·	·
VER	1	2	3	4	5	6	7	8
CLOCK								

图 2

3.1 通道的参数

屏幕是垂直划分的：

屏幕的右边显示了通道 1、2、3 和 4 的参数。

通道 1 的左边显示了**定义列**。这个定义列定义了每一行的信息，如下所示：

1. **#**： 第一行显示了通道的号码。
2. **M-Mode**： 第二行像是了通道的工作模式（第 4 章）。
3. **D-Duration**： 第三行显示了脉冲持续时间（第 5 章，图 3）——输出脉冲从开始到结束的的时间间隔。
4. **L-DeLay**： 第四行显示了延迟时间——从触发输入开始到脉冲输出开始的时间间隔。
5. **Interval**： 第五行显示了间隔时间——脉冲输出开始到下一个脉冲输出开始的时间间隔（间隔=1/频率）。
6. **N-Number**： 第六行显示了在串发（TRAIN）下每一串脉冲的个数。
7. **V-Volt**： 第七行显示了脉冲的幅度，单位伏。
8. **S-Shape**： 第八行显示了脉冲的形状：单相、双相或斜坡。
9. **v-ΔV**： 第九行显示了电压增加或减少的递进量 ΔV（如果适用）。

例如：在上面的图 2 中可以看到，每个通道（通道 1、2、3、4）默认状态的值如下：工作模式为“OFF”，脉冲持续时间为 $D=1.0$ 毫秒，延迟时间为 $L=0$ 微秒，间隔时间为 $I=200$ 毫秒，每个串中的脉冲个数 $N=5$ ，脉冲幅值为 $V=10$ 伏，脉冲形状为 $S=$ 单相脉冲，电压递进量 $v=0$ ——没有电压递进。

屏幕每次可以显示 4 个通道的信息，但是所有通道都可以进行设置操作。可以自定义某些通道进行显示（第 9 章）。

3.2 手动触发

在触摸屏的底部有"1","2","3","4","5","6","7","8","9" 的按键

这些按键是手动触发按键，用于手动触发对应的通道。

3.3 连接表

触摸屏的左边显示了连接表。

在图 2 中没有任何通道建立了内部连接（第 7 章）。

3.4 范式

范式按键位于触摸屏的左上角，以“P1”显示，这意味着当前运行的是范式#1。按下这个按键可以进行范式的切换（第 10 章）。

3.5 版本信息

版本信息的按键位于连接表的下方。版本信息主要显示 Master-9 的当前版本（第 14 章）。同时可以进行触摸屏的校准。

3.6 时钟

时钟按键位于版本信息的下方。按下这个按键来查看和设置时钟或秒表（第 15 章）。

4 操作模式

9 个通道都可以调用以下的操作模式：

FREE-RUN – 自发模式：通道不断的输出设定好持续时间和间隔时间的脉冲。各个通道都是独立的

TRAIN – 串发模式：通道跟随一个触发信号，然后根据设定好的延迟时间、持续时间和间隔时间来输出 N 个脉冲。

TRIG – 触发模式：通道跟随一个触发信号，然后根据设定好的延迟时间和持续时间来输出单个脉冲。

TWIN – 双脉冲模式：通道跟随一个触发信号，然后根据设定好的延迟时间、持续时间和间隔时间来输出一个双脉冲。

GATE – 门控模式：通道根据门控信号（外部或从其他通道进行内部控制）提供设定好持续时间和间隔时间的脉冲。当门控信号停止时，通道将停止输出。新的门控信号将激活通道输出。

DC – 直流输出：通道的输出与时间无关。可以通过手动触发按键来进行打开或关闭。

4.1 设置操作模式

设置某一个通道的操作模式，首先按下触摸屏上的工作模式键，然后选中需要的工作模式。

例 1：设置通道 1 为“FREE-RUN”模式：

1. 按下 M1——（M 行的第 1 列——通道 1 的模式——当前为“OFF”）。
2. 一个新的菜单出现在触摸屏的左边，可以选择任意的模式来定义通道 1。
3. 按下“FREE”。通道 1 将会按照设置好的持续时间（当前为 1 微秒）和间隔时间（当前为 200 毫秒）不断的输出脉冲。

例 2：设置通道 2 为“TRAIN”模式：

1. 按下 M2——（M 行的第 2 列——通道 2 的模式——当前为“OFF”）。按下“TRAIN”。
2. 通道 2 现在是“TRAIN”模式。可以通过外部触发、手动或者使用其他通道进行内部触发（第 9 章）。
3. 通过点击触摸屏底部的“2”进行手动触发。
4. 通道 2 输出一串 5 个脉冲，这里 N=5。

例 3：设置通道 3 为“DC”模式：

按下 M3，并选择“DC”。通道 3 就会以 DC 模式进行输出，这是与时间无关的，提供一个连续的直流输出。可以通过点击触摸屏底部的“3”进行手动停止和启动。

例 4：关闭通道 3：按下 M3（现在为 DC）然后点击“OFF”。

5 设置参数

5.1 参数

每个通道都可以设置以下参数：

- **D** (持续时间) – 定义了脉冲从开始到结束的时间间隔（图 3）
- **L** (延迟时间) – 定义了从触发输入开始到脉冲输出的时间间隔。
- **I** (间隔时间) – 定义了脉冲输出开始到下一个脉冲输出开始的时间间隔（间隔=1/频率）。

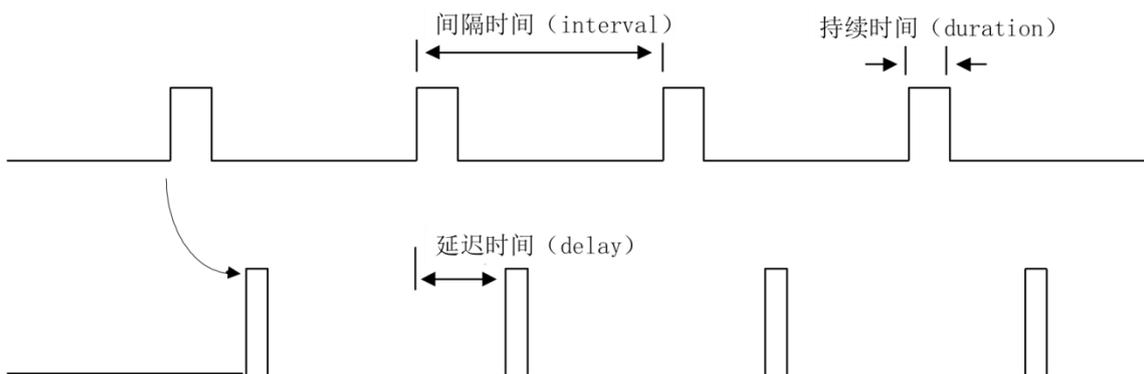


图 3

- **N** – 定义了串发模式 (TRAIN) 中每一串脉冲的个数。
N 还定义了 $\Delta V \neq 0$ 时, ΔV 递进的数量, 适用与 TRAIN (串发)、FREE (自发) 或 TRIG (触发) 模式。
- **V** (电压) – 定义了脉冲的幅值。
- **S** (形状) – 定义了脉冲的形状: 单相、双相或斜坡。
- **v** (ΔV 递进量) – 定义了电压递增 (递减) 的电压值。

5.2 设置时间参数

设置时间参数 (持续时间、延迟时间或间隔时间), 首先按下相应的参数键, 然后输入所需的时间。

例: 设置通道 1 的间隔时间为 1 秒:

1. 按下 **I1** —— (当前为 200 毫秒)。
2. 一个新的菜单出现在触摸屏的左边, 当前的间隔时间显示在新菜单的顶部。
3. 按下 “1”, 然后按下 “sec”。

➤ **注意:**

1. 设置参数可以使用“DEL”（删除），小数点和“ESC”（取消）键。
2. 设置参数也可以通过“▲” and “▼” 键。

间隔时间定义了脉冲输出开始到下一个脉冲输出开始的时间间隔（间隔=1/频率，图3）。

- **要点提示:** 通道设置为 FREE-RUN（自发）, TRAIN（串发）, TWIN（双脉冲） or GATE（门控模式）时，必须保证间隔时间大于持续时间。

5.3 设置参数“N”

例：设置通道1每个脉冲串还有80个脉冲，N=80:

按下 N1（目前为5），然后按下“8”，“0”，“ENTER”。

5.4 设置电压参数“V”和“v” (递进量 ΔV)

例：设置通道1电压为-5.02伏

按下 V1，然后输入“-5.02”，“Volt”。

N 定义了当 $\Delta V \neq 0$ 时， ΔV 递进的数量，适用与 TRAIN（串）、FREE（自发放）或 TRIG（触发）模式。

ΔV 的最小值为 0.01 伏 (10 毫伏)。

表格 1 - 参数

参数	Parameter	最小值	最大值
持续时间	DURATION	4 微秒	3600 秒
延迟时间	DELAY	4 微秒	3999 秒
间隔时间	INTERVAL	40 微秒 间隔时间 > 持续时间	3999 秒
斜坡时间	Ramp Duration	5 毫秒	60 秒
N	N	1	60,000
V, v	V, v	-10 伏	+10 伏

输出电流——20 毫安。

6 应用

图 4 显示了 Master-9 的工作状态。先不要试图进行编程控制，第 11 章将会练习 Master-9 的编程。

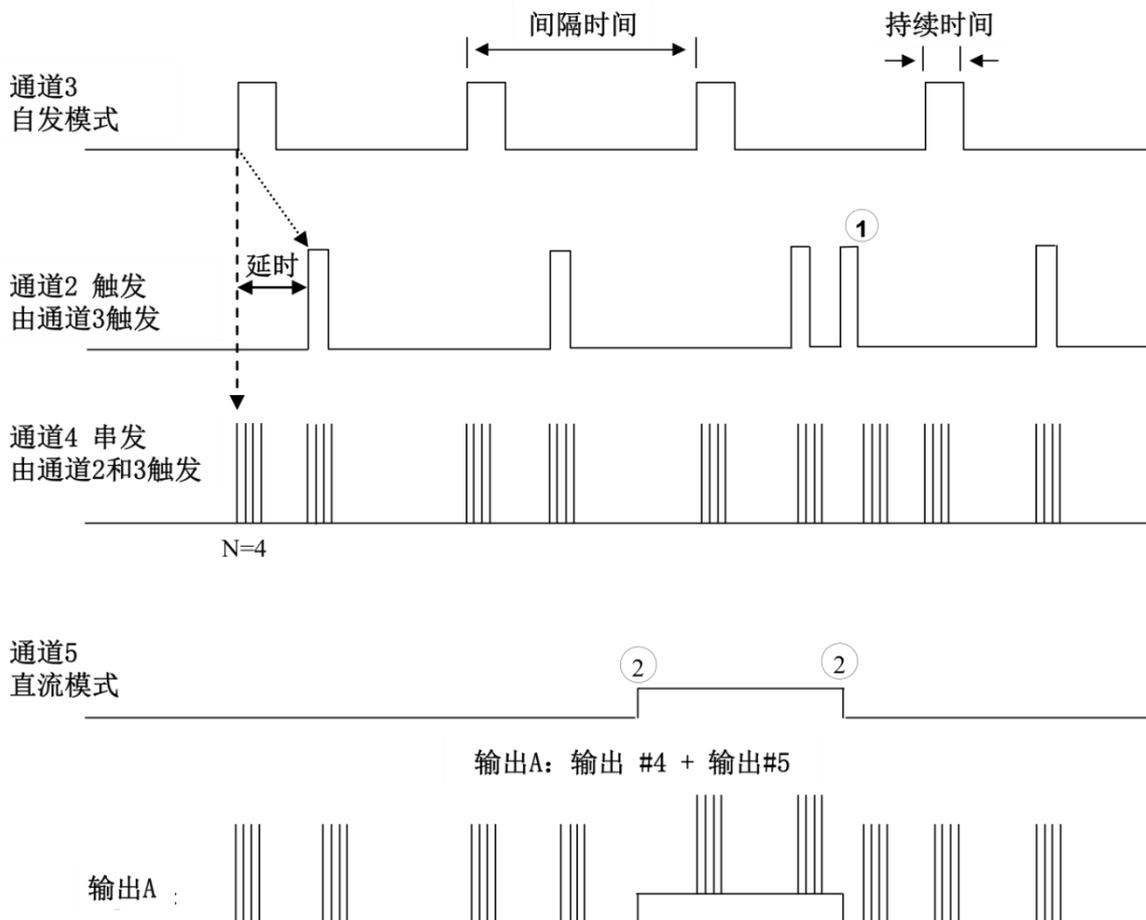


图 4

① 外部或手动触发

② 手动打开和关闭

7 连接表

	P1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	■
2	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
3	·	·	·	·	·	■	·	·	·	·	·	·
4	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	■
5	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
6	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
7	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	■
8	·	·	·	·	x	x	x	·	·	·	·	·
9	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

图 5: 连接表

连接表位于触摸屏的左侧，显示了所有通道之间的内部连接关系和连接到输出 A、B、C 的组合关系。连接表的左侧一列显示了源通道，上面一行显示了目标通道。

"·"表示通道与通道之间没有建立联系。

连接表（图 5）中通道 2、5、6 和 9 与其他通道没有任何连接。

"■"表示其所在的列与行这两个通道之间有操作关系，即这两个通道之间建立了联系，它满足下列条件：

- 源通道不是在关闭模式，可以输出一个触发。
- 目标通道的模式为 TRIG（触发），TWIN（双脉冲），TRAIN（串发）或者 GATE（门控）（这些模式需要一个触发输入）。

在图 5 中的连接表中有一个从通道 3 到通道 6 的操作连接。

假如将通道 3 或者通道 6 关闭，又或者将通道 6 设置为 FREE-RUN（自发）模式，那么通道间形成一个没有操作的连接。

"x"表示两个通道之间建立了连接但是它们之间是没有操作的连接。在上表中，通道 8 所建立的连接都是没有操作的连接（有可能是因为通道 8 是关闭的）。

所有的 9 个通道都可以与其他通道建立任意数量的连接，也可以输出到 A，B，C。在上表中，C 将输出通道 1、4 和 7 的总和/组合。

- ▶ 当你有一个复杂的实验会需要使用多个通道时，你可以通过连接表建立通道之间的联系，根据连接表的指示进行实验。

8 触发

在 TRAIN（串发）, TWIN（双脉冲）, TRIG（触发） 或者 DC（直流）模式下可以通过以下方式触发通道：

1. 手动触发。
2. 通过内部连接。
3. 通过外部输入 1, 2, 3。

8.1 手动触发

在 TRAIN（串发）, TWIN（双脉冲）, TRIG（触发） 或者 DC（直流）模式下，可以手动的触发通道。

在触摸屏的底部包含了"1", "2", "3", "4", "5", "6", "7", "8", "9" 的按键。

这是手动触发键。

例 1: 通道 3 是 TRAIN（串发）模式，按下手动触发键“3”触发通道 3。

例 2: 通道 4 是 DC（直流）模式，第一次按下手动触发键“4”将触发通道打开，再次按下触发键将关闭通道。

当通道不处于 TRAIN（串发）, TWIN（双脉冲）, TRIG（触发） 或者 DC（直流）模式，按下它的手动触发键是不会影响通道运行的。

8.2 设置内部连接

在 TRAIN（串发）, TWIN（双脉冲）, TRIG（触发） 或者 DC（直流）模式下，可以通过其他通道触发或门控这个通道。使用连接表进行相应的连接设置：

1. 按下连接表的任意位置。触摸屏上会出现一个新的较大的连接表。
2. 在表格左侧一列的通道是源通道，表格上方一行的通道是目标通道。
3. **例:** 使用通道 2 触发通道 3，按下位于通道 2（左列）和通道 3（顶行）交叉位置的点。

注意: 源通道的输出电压和极性不会影响触发。

4. 如果需要断开一个现有的连接，只需要按下连接符号。
5. 按下“RETURN”键回到主屏幕。

9 外部触发输入

在 TRAIN（串发）, TWIN（双脉冲）, TRIG（触发） 或者 GATE（门控）模式下，通道 1, 2, 3 可以通过 BNC 输入口 IN1, 2, 3 进行触发或门控，通道 1, 2, 3 还可以对其他通道进行内部触发。

外部触发输入的电压范围必须在 3V 到 10V 之间。

10 显示其他通道

10.1 显示其他通道

触摸屏上一次只能显示 4 个通道。可以选择任意的通道进行显示。

例： 目前显示的是通道 1, 2, 3 和 4, 需要切换显示通道 3 为通道 8:

1. 按下通道数字“3”，出现一个新的菜单。
2. 按下“8”。屏幕上现在显示的是通道 1, 2, 8 和 4。

注意： 通道 3 会继续之前的操作。

10.2 隐藏触摸屏上的通道

如果使用少于 4 个通道，可以在屏幕上只显示使用的这些通道，这样可能会更方便操作。

例： 屏幕上显示通道 1, 2, 8 和 4。

1. 要在屏幕上隐藏通道 4, 首先按下通道数字“4”。
2. 新的菜单：按“0”。
3. 屏幕上只显示 3 个通道：1, 2 和 8。

通道 4 不在屏幕上显示，但是仍然按照设置正常工作。

10.3 清除通道的所有参数

例： 清除通道 2 的所有参数：

1. 按下通道数字“2”，然后按下“Clr”。

通道 2 将抹去所有参数并恢复默认参数设置。

11 9 组可存储的范式

一个范式包含了所有通道的模式和参数，以及通道之间的内部连接关系。Master-9 可以存储 9 组不同的可编程范式。

11.1 切换到其他范式

例 1: 切换到范式 7:

按下“Px”（x=1, 2, ……，9——x 是当前范式的号码），然后按下“switch to”，“7”，即切换到范式 7。

你无须对之前的范式进行存储，你所做的每一次改变它都会进行保存。

例 2: 切换到范式 1:

按下“P7”键，然后按下“switch to”，“1”。

11.2 拷贝范式

当需要保存当前范式的备份或通过更改当前的范式来创建一个新的范式，拷贝范式会是非常有用的。无需编写一个新的范式，可以复制所需的范式并修改它。

例: 拷贝当前范式到范式 6:

按下“P1”键，然后按下“copy to”，“6”。

这个指令不会改变范式 1 的设置。

11.3 清除范式

例: 清除当前的范式:

按下“P1”键，然后按下“clear par”。

这个操作会关闭所有的通道，断开所有的内部连接，将所有通道的全部参数都设为默认值。

注意：清除当前的范式不会影响其他的范式。

12 Master-9 的编程示例

这一章将介绍如何使用 Master-9 进行编程。

- **注意：** 每一条指令的后面都跟着一个参考信息请您能够找到更多类似的说明。

在开始编程之前，需要把当前的范式进行初始化，操作如下：

1. 按下屏幕顶部的范式切换“P1”（范式 1，见第 10 章），一个新的键盘出现。
2. 按下“CLEAR PAR”。这条指令将清除当前范式并重置所有通道到它们的默认状态。

现在可以开始编程了：

1. 设置通道 1 为“FREE-RUN”（自发）模式（见第 4 章）：
 - a. 按下 M1——（M 行的第 1 列——通道 1 的模式——当前为“OFF”）。出现一个新的菜单。可以选择任意的模式来定义通道 1。
 - b. 按下“FREE”。
 - c. 通道 1 会不断的输出脉冲。因为还没有进行时间参数的设置，通道将会按照默认的持续时间（当前为 1 微秒）和间隔时间（当前为 200 毫秒）工作。
2. 设置通道 1 的间隔时间为 2 秒。（见第 5 章）：
 - a. 按下 I1——（当前为 200 毫秒）。当前的间隔时间显示在新菜单的顶部。
 - b. 按下“2”“sec”。

- **注意：** 设置参数可以使用“DEL”（删除），小数点和“ESC”（取消）键，也可以使用“▲”和“▼”按键。

现在通道 1 以 FREE-RUN 模式运行，它的脉冲持续时间为 1 毫秒，间隔时间为 2 秒。

3. 设置通道 2 为 TRIG（触发）模式：
 - a. 按下 M2。可以选择任意的模式来定义通道 2。
 - b. 按下“TRIG”。通道 2 设置为 TRIG 模式，正在等候接收触发指令。
 - c. 可以使用以下 3 种方式进行触发（见第 8 章）：
 - i. **手动触发：**

在触摸在触摸屏的底部有“1”，“2”，“3”，“4”，“5”，“6”，“7”，“8”，“9”的按键。这些按键是手动触发按键，用于手动触发对应的通道。

按下“2”手动触发键。（“2”是通道号码）。
注意，按“2”提供触发脉冲。
 - ii. **外部触发：**

当有外部的脉冲输入到 IN2 时，会触发通道 2。
 - iii. **内部触发：** 可以通过内部连接建立每个通道与任意数量的其他通道的连接。

-
4. 建立通道 1 到通道 2 的内部连接:
 - a. 按下连接表的任意位置。触摸屏上会出现一个新的较大的连接表。
 - b. 按下位于通道 1（左列）和通道 2（顶行）交叉位置的点。建立好内部连接。通道 1 的每一个脉冲输出都会触发通道 2。
 - c. 按下“RETURN”键回到主屏幕。
 5. 设置通道 2 的延迟时间为 200 毫秒:
 - a. 按下“L2”，然后按下“200”，“ms”。
 - b. 确认新的延迟时间。
 - **注意：**
 - 通道之间不需要线缆连接。
 - 不必担心触发源的振幅和极性。
 - 可以按下“2”添加手动触发。
 - 可以进行多到一或一到多的通道连接，得到复杂的模式。
 6. 设置通道 3 为 TRAIN（串模式）：
 - a. 按下“M3”，然后按下“TRAIN”。
 - b. 通道 3 处于 TRAIN 模式，并等候触发。按下手动触发键“3”手动触发通道（见第 9 章）。通道 3 将输出脉冲串。
 7. 建立通道 1 到通道 3 的连接：
 - a. 按下连接表的任意位置。
 - b. 按下通道 1（左列）和通道 3（顶行）交叉位置的点，建立内部连接。
 - c. 通道 1 现在可以触发通道 2 和通道 3。
 - d. 按下“RETURN”键回到主屏幕。
 8. 设置通道 3 的延迟时间为 500 毫秒：
 - a. 按下“L3”，然后按下“500”，“msec”。
 9. 将通道 1, 2 和 3 连接到“C”输出（见第 7 章）：
 - a. 按下通道 1, 2, 3（左列）和“C”（顶行）的交叉点。
 - b. 这 3 个通道的脉冲都会从“C”输出。
 10. 断开通道 2 到“C”的输出：
 - a. 按下通道 2（左列）和“C”（顶行）的交叉点。
 - b. 通道 2 的输出不会出现在“C”。
 - c. 按下“RETURN”键回到主屏幕。连接表显示所有当前的连接。
-

现在，你已经可以对 Master-9 进行编程了。在你开始编程之前，请清除当前的范式：

按下“P1”，然后按下“clear par”。

这个指令将清除当前的范式。

13 通道 9：回放外部模式

通道 9 可以通过下面的两种方式来存储外部模式：

1. 通道 9 可以记录下输入的波形（如动作电位、正弦波等）。这些波形输入到 IN9 可以被记录到通道 9 的内存中。
2. 不使用外部波形的记录，还可以通过设置一个 Excel 文件建立所需的模式，然后通过 USB 线缆下载到 Master-9 中。

存储下来的波形可以在所有操作模式下进行回放：自发、触发、串发和双脉冲。

► **注意：**

- 可以记录一个波形，上传到计算机，进行修改，然后下载修改后的波形到 Master-9。
- 可以将记录的波形与通道 1-8 的脉冲进行组合之后使用 OUT A、B 和 C 进行输出。
- 可以存储 9 个独立的记录波形，每一个范式记录一个。

现在，请将通道 9 显示在 Master-9 的触摸屏上（见第 9 章）。

通道 9 可以操作的内存模式：运行（*RUN*）或记录（*MEM*）。

13.1 运行模式

在运行（*RUN*）模式下，通道 9 会按照设定好的持续时间输出从 IN9 输入的波形。通道还可以将波形存储在临时的内存中，但是不会长期保存（固定的内存）——*MEM*。

13.2 记录模式

在记录（*MEM*）模式下，输出 9 会将存储在 *MEM* 内存中的波形进行输出。通道 9 的输出不会受到 IN9 输入的影响，可以断开输入源。保存的波形可以在所有操作模式下回放——自发、触发、串发和双脉冲。

13.3 Excel 波形文件

13.3.1 存储一个波形到 Excel 文件：

1. 通道 9 的 *MEM* 内存包含 1000 个点。每个点的范围值是 -10 到 +10，可以精确到小数点后 2 位。这些值就表示输出电压的值（如 -1.23 表示 -1.23 伏）。
2. 在 Excel 文件中，输入 1000 个值到 A1 到 A1000。
以 “.CSV” 的扩展名保存这个文件。
3. **例：**保存一个斜坡，电压从 -10 伏到 +9.98 伏（见下面的操作来建立这个斜坡）
保存一个 Excel 文件：

A1 = -10

$A_{i+1} = A_i + 0.02$ ($i=1 \dots 999$)

这个文件的 A 列包含 1000 个值，从 A1=-10 到 A1000=+9.98，间隔增加 0.02。
保存文件为 “RAMP.CSV”。

Long waveforms, up to 32K points:

See the English USER MANUAL – page 23.

13.3.2 从电脑上下载波形到 Master-9

1. 使用 USB 线缆连接 Master-9 和电脑，运行 Master-9 CONTROL 软件（见第 13 章）。
2. 在菜单栏，找到“PARADIGM”，然后“LOAD SCV FILE TO CHANNEL 9”，在弹出的窗口中找到 CSV 文件（如在 13.3.1 中存储的 RAMP.CSV）。这样会把波形存储到通道 9 的 MEM 内存中。
3. 可以断开 Master-9 和电脑的连接。

13.3.3 运行存储的波形

首先，将通道 9 切换到 MEM 模式：

1. 按下“RUN”键，然后按下“MEM”。
2. 通道 9 将会输出存储的波形。之前存储的 1000 个点会出现在通道 9 设置的持续时间内（如，D9=1 毫秒，波形就为 1 毫秒，即点与点之间为 1 微秒）。

例 1： 如上面的例子存储了 RAMP.CSV 文件，切换通道 9 为 MEM 模式，设置通道 9 运行在 FREE-RUN 模式下，D9=10 毫秒，I9=50 毫秒。

通道 9 会输出斜波（13.3.1）。斜波的持续时间为 10 毫秒。

如果更改 D9=40 毫秒，斜波的持续时间将会变为 40 毫秒。

例 2——正弦波：

可以从我们的网站上下载正弦波的 Excel 文件：www.ampi.co.il

1. 在网站上找到 DOWNLOADS，选择 DOWNLOADS FOR Master-9。下载“EXCEL FILES FOR CHANNEL 9”文件夹。
2. 打开下载下来的文件夹，根据文件夹中的 SINE.DOC 文件并按照上面的描述存储 SINE.CSV。

13.4 从外部信号源记录并输出波形

13.4.1 从外部信号源记录波形

通道 9 可以记录通过 IN9 输入的外部信号源的波形。这是不需要将 Master-9 连接到计算机的。

在开始传输波形之前，外部信号源将传输给。连接触发脉冲到 IN1（或者 IN2、IN3）触发输入。

按照下面的提示，在 Master-9 的触摸屏上显示通道 9（见第 9 张）。

1. 设置通道 1 和 9 为 TRIG 模式，使用连接表建立通道 1 触发通道 9 的连接。
2. 目前通道 9 在 RUN 模式（默认），通道 9 按照设置好的持续时间输出从 IN9 输入的波形（6 微秒的恒定延时）。通道会将最后的波形存储在临时存储器中，而不是固定存储器——MEM。
3. 连接通道 9 的输出到示波器，设置通道 9 的延迟时间和持续时间，D9（通道 9 的持续时间）内将会看到外部信号源的波形。
4. 通道 9 的“V”键（V9）不同于其他通道，不再是电压输出。**V9 是电压倍增因子： $V_{out} = V9 \times V_{in}$ 。**

例：如果想要输出反向波形，输出振幅为输入振幅的一半，设置 V9=-0.5。

- **注意：**通道 9 的临时内存（和 MEM 内存）包含 1000 个点。通道 9 采集这 1000 个点，点与点的间隔时间为 D9/1000。

例：你有一个正弦波的信号源，想要获得这个正弦波前 50 毫秒的波形。为了做到这一点，将正弦波输入到 IN9，设置通道 9 为 TRIG 模式，D9=50 毫秒，在正弦波开始的时候触发通道 9（可以建立好通道 1、2 或 3 内部触发通道 9，然后外部触发通道 1、2 或 3 进而触发通道 9）。设置通道 9 为 RUN 模式。

OUT 9 存下了正弦波前 50 毫秒的波形。

13.4.2 SAVE 键

为了将最后的波形存储下来，在 RUN 模式下按“SAVE”键。OUT9 将跟随 IN9 的输入传输波形，只会将最后存储的波形放到 MEM 内存中。这样你可以存储波形，也可以选择最好的波形（如动作电位）保存。

13.4.3 回放存储的波形

首先，切换通道 9 到 MEM 模式：

1. 按下“RUN”键，然后按下“MEM”。
2. 通道 9 将输出存储的波形，不会受到 IN9 输入波形的影响。存储的波形可以在所有模式下进行回放——自发、触发、串发和双脉冲。
3. 可以断开外部信号源。

14 连接到计算机

Master-9 可以作为一台独立的设备通过触摸屏进行操作，也可以连接到计算机，使用 **MASTER-9 CONTROL** 和 **Master-9 SDK** 软件进行控制。

可以从我们的网站下载最新的版本进行 Master-9 的固件升级。

请访问我们的网址：www.ampi.co.il。

你可以下载下面的文件和文件夹（免费）：

1. **Master-9 USB** – 第一次使用 USB 接口，必须在计算机系统中安装 USB 驱动。如果计算机安装过程中请求驱动文件，请浏览 Master-9 USB 文件夹。
2. **MASTER-9 CONTROL** – 在计算机上使用 **MASTER-9 CONTROL** 软件可以查看和修改所有的参数。调度程序是这个软件中另一个强大的功能。这个程序允许你设置一系列的事件，让这些事件在预设的时间点发生，比如触发通道、切换范式、修改时间参数等。
3. **Master-9 SDK (Software Development Kit)** -你也可以使用 Master-9 SDK（软件开发工具）通过自己的应用程序或软件（如 LabView、Matlab、VBscript 等）编程控制实验。使用 Master-9 SDK 可以轻易地访问所有指令，能够实时的掌握 Master-9 的状态，提供实时的反馈。
4. **Upgrades** - Master-9 可以在任何时候使用我们的固件版本进行升级。请随时关注我们的网站更新。下载和升级都是免费的。
5. **Excel files for Channel 9** – 可以下载 Master-9 的示例波形（如正弦波）。

15 时钟

除了自身的 9 个通道外，Master-9 还提供了 2 个内部时钟。第一个称之为“时钟”以秒计数，最大到 24 小时，用来测量事件（如，实验开始）之后的时间。另一个称之为“码表”时钟 100 毫秒计数，最大到 1 小时，用来测量中间时间。

按下“CLOCK”键就可以在屏幕上看到时钟了。

15.1 时钟（CLK）

时钟用来测量事件之后的时间（如，实验开始）。

时钟可以通过按下时钟时间之后重置。时钟永远不会停止运行。

15.2 码表（SW）

当第一次按下“STOPWATCH”码表将开始运行。再次按下停止，再按下将会重置归零，此时再按下将再次运行码表。

