

HEKA PATCHMASTER

中文说明书

东乐科技有限公司
DL instruments,Inc.

Contents

I PATCHMASTER 参考手册

1 介绍

- 1.1 申明
- 1.2 程序的使用范围
- 1.3 支持的放大器
- 1.4 支持的系统软件
- 1.5 命名约定
 - 1.5.1 EPC系列放大器
 - 1.5.2 Windows的版本
 - 1.5.3 字体约定
- 1.6 Windows和Mac 按键约定
- 1.7 安装PATCHMASTER
- 1.8 启动PATCHMASTER
- 1.9 得到关于快捷键的在线帮助
- 1.10 关闭PATCHMASTER
- 1.11 支持热线

2 用户界面

- 2.1 数值输入
- 2.2 对话框控件
- 2.3 修改对话框和控件
 - 2.3.1 对话框控件窗体
 - 2.3.2 修改窗体 - 隐藏控件
 - 2.3.3 修改窗体 - 删除控件
 - 2.3.4 保存被修改的对话框和控件
- 2.4 在窗体间切换

3 快捷键

- 3.1 快捷键列表
- 3.2 PatchMaster.key文件

4 菜单

- 4.1 文件菜单 File Menu
- 4.2 编辑菜单 Edit Menu
- 4.3 窗体菜单 Windows Menu
- 4.4 回放菜单 Replay Menu
- 4.5 显示菜单 Display Menu
 - 4.5.1 3D-模式
 - 4.5.2 曲线属性对话框
- 4.6 缓冲区菜单 Buffer Menu
 - 4.6.1 用缓冲区处理参数
- 4.7 记事本菜单 Notebook Menu
- 4.8 宏菜单 Macros Menu
- 4.9 EPC 10 Menu
 - 4.9.1 测试和校准 Test and Calibrate
- 4.10 帮助菜单 Help Menu

5 示波器窗体

- 5.1 关于实验的一些信息
- 5.2 在曲线上测量
- 5.3 显示
- 5.4 显示刷新

- 5.5 重叠显示选项
- 5.6 显示比例
- 5.7 控制脉冲发生器

6 放大器窗体

6.1 EPC 10 放大器

- 6.1.1 主要的Macros
- 6.1.2 放大器增益
- 6.1.3 Holding电位和Holding电流
- 6.1.4 放大器选择
- 6.1.5 监视器
- 6.1.6 输入ADC
- 6.1.7 记录模式
- 6.1.8 测试脉冲
- 6.1.9 电压偏置
- 6.1.10 快电容 C-fast
- 6.1.11 慢电容 C-slow
- 6.1.12 串联电阻补偿 Rs Comp
- 6.1.13 漏电流补偿 Leak Comp
- 6.1.14 滤波器
- 6.1.15 外部刺激
- 6.1.16 其他控件
- 6.1.17 宏记录 Macro Recording
- 6.1.18 Zap 设置
- 6.1.19 R-membrane
- 6.1.20 低频电压钳 Low Frequency Voltage Clamp
- 6.1.21 电流钳设置
- 6.1.22 关于宏记录的其他设置
- 6.1.23 声音设置
- 6.1.24 等待
- 6.1.25 文本域

6.2 EPC 10 PLUS放大器

6.3 EPC 8 Remote/Local放大器

6.4 EPC 7 和Telegraphing 放大器

7 回放窗体

7.1 主要的窗体函数

- 7.1.1 树形数据结构处理

8 Protocol 编辑器窗体

8.1 Sequence 处理

8.2 Protocol 处理

8.3 Events

8.3.1 连续函数

8.3.2 Events - Overview

9 脉冲发生器窗体

9.1 刺激序列Pool

9.2 Pool

9.3 刺激序列

9.4 定时

9.5 检查和执行

9.6 Sweep数据长度和通路数据长度

- 9.7 Wave 参数
- 9.8 通路设置和AD输入
 - 9.8.1 DA输出通路设置
 - 9.8.2 AD输入通路设置
- 9.9 刺激序列的分段
- 9.10 递增模式
- 9.11 其他杂项
- 9.12 刺激模板预览
- 9.13 膜电位 V-membrane
- 9.14 P/n 漏减
- 9.15 PGF 参数
- 9.16 宏 Macros
- 9.17 错误处理
- 10 配置窗体
 - 10.1 保存配置中的设置
 - 10.2 通用设置
 - 10.2.1 窗体比例
 - 10.2.2 内存分配
 - 10.2.3 最小等待时间
 - 10.3 硬件
 - 10.3.1 放大器和采集装置选择
 - 10.3.2 输出输入通路
 - 10.3.3 串口输出
 - 10.3.4 声音
 - 10.3.5 LockIn
 - 10.3.6 Photometry
 - 10.3.7 其他的选项
 - 10.4 文件
 - 10.4.1 命名文件夹和文件的一般建议
 - 10.4.2 其他杂项设置
 - 10.5 显示
 - 10.5.1 字体和颜色
 - 10.5.2 Notebook, Display, and Online Analysis
 - 10.5.3 PGF编辑器中的电压舍入
 - 10.6 I/O 控制
 - 10.6.1 I/O参数列表
 - 10.6.2 显示数字I/O
 - 10.7 杂项
 - 10.8 EPC10-2/3/4的特殊功能
- 11 在线分析窗体
 - 11.1 分析函数
 - 11.1.1 分析函数种类
 - 11.2 分析的图形
 - 11.2.1 坐标轴比例
 - 11.2.2 图形栏目
 - 11.3 分析方法
- 12 参数窗体
 - 12.1 标志
 - 12.2 输出参数

- 13 Notebook 窗体
- 14 I/O 控制窗体
 - 14.1 数字I/O
 - 14.2 DA-/AD-通路
 - 14.3 串口输出
 - 14.4 参数
- 15 Photometry扩展
 - 15.1 Photometry -TILL
 - 15.1.1 波长校准
 - 15.2 Photometry- Sutter-DG4/DG5/Lambda-10
 - 15.3 Photometry- pti DeltaRam
- 16 软件Lock-In扩展
 - 16.1 介绍
 - 16.1.1 "Sine+dc" (SDC) vs "piecewise-linear" (PL)技术
 - 16.1.2 使用Sine Wave频率
 - 16.1.3 确定内部相移的不同方法
 - 16.1.4 高时间分辨率测量Cm和低时间分辨率显示
 - 16.2 LockIn 设置
 - 16.3 使用Sine+DC 模式的LockIn
 - 16.4 使用PL模式的LockIn
 - 16.5 在On-Cell模式中使用LockIn
 - 16.5.1 利用高频正弦波测量
 - 16.5.2 寻找合适的相位和衰减设置
 - 16.6 执行测量校准
 - 16.7 在其他非EPC9/10的放大器中使用LockIn
 - 16.8 使用LockIn的技巧
 - 16.8.1 LockIn测量中的推荐参数设置
 - 16.8.2 影响导纳测量的参数
 - 16.8.3 其他技巧
 - 16.9 参考文献
- 17 溶液
 - 17.1 激活溶液数据库
 - 17.2 使用溶液索引
 - 17.3 溶液数据库
- 18 宏
 - 18.1 创建宏
 - 18.1.1 PM的宏编辑器
 - 18.1.2 宏命令的规则
 - 18.2 Macros 参考
 - 18.2.1 输入的相对递增
- 19 附录I: 文件
 - 19.1 文件类型
- 20 附录II: 数据格式
 - 20.1 数据文件 Data Files
 - 20.1.1 刺激模板 Stimulation Template: Stim

- 20.1.2 数据描述 Data Description: Pulsed
 - 20.1.3 放大器文件 Amplifier file: AmplTree
 - 20.1.4 原始数据 Raw Data
 - 20.1.5 记事本文件 Notebook File
- 20.2 树形数据格式 The Tree Format
- 20.3 文件模板 File Template
 - 20.3.1 文件名 Filename
 - 20.3.2 数据格式 Data Format
- 21 附录III: 控制Patchmaster
 - 21.1 从其他程序来控制Patchmaster
 - 21.2 错误信息
 - 21.3 实现的命令和消息
 - 21.3.1 Patchmaster传送的消息
 - 21.3.2 操作
 - 21.3.3 握手
 - 21.4 参数的注意事项
 - 21.5 编程示例
- 22 术语表
- II 聚焦PATCHMASTER的特征
- 23 Pulse用户来看Patchmaster
 - 23.1 通用信息
 - 23.2 主要改变
- 24 Patchmaster中的全局变量
 - 24.1 介绍
 - 24.2 PGF Parameters
 - 24.3 Values
- 25 脉冲发生器中未存储的段
 - 25.1 介绍
 - 25.2 使用未存储的段
- 26 把记录到的波形作为刺激
 - 26.1 介绍
 - 26.2 规则
 - 26.3 一个例子
- 27 把patchmaster数据输出称Pulse 8.6格式
 - 27.1 介绍
 - 27.2 输出规则
- 28 在电流钳模式下使用EPC 10
 - 28.1 介绍
 - 28.1.1 CC-Gain
 - 28.1.2 桥平衡 Bridge Balance
 - 28.1.3 C-fast 补偿
 - 28.1.4 CC模式中的滤波
 - 28.2 实验指南
 - 28.2.1 预先准备
 - 28.2.2 指南1: 使用尖锐电极做胞内电压记录

- 28.2.3 自动桥平衡
- 28.2.4 指南2: 高阻膜片钳电极做电流钳记录
- 28.3 相关主题
 - 28.3.1 自动刺激调整诱发动作电位
 - 28.3.2 调整holding电流维持细胞在静息电位
 - 28.3.3 自动震荡探测

Contents

I PATCHMASTER Reference Manual	1
1 Introduction	3
1.1 Disclaimer	3
1.2 Scope of the Program	3
1.3 Supported Amplifiers	4
1.4 Supported System Software	5
1.5 Naming Conventions	5
1.5.1 EPC type amplifiers	5
1.5.2 Windows versions	5
1.5.3 Syntax	5
1.6 Windows and Mac Key Conventions	6
1.7 Installing PATCHMASTER	7
1.8 Starting PATCHMASTER	7
1.9 Get Online Help on Keys	7
1.10 Closing PATCHMASTER	8
1.11 Support Hotline	8
2 User Interface	11
2.1 Numerical Input	11
2.2 Dialog Controls	13
2.3 Modifying Dialogs and Controls	14
ii CONTENTS	
2.3.1 Dialog Control window	16
2.3.2 Modifying Windows - Hiding Controls	18
2.3.3 Modifying Windows - Delete Controls	19
2.3.4 Saving modified Dialogs and Controls	19
2.4 Toggling between Windows	20
3 Keys	23
3.1 The Key Listing	24
3.2 The PatchMaster.key File	25
4 Menus	29
4.1 File Menu	29
4.2 Edit Menu	34
4.3 Windows Menu	35
4.4 Replay Menu	37
4.5 Display Menu	45
4.5.1 3D-Mode	47
4.5.2 Trace Properties Dialog	48
4.6 Bu_er Menu	49
4.6.1 Handling of Parameters by the Bu_er	51
4.7 Notebook Menu	51
4.8 Macros Menu	53
4.9 EPC 10 Menu	54
4.9.1 Test and Calibrate:	56
4.10 Help Menu	57
5 Oscilloscope Window	59
http://www.heka.com	
CONTENTS iii	
5.1 Information about the Experiment	60
5.2 Measurements on Traces	61
5.3 Display	62
5.4 Display Refreshing	62
5.5 Overlay Options	63

5.6 Display Scaling	63
5.7 Controlling the Pulse Generator	65
6 Amplifier Window	67
6.1 EPC 10 Amplifier	67
6.1.1 Main Macros	68
6.1.2 Amplifier Gain	68
6.1.3 Holding Potential and Holding Current	70
6.1.4 Amplifier Selection	71
6.1.5 Monitoring	72
6.1.6 Input ADC	74
6.1.7 Recording Mode	75
6.1.8 Test Pulse	76
6.1.9 Voltage 0_sets	78
6.1.10 C-fast	79
6.1.11 C-slow	80
6.1.12 Rs Comp	82
6.1.13 Leak Comp	83
6.1.14 Filter	84
6.1.15 Stimulus	85
6.1.16 Various Controls	86
http://www.heka.com	
iv CONTENTS	
6.1.17 Macro Recording	86
6.1.18 Zap Settings, List State and One Pulse	87
6.1.19 R-membrane	87
6.1.20 Low Frequency Voltage Clamp	88
6.1.21 Current Clamp Settings	89
6.1.22 Additional Settings for Macro Recording	90
6.1.23 Sound Settings	90
6.1.24 Wait	91
6.1.25 Text Field	91
6.2 EPC 10 PLUS	92
6.3 EPC 8 Remote/Local	92
6.4 EPC 7 and Telegraphing Amplifiers	93
7 Replay Window	95
7.1 Main window functions	95
7.1.1 Tree Handling	97
8 Protocol Editor Window	101
8.1 Sequence Handling	102
8.2 Protocol Handling	104
8.3 Events	105
8.3.1 Recurring functions	106
8.3.2 Events – Overview	107
9 Pulse Generator Window	133
9.1 Sequence Pool	134
9.2 Pool	134
http://www.heka.com	
CONTENTS v	
9.3 Sequence	135
9.4 Timing	136
9.5 Check and Execute	138
9.6 Sweep and Channel Length	138
9.7 Wave Parameters	139

9.8 Channel Settings and AD Input	142
9.8.1 DA output channel settings	142
9.8.2 AD input channel settings	144
9.9 Segments	149
9.10 Increment Modes	152
9.11 Miscellaneous	155
9.12 Stimulus Template Preview	157
9.13 V-membrane	158
9.14 P/n Leak Correction	159
9.15 PGF Parameters	161
9.16 Macros	161
9.17 Error Handling	162
10 Configuration Window	163
10.1 Save Settings	164
10.2 General Settings	164
10.2.1 Window Scaling	164
10.2.2 Memory Allocation	164
10.2.3 Minimum Wait Time	165
10.3 Hardware	166
10.3.1 Amplifier and Digitizer Selection	166
http://www.heka.com	
vi CONTENTS	
10.3.2 Output and Input Channels	168
10.3.3 Serial Out	171
10.3.4 Sound	172
10.3.5 LockIn	172
10.3.6 Photometry	172
10.3.7 Further options	173
10.4 Files	173
10.4.1 General Advice on Naming Folders and Files	175
10.4.2 Miscellaneous Settings	175
10.5 Display	177
10.5.1 Fonts and Colors	177
10.5.2 Notebook, Display, and Online Analysis	178
10.5.3 Round mV in PGF Editor	179
10.6 I/O Control	179
10.6.1 List of I/O Parameters	182
10.6.2 Show Digital In / Out	183
10.7 Misc.	183
10.8 Special Features of the EPC 10 Double, Triple and Quadro	185
11 Online Analysis Window	187
11.1 Analysis Functions	188
11.1.1 Analysis Function Types	189
11.2 Analysis Graphs	196
11.2.1 Scale Axis	197
11.2.2 Graph Entries	201
11.3 Analysis Methods	202
http://www.heka.com	
CONTENTS vii	
12 Parameters Window	205
12.1 Flagging	207
12.2 Exporting Parameters	210
13 Notebook Window	211

14 I/O Control Window	213
14.1 Dig-In / Out	213
14.2 DA-/ AD-Channels	214
14.3 Serial Output	214
14.4 Parameters	215
15 Photometry Extension	217
15.1 Photometry Configuration TILL	217
15.1.1 Wavelength Calibration	219
15.2 Photometry Configuration DG4/DG5 and Lambda-10	221
15.3 Photometry Configuration pti DeltaRam	221
16 Software Lock-In Extension	223
16.1 Introduction	223
16.1.1 "Sine+dc" (SDC) versus "piecewise-linear" (PL) techniques	223
16.1.2 Applicable Sine Wave Frequencies	225
16.1.3 Different Methods of Determining the Internal Phase Shift	226
16.1.4 High time resolution measurement of Cm and low time resolution display	227
16.2 LockIn Configuration	229
http://www.heka.com	
viii CONTENTS	
16.3 Using LockIn in Sine+DC mode	234
16.4 Using LockIn in piecewise-linear mode	239
16.5 Using LockIn in On-Cell mode	242
16.5.1 Measurements using high frequency sine waves	242
16.5.2 Finding the Appropriate Phase and Attenuation Settings	243
16.6 Performing a Measured Calibration	243
16.7 Using LockIn with amplifiers other than EPC 9/10	244
16.8 Tips on the use of the LockIn	245
16.8.1 Recommended parameter settings for LockIn measurements	245
16.8.2 Parameters which affect admittance measurements	247
16.8.3 Miscellaneous Tips	248
16.9 References	249
17 Solutions	251
17.1 Activating the Solution Base	252
17.2 Using Solution Indices	252
17.3 Solution Data Base	253
18 Macros	255
18.1 Creating Macros	255
18.1.1 The Macros Editor of Patchmaster	256
18.1.2 Rules for Macros Commands	257
18.2 Macros Reference	258
18.2.1 Input of a Relative Increment	259
19 Appendix I: File Overview	261
http://www.heka.com	
CONTENTS ix	
19.1 File Types	261
20 Appendix II: Data Format	263
20.1 Data Files	263
20.1.1 Stimulation Template: Stim	263

20.1.2 Data Description: Pulsed	264
20.1.3 Amplifier file: AmplTree	265
20.1.4 Raw Data	265
20.1.5 Notebook File	265
20.2 The Tree Format	265
20.3 File Template	267
20.3.1 Filename	267
20.3.2 Data Format	268
21 Appendix III: Controlling Patchmaster	269
21.1 Controlling Patchmaster from another Program	269
21.2 Error Messages	272
21.3 Implemented Commands and Messages	272
21.3.1 Messages sent by Patchmaster	273
21.3.2 Operations	273
21.3.3 Handshaking	282
21.4 Notes for Programmers	283
21.5 Sample Programs	284
22 Glossary	291
http://www.heka.com	
x CONTENTS	
II Focus on PATCHMASTER Features	293
23 Patchmaster for Pulse Users	295
23.1 General	295
23.2 Major Changes	297
24 Global Variables in Patchmaster	301
24.1 Introduction	301
24.2 PGF Parameters	301
24.3 Values	302
25 Non-stored segments in the Pulse Generator	305
25.1 Introduction	305
25.2 Using non-stored Segments	305
26 Using a Recorded Waveform as Stimulus	309
26.1 Introduction	309
26.2 Rules	309
26.3 An Example	310
27 Export of Patchmaster Data in PULSE 8.6 Format	313
27.1 Introduction	313
27.2 Export rules	313
28 Using the EPC 10 in Current Clamp Mode	317
28.1 Introduction	317
28.1.1 The Gains in Current Clamp	317
28.1.2 Bridge Balance	318
http://www.heka.com	
CONTENTS xi	
28.1.3 C-fast Compensation	319
28.1.4 Filtering in Current Clamp Mode	319
28.2 Tutorials	319
28.2.1 Prerequisites	319
28.2.2 Tutorial 1: Intracellular voltage recording using sharp electrodes	320
28.2.3 Automation of Bridge Balancing	325
28.2.4 Tutorial 2: Current clamp recordings with high resistance patch pipettes	326

28.3 Related Topics	327
28.3.1 Automatic stimulus adjustment to elicit APs	327
28.3.2 Adjusting the holding current to keep the cell at its resting potential	328
28.3.3 Automatic oscillation detection	329

1. Introduction

在本说明书中对程序使用简称如下：

Patchmaster=PM,
Fitmaster=FM,
Pulse=PS,
Pulsefit=PF,
PulseTools=PT.

1.2 Scope of the Program

PM程序为电生理实验提供多种工具，包括Pulse generation, data acquisition, storage, and analysis are among them.

HEKA还提供其他程序以扩展PM的能力。使用PM中的export filter可以创建数据，被以下程序所接受进行分析。

． FITMASTER (FM)

FM可分析和拟合PM的数据结构(比PS数据结构有扩展)。分析可在Sweeps/Traces and Series等不同的级别进行。包括标准的拟合函数例如Polynomials, Exponentials, Gaussians, and Boltzmanns tailored functions来拟合例如e.g. whole-cell current traces according to Hodgkin & Huxley gating formalism, current-voltage relationships and dose-response curves.

． PULSETOOLS (PT)

PT可以编辑数据，特殊目的的漏减，或非饱和噪音分析(non-stationary noise analysis)。

． PULSESIM

Psim提供动力学机制的设置、解决、和优化。

PM是一个数据采集程序，驱动放大器，特别是控制EPC 7 - EPC 10-1/2/3/4和其他放大器。

熟悉PULSE的用户可首先阅读chapter 23 “PatchMaster for Pulse Users” on page 295 。

1.3 Supported Amplifiers

PM支持如下放大器：

- ． EPC 10 Plus Single / Double / Triple
- ． EPC 10 Single / Double / Triple / Quadro
- ． EPC 9 Single / Double / Triple
- ． EPC 8 Remote / Local
- ． EPC 7 and others

其他使用如下AD/DA converters的放大器也可支持：

- ． ITC-16
- ． ITC-18
- ． LIH 1600

1.5 Naming Conventions

在本说明书中对程序使用简称如下：

Patchmaster=PM,
Fitmaster=FM,

Pulse=PS,
Pulsefit=PF,
PulseTools=PT.

1.6 Windows and Mac Key Conventions

在PM中，所有键盘命令都存储在文件PatchMaster.key中。当PM启动时调入这些键盘命令。注意本手册所有的键盘命令都参考PatchMaster.key的缺省设置。用户可以自行修改键盘命令。注意如果PatchMaster.key文件不可用，则PM启动后将没有键盘命令功能。

1.7 Installing PATCHMASTER(略)

1.8 Starting PATCHMASTER

启动PM，可看到一些下拉菜单(File, Edit, Windows, Replay, Display, Notebook, Macros, EPC 10, Help)。一些窗口(Oscilloscope, Amplifier, Replay, Protocol Editor, Pulse Generator, Configuration, Online Analysis, Online Windows 1, 2, Parameters, I/O Control, Photometry, LockIn, Macros Editor)。

和一个可滚动的text window (Notebook)。

大多数窗口可图标化，可再恢复打开。当程序遇到一些变化时，所有打开的窗口都可更新(这会耗电电脑系统资源)，因此，只保持需要的窗口为打开状态可加速PM程序的运行。

1.9 Get Online Help on Keys

Help→Show Key可显示那些赋予了不同控件按钮的快捷键。

Help→List Keys可在Notebook window列出所有的快捷键。

1.10 Closing PATCHMASTER

File→Quit，或`CTRL' + `Q'.可退出PM。

退出时有3个可能：

- . **Save + Exit**: 保存配置(configuration)和数据文件，然后退出程序。
- . **Exit**: 只保存数据文件然后退出程序。
- . **Cancel**: 不退出，返回程序。

注意：如果改变了Protocol Editor 或者Pulse Generator pool 或者 Online Analysis，你将被单独提问是否要保存这些改变。数据文件在退出时总被保存。

2. User Interface

以下章节描述了PM的用户界面。包括3个部分：

对话框控件，解释了所有PM中的控件。

修改对话框控件，描述了如何改变大小颜色排序等。

存储这些修改。

2.1 Numerical Input 数值输入

可通过鼠标拖拽修改数值。左键双击/右键单击/shift+左键单击，可编辑数值。数值可用科学记数法，例如“2.3e-3”，“2.3E-3”；或者以工程法(e.g., “2.3m”)。在工程法范围之外的数值一律改用科学记数法。

一旦开始键入原来的数值将抹去。如果希望在原来的数值上修改，可用左右键定位到修改位置。

如果希望不修改，则按Esc，然后回车。

Name	eng.	sci.
Exa	E	E18
Peta	P	E15
Tera	T	E12
Giga	G	E9
Mega	M	E6
kilo	k	E3
milli	m	E - 3
micro μ	u	E - 6
nano	n	E - 9
pico	p	E - 12
femto	f	E - 15
atto	a	E - 18

Table 2.1: Engineering and Scientific Units

Note: 输入新的数值时不要包含单位(或者在修改时保留原来数值附带的单位)。

SI Units: PM希望大多数的单位是SI-units，例如meters, seconds, amperes, or derived units like Hertz, etc. 但为了方便，也有例外，使用如“mV”而不是使用“V”。

String Buffer: 当编辑过程完成，回车，被编辑的字符串进入一个缓冲区，包含10个区域。这些字符串可用上下箭头键来访问，可加快输入类似内容。

2.2 Dialog Controls 对话框控件

控件可定义为对话框的一部分，可让用户输入(数据/选项/执行某个操作)。对话框拥有是Windows窗体的特征。PM程序中控件的基本规则有：

- 有drop阴影的box，包括可调整的数值，列表项，弹出菜单列表，下拉列表
- 倒圆角的长方形，可执行某个行动
- 简单的长方形(没有drop shadow)，用来显示一些测量得到的数值。
- 一般文字，只是一些提示信息和台头。

2.3 Modifying Dialogs and Controls

可以修改对话框的背景/颜色/文字/位置等等。例如使用PM:Windows→ Enable Icon Configuration，则可用：

鼠标右键按住可移动各个控件。

Ctl+鼠标右键按住：移动一组控件。

Ctl+鼠标左键：可弹出针对当前控件的属性修改窗口。

2.3.1 Dialog Control window

在窗口控件属性修改中，可以动态修改控件的很多属性。类似可视化编程工具那样的。

Update: 动态更新控件属性。

Cancel: 关闭修改窗口，放弃不修改。

Done: 关闭修改窗口，修改被保存。

2.3.2 Modifying Windows - Hiding Controls

如果你想隐藏一些控件，最容易的办法是把这些控件拖到窗口的边缘。

1 先增加这个窗口的大小。

2 Windows menu → Enable Icon Configuration

3 拖动目标控件到窗体的边缘。

4 把窗体恢复到原来大小。控件就藏在不可见的区域了。

5 Windows -> Save Front Dialog, 改窗体被存储在.dia file里。

6. 如果要恢复原先的设置，可delete the .dia files from the home path as set in the Configuration window.

2.3.3 Modifying Windows - Delete Controls

如果你想定制PM, 例如不让其它用户访问某些控件，可以删除一些控件。然后把窗体文件dia file 放在限制访问的目录中。如果想恢复原来的设置，可delete the .dia files from the home path as set in the Configuration window.。

2.3.4 Saving modified Dialogs and Controls

每个窗体的位置大小状态都可通过Windows → Save Front Dialog存储。

Notebook window的设置存储在configuration file(e.g., Patchmaster.set). 中。

注意：当安装新版本的PM时，由于新版本可能引进新的内容，这些定制的窗体可能边得不兼容。

因此，升级的时候最好放弃这些定制窗口。根据自己的需要再重新定制。

注意：当你存储了错误的窗体，可在PM目录中删除对应的.dia文件，以恢复到缺省窗体。。

2.4 Toggling between Windows

‘Esc’ 键可以关闭任何当前窗体。

空格键可快速在示波器窗口和放大器窗口间切换。

“Switch to”：在示波器窗体右下角，有一个“Switch to” 下来菜单控件，可以选择从示波器窗口快速切换到其他窗口。切换键还是空格键。

3. Keys

请参考英文说明书。

4. Menus

4.1 File Menu

File menu包括处理PM实验文件的所有选项。一个PM实验，包括各种单个的电生理实验，由一系列文件组成：

- . *.pgf (= Pulse Generator File)，包含刺激模板
- . *.pul 包含完整的数据树 (Pulsed Tree).
- . *.dat 只包含实际的原始数据，没有任何标定附加信息，例如增益/单位等。
- . *.pro 包含protocol editor 的信息。
- . *.mac 包含macros信息。
- . *.onl 包含在线分析信息。

如果Configuration window中的Make Bundle File选项有效，则*.pul, *.pgf, and *.dat 被融合到一个单一文件*.dat。否则，这些文件将单独存在。

New...	Ctrl+N
Open Read Only...	Ctrl+O
Open Modify...	Ctrl+M
Update File	Ctrl+U
Close	
File Status	Ctrl+I
New Group	
New Experiment	
Write Tree Files	
Convert To MacOS Format	
Convert To Windows Format	
Page Setup...	
Page Properties Notebook...	
Page Properties Traces...	
Quit	Ctrl+Q

PM采集的原始数据只有在“Store” mode并满足如下条件才存储：

- 1 完成一个sweep或series，数据存盘
- 2 在采集过程中，例如a continuous sweep，数据存盘。

结构化的数据保存在内存中，当满足如下条件时写盘：

- 1 一个新的文件 (File ! New)，一个新的Group (File ! New Group)，一个新的Experiment (File ! New Experiment)。
- 2 更新数据文件 (File ! Update File)。
- 3 程序要终止 (File ! Quit)。

New. . .：创建一个新的空的数据文件，准备用来存储数据。该文件可读可写。

Open Read Only. . .：以可读方式调入一个已经存在的数据文件。此时的文件不可修改。这可用于数据分析。

Open Modify. . .：以可读可写方式调入一个已经存在的数据文件。可以文件进行数据追加和删除修改。

注意：删除数据文件中的数据是不可恢复的。因此要做此类操作请备份好原始数据。

Update File: 将整个experiment更新写盘。包括所有相关的文件。如果你遭遇到电脑崩溃而丢失数据，经常使用该选项，或通过File→Write Tree Files设定。

Close: 关闭当前数据文件。

File Status: 把当前打开的数据文件路径长度等信息放在Notebook中。例如：

read-only file: ‘C:\HEKA\Data\Exp001.dat’ length: 284 kb; free disk space: 1428 Mb.

New Group: 在Replay窗体的输出数据树中产生一个新的group (文件打开且可写)。该操作引起写盘。

New Experiment: 产生一个新的experiment和新的group，并增加experiment number。

Write Tree File: 定义数据如何写盘。

- . After Sweeps: 在每个sweep之后原始数据写盘。
- . After Series: 在每个采集到的series 之后原始数据写盘。
- . After Update File: 在Update File command之后，或者创建了新的experiment or group.，数据文件写盘。

第一个选项将确保每采集到一个Sweep, 数据都能从内存写盘。第二选项将在完整series之后, 数据从内存写盘。如果这两个选项都不选, 则当数据cache满了才引发操作系统写盘。

数据写盘需要几秒时间, 与数据大小有关。

强迫写盘, 可以确保数据总能及时存储, 但可能拖累系统效率。而不强迫写盘, 系统将优先使用速度更快的内存, 但有可能发生在采集过程中, 导致数据错误。

Summarizing: Write After Sweep 是最安全的。

注意: *PatchMaster 只写必要的数据存盘, 这可以有效减少写盘的时间。*

File→Quit, 或`CTRL' + `Q'. 可退出PM。

退出时有3个可能:

- . Save + Exit: 保存配置(configuration)和数据文件, 然后退出程序。
- . Exit: 只保存数据文件然后退出程序。
- . Cancel: 不退出, 返回程序。

注意: 如果改变了Protocol Editor 或者Pulse Generator pool 或者 Online Analysis, 你会被单独提问是否要保存这些改变。

注意: 数据文件在退出时总被保存。

4.2 Edit Menu (略)

4.3 Windows Menu

该菜单包括所有PM中的窗体。单击菜单中的某个条目将打开一个窗体或把该窗体带到最上层。对大多数窗体，都有快捷键。

Oscilloscope	F12
Amplifier	F11
Replay	F10
Protocol Editor	F9
Pulse Generator	F8
Configuration	
Online Analysis	F7
Online Window 1	
Online Window 2	
Parameters	
I/O Control	
Photometry	
LockIn	
Solution Base	
Notebook	F5
Macros Editor	
Close Front Window	Ctrl+W
Save Front Dialog	
Enable Icon Configuration	

4.4 Replay Menu

当Replay窗体为当前时，该菜单提供的功能有效。

Show: 显示选择目标的内容。Traces按照Display菜单和示波器窗体中的设置显示。如果选择了root，则所有的Traces将依次显示，可用示波器窗体的Break or Stop来停止。

Show PGF Template: 在Pulse Generator window中显示某个experiment用到的stimulation file。显示的内容与选择的目标有关。如果定位在group，则显示第一个series对应的PGF。

Copy PGF to PGF-Pool: 把目标trace, sweep or series的PGF拷贝到当前的Pulse Generator File中。

Reference Series: 选择一个目标作为Reference。如果Display menu→ Subtract Ref. Series有效，则所有的replayed Data都将减去Reference Series。减去Reference Series不仅影响数据的显示，也影响数据的分析(see also Ref. Series Corr. on page 48)和输出。

Delete: 删除选择的目标。

Print: 打印选择的目标也相应的分析结果(Prints the selected target and the corresponding analysis results)。

Export: 输出选择的目标。Display gain, leak-subtraction or zero-line subtraction 等都起作用。(special case for Igor Binary exportsee below)。

Note: 输出选项将试图保持“所见即所得”。这意味着只有被显示出来的数据才输出。如果Show Leak Traces is on, 则leak traces也会被输出。

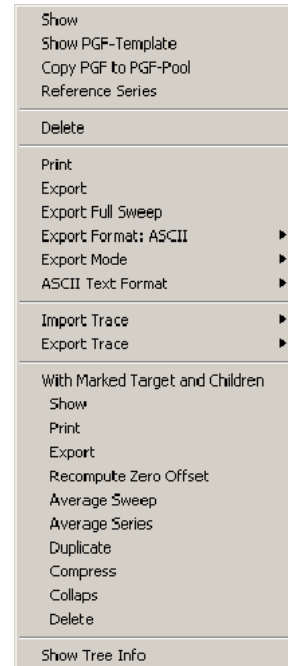
如果想要完整的full sweep export, 请使用Export Full Sweep功能。或者保证显示的数据是全范围的, 例如Start Time = 0%, End Time = 100%。

Export Full Sweep: 输出完整的sweep。该函数与示波器中的时间范围设定无关。

Export Format: 该功能确定输出设备和输出类型。输出与示波器显示的内容有关，例如当数字滤波器打开，则输出的数据也被滤波了。

可以输出以下格式：

- . ASCII: Sweeps 输出成文本形式，一个traces对应一列，数据都以科学记数法表示。每个sweep和series 都有一个识别信息。Replay→ ASCII-Text format中可以选择分隔符(space, comma, or tab separators)。
注意，如果输出定位在group，输出的文本文件会非常大。
- . Igor Pro: 输出成Igor Pro 格式。
- . MatLab: Sweeps 被输出成MatLab file。
- . PULSE v8.6, POTPULSE v8.6: 输出数据成PULSE/POTPULSE 格式。当使用PF/PT等分析数据时，需要该功能。
- . PICT (Mac OS)
- . WMF (Windows): Sweeps 被输出成Windows Meta Files。每个文件只包含一个sweep。当定位在series, 这些文件将自动按照“Group Series Sweep”的结构命名转换。
- . Info File: Sweep信息被输出成Igor Info file (*.inf), e.g. labels, sample intervals, total points, etc.



- . Printer: 直接输出到打印机。

进一步的输出参数可在这里设置:

- .
 - . **Trace Time relative to Sweep:** 以每个sweep的时间来做时间轴, 单独的sweep将被输出成一个重叠的形式。第一个数据的时间总是0。
 - . **Trace Time relative to Series:** 单独的sweep被输出成一个首尾相连形式。每个sweep的第一个数据点的时间, 将为该series的开始时间和这个sweep的开始时间的差。
 - . **Trace Time relative to Timer:** 单独的sweep输出成一个首尾相连的形式, 每个sweep的第一个数据点的时间, 将为采集该series的示波器定时器时刻和这个sweep的开始时间的差。
 - . **Relative Trace Time:** 单独的sweep数据被输出成首尾相连形式, 但第一个sweep的开始时间总是0。

以下格式选项只适用于Igor Pro:

- . **Igor - Allow Raw Data Access:** 允许访问原始的PM数据文件, 此时的Igor文件只是一个描述, 这样得到的输出文件最快最小。
- . **Igor - Create Binary Wave:** 输出sweeps为二进制文件。将产生一个Igor macro, 包含数据如何调入, 标定, 和显示。后缀为*. ITX。双击该类文件将引起Igor调用该macro, 并执行其中的函数。当使用了Allow Raw Data Access选项, 实际的数据并没有输出。而是igor使用 ‘ ‘GBLoadWave’ ’ Igor extension去直接调PM的原始数据文件。
在 Igor中, 用Load...Igor Text来打开*. ITX文件, 然后调入数据。
在 Igor中, 用Load...Igor Binary来打开Igor binary waves (file extensions *.ibw or *.bwav)., 这些文件包含独立实际数据, 已经可以离开PM的原始数据了。但会形成大量零乱的*.ibw文件, 不好管理。
- . **Igor - Create Text Wave:** 输出数据成“Igor Text”文本格式。在Igor中, 每个wave实际对应每个sweep, 命名规则为“Group_Series_Sweep_Trace”。当用Igor打开这类文件时, 数据可以得到, 如果不显示出来, 需要在igor中用“DisplayWave” or “Make Graph”。

Igor - Make Graphs: sweeps数据输出成Igor graphs, 后缀为“IGL”。

Igor - Make Layouts:

- . Igor for Windows: If selected, the data will be exported for the Windows version of Igor Pro.

Export Mode:

- . Traces: 输出被选择的traces.
- . Stimulus: 输出被使用的stimulus.
- . Analysis - All: 输出Online Analysis 的所有结果。
- . Analysis - Notebook=TRUE: 输出Online Analysis 的所有结果到notebook。注意, 要在Online Analysis window中把Notebook选项设置好。

ASCII-Text Format:

- . Space/Comma/Tab Separator: 使用合适的分隔符。
- . Include Headers: 如果选择了, 在实际数值之前将产生一个头信息。
- . Mac OS 9 format:
- . Mac OS X format:.

. Windows format:

Import Trace: 输入数据到选择的trace中。

当输入数据时,你首先必须产生一个对应的数据结构(Tree)。确保数据结构的Gain and Sampling Interval与你要输入的数据匹配。

. 不匹配的Gain可能导致数据分辨率的丢失或饱和。

. 要导入的数据长度必须等于或大于Replay window 中的目标trace。超过目标trace长度的数据被忽略。

可以导入如下3种格式的数据:

. from ASCII file: 输入被存为逗号分隔的数据 (CSV).

. from Binary file: 输入Igor binary format.

. from Igor Wave: 输入Igor Wave format.

注意: 要导入数据的文件必须是可修改的。

输出trace::

. as ASCII file: Exports data in ASCII file format.

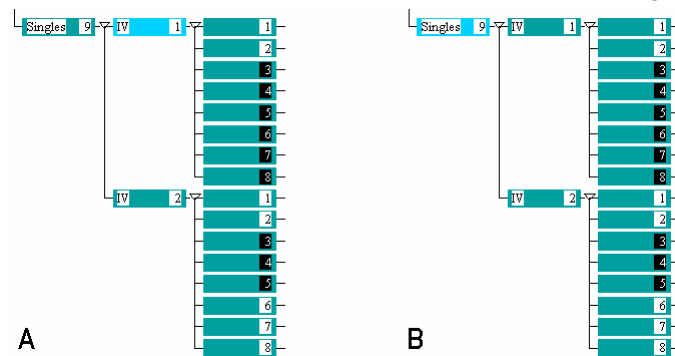
. as Binary file: Exports data in Binary file format.

. as Igor Wave: Exports data in Igor wave format.

. as Stimulus Template file: Exports data as a stimulus template file.

对于marked Target Children ...

如果定位在某个级别上,此级别以下的所有marked Target Children都将被输出。



. Show: 显示选定的tree分支里的标记的目标。

. Print: 打印选定的tree分支里的标记的目标和子目标。

. Export: 打印选定的tree分支里的标记的目标和子目标。

. **Recompute Zero Offset:** 选定的目标中的所有traces的zero offset重新计算。zero offset用于减除Zero Offset function。

Note: 只有可见的traces 才计算zero offset.

Note: 只有从AD通路中来的原始traces才计算zero offset。虚拟的traces不受影响。

Note: 如果Display menu → “show leak traces” 被设定了, 才计算漏traces的zero offset。

. **Average Sweep:** 平均一个series的所有sweeps, 然后存储成只包含一个sweep的series。所有的sweeps必须同长度。

. **Average Series:** 产生一个新的series, 它的每个sweep都是由所有标定的sweeps中有相同sweep序号的那些sweeps平均得到的。其中的每个trace也有相同的trace序号。

. **Duplicate:** 创建一个新的group, 包含所有标定的目标。当希望压缩一个trace用于输出时, 可以这样做, 以免影响原始数据。

. **Compress**: 把所有标定的traces按一个给定的压缩因子进行压缩。可以提供最大的压缩因子。如果有一些已经被压缩了的traces, 这些traces有很少的数据点/秒, 例如FURA trace, 就可以考虑压缩。这些traces不能在只读文件中。如果要压缩一个只读文件中的trace, 可先Duplicate需要的目标。

. **Collapse**: 崩塌。所有标记的sweeps被拷贝到一个新的series。如果记录了大量series, 但每个series都只有一个sweep, 且想把这些sweeps合并到一个series中, 就可以考虑使用崩塌手段。

. **Delete**: 删除选定的TREE分支的标记目标和子目标。

Note: 只读文件不能做删除操作。

Show Tree Info: 如果该选项有效, 回放目标的信息将显示在notebook中。

4.5 Display Menu

该菜单设置一些用于在示波器窗体中显示数据的参数。

Auto Show: 自动显示存储在回放窗体中的数据。如果本选项为off, 则双击tree中的目标也可以显示数据。

Trace Properties: 会弹出一个Trace Properties dialog, 可以设置显示Show标记和Vector(连接个别的数据点)标记, 并可选择记号种类。Trace properties也可以通过macro命令来设置, 这样可以根据采样的种类实现自动化的显示调整。参看那些以” T” 开头的macro。Traces 的颜色可以在Configuration → Line Colors dialog中设置。

Show Leak Traces: 显示那些P/n leak pulse signals.

Show Zero Line: 显示一个参考的zero line.

Subtract Leak Traces: 从测量的信号中减去P/n leak responses.

Subtract Zero Offset: 从测量的信号中减去zero offset。Zero offset是从Zero段计算得到的平均数值。Zero段在PGF sequence中定义。一般zero offset是在线得到的, 但也可以离线通过Replay menu中Recompute Zero Offset function的计算得到。

Subtract Ref. Series: 如果该选项有效, 则所有回放的数据都将减去Reference Series.

Subtract Trace Buffers: 如果该选项有效, 所有回放的traces都将减去Trace Buffers。

Dimmed Overlay: 使Dimmed Overlay mode ON/OFF。在Overlay mode中, 最后显示的trace与前面显示的trace的颜色不同。否则, 所有显示出来的trace颜色相同。

Overlay Pages: 在连续采集时, 数据分页显示。这些页面可以重叠覆盖。

Overlay Traces: 重叠覆盖显示被选择的sweep的所有traces。

Overlay Sweeps: 重叠覆盖显示被选择的series的所有sweeps。

Overlay Series: 重叠覆盖显示所有的series, i.e. overlays all.

Auto Y-scale: Y-scaling自动与回放的数据相适合最大最小的数据和屏幕的关系。

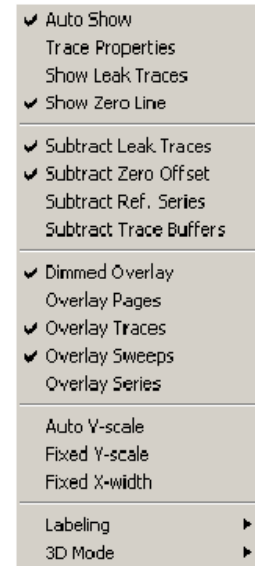
Fixed Y-scale: Y-scale 固定。在示波器窗体中, Y-scale 和Y-offs. 控件调成Y-max and Y-min.

Note: Auto Y-scale的优先级高于Fixed Y-scale。

Fixed X-width: X-scale固定。在示波器窗体中, Start Time控件和End控件调成X-min and X-max。

Labeling: 确定示波器窗体中显示的标号网格, 以及PGF editor显示标号网格。

- . Labels Only: 显示比例尺。
- . Grids + Labels: 画网格和单位/细分。
- . Grids + Values: 画网格和标号网格。
- . No Labels: 没有标号没有网格。



4.5.1 3D-Mode

显示子菜单用于选择伪3D作图。3D模式对于观察sweeps之间的区别有用处。

4.5.2 Trace Properties Dialog

该对话框提供了对个别traces的显示的设定。可以使一个trace是否能在示波器窗口显示出来，是否有markers（加号/星号等）。对于LockIn和FURA数据特别有用。如果Vectors有效，则这些markers用线连接。

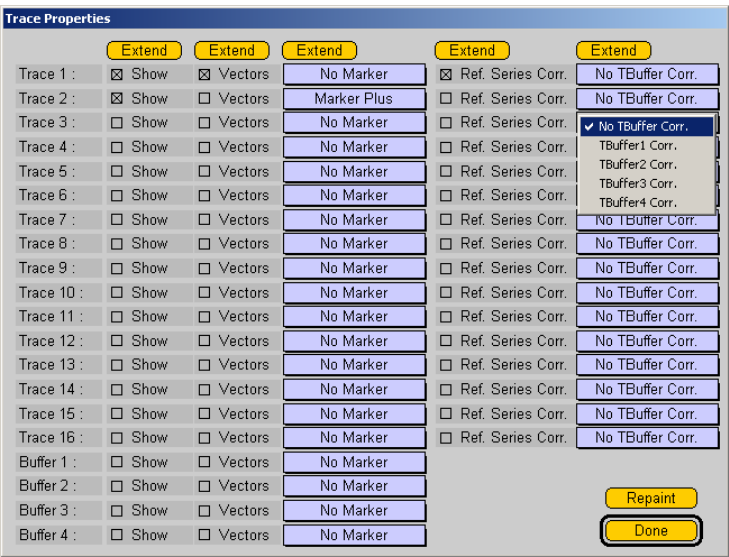
Ref. Series Corr.: 如果某个trace的Ref. Series Corr有效，则显示时将剪除Reference Series。而**Reference Series**在Replay menu→ Reference Series item中定义。在Display menu中开关是否剪除Reference Series。

Trace Buffer Corr.: 如果Trace Buffer Corr. 被设定为4个可用的Trace Buffers之一，则显示时该trace将剪除被选择的Trace Buffers。这在从其他traces中剪除一个对照trace时有用。在Display menu中开关是否剪除Trace Buffers

Extend: 把对第一个trace所作的设定扩展到其他所有的traces。

Repaint: 按新的trace properties重画示波器中最后显示的sweep。

Done: 关闭Trace Properties dialog.



Note: 和其他菜单设置类似, trace properties也存储在Patchmaster configuration file.

4.6 Buffer Menu

PM提供4个独立的trace buffers，用于临时存储和处理中间过程的trace数据。

Buffer 1 ... Buffer 4: 可选择(激活)要用的buffer。

Show: 在示波器中显示被选择的Buffer。

Clear: 清除选择的Buffer。

Scale: 弹出一个窗口，可为选定的Buffer设定Scale and Offset。

Import: 输入数据到选定的Buffer。

请确保关键参数Gain and Sampling Interval与Buffer匹配。Buffer首次被填充数据时，关键参数来自Replay window中选择的当前trace。

可以输入三种格式的数据：

- . from ASCII file: Imports data which were saved as commaseparated values (CSV).
- . from Binary file: Imports data which were saved in the Igor binary format.
- . from Igor Wave: Imports data which were saved in the Igor Wave format.

Export: 输出数据。有4种可能：

- . as ASCII file: Exports data in ASCII file format.
- . as Binary file: Exports data in Binary file format.
- . as Igor Wave: Exports data in Igor wave format.
- . as Stimulus Template file: Exports data as a stimulus template file.

Add Trace: 把Replay window 中被选择的trace加进活动的buffer中。

Subtract Trace: 从活动的buffer中减去Replay window 中被选择的trace。

Accumulate Trace: 把Replay window 中被选择的trace累加到活动的buffer中。累加计算规则： $\text{Buffer}(n+1) = (\text{Buffer}(n) * n + \text{trace}) / n+1$, with $n = \text{number of traces in the bu_er}$.

Deaccumulate Trace: 从活动的buffer中把Replay window 中被选择的trace累减。

规则： $\text{Bu_er}(n-1) = (\text{Bu_er}(n) * n - \text{trace}) / n-1$, with $n = \text{number of traces in the bu_er}$.

With Marked Target Children: Replay window中被marked的多个traces可被同时处理。

- . Use: 指定被marked的sweeps中的哪个trace将被处理。
- . Add, Subtract, Accumulate, Deaccumulate: 可工作在所有marked的目标上。

Replace Target Trace: Replay window (target trace)中选择的trace，可被活动buffer替代。

Note: 只有数据被替换。而目标trace的关键参数设置 (gain setting, CSlow, RSeries) 维持不变。

4.6.1 Handling of Parameters by the Buffer

当一个buffer首次填充数据时(在Clear命令之后)，目标trace的所有参数都传递到该buffer。当添加更多的目标traces时，buffer参数不再随之改变。这是假设此后所有的traces都有相同的参数。

当用buffer替换某个目标trace时，只传递数据，参数不改动。

Important note: 用户要负责关键参数例如Gain and Sampling Interval。一旦一个trace被buffer替换了，大多数参数例如Zero offset, Cslow等变得没有意义了。

4.7 Notebook Menu

4.8 Macros Menu

该下拉菜单提供处理macro的函数。

Load. . . 调入一个macro file.

Save. . . : 保存一个macro file.

List: 把当前的macro列在notebook中。

Start Recording: 开始记录macro。当记录开始后, 该函数的名称变成Stop Recording。

Stop Executing: 停止执行macro。

Delete Last Entry: 删除最近的macro记录条目。

Execute while Recording: 如果选择, 在记录macro的过程中, 每按下按钮都执行各自的功能。如果不选择, 则只作macro的记录。在记录过程中, 命令和数值被记录且列在notebook中。

Protocol to Notebook: 如果选择, macro的一个protocol 的运行将被列在notebook中。

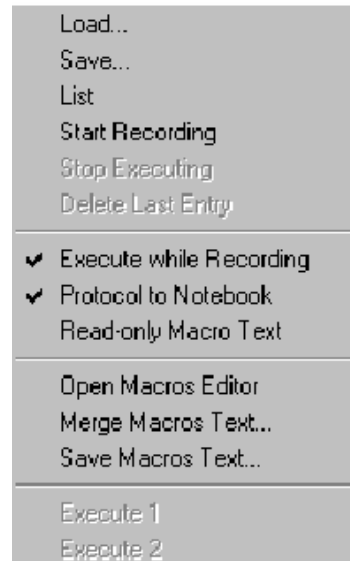
Read-only Macro Text: 如果选择, 所有macros都将被写保护。

Open Macros Editor: 打开不包含一个macro的Macro Editor。

Merge Macros Text...: 在Macro Editor window 中打开一个macro。如果你想融合不同的macros。

Save Macros Text...: 保存显示在Macro Editor window 中的macro。

Execute: 执行被选择的用户定义的macros。



4.9 EPC 10 Menu

Enable Background: 当PM不是当前程序时, 该选项允许test pulse运行, I-pipette, V-monitor, and R-membrane等都能更新。

Enable Batch Control: 该选项允许PM能被其他程序控制。

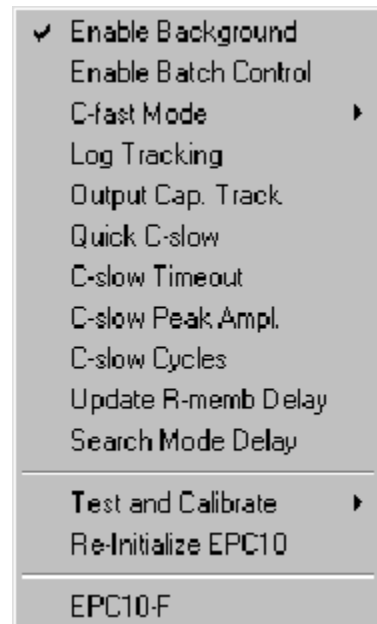
C-Fast Mode: 可以在Use Lookup Table or Computed mode中选择一个。Use Lookup Table速度快。当补偿比较大的电容时, Computed mode更合适一些。

Log Tracking: 当capacitance tracking=on, 写更新的C-slow, G-series, and G-leak数值到notebook中。

Output Cap. Track: 把C-slow and G-series的数值作为模拟电压分别输出到DA-0 and DA-1。G-series的比例因子是100nS/V。C-slow的比例因子是0.5, 5 or 50 pF/V for 30, 100 and 1000 pF范围。当Reset时, DAC数值为0。如果你要用此功能, 就不能把DA-0, DA-1作为触发DAC。

Quick C-slow: 作为Auto C-slow补偿的替代工具。由于不需要切换增益滤波设置, 可使补偿更快。但该功能有一些副作用。当常规C-slow补偿会返回错误时(LLI: 如果返回错误, 则可能这次补偿没有实施), Quick C-slow并不检查是否合适的收敛并有时会调整C-slow and R-series。

C-slow Timeout: 超过这个时间后, PM将停止尝试做Auto C-slow compensation。



C-slow Peak Ampl.: 电压脉冲的幅度可用来计算C-slow and G-series。

C-slow Cycles: 用来计算C-slow and G-series 的电压脉冲的数目。

Update R-memb Delay: 该选项定义两次测量和更新I-pipette and R-membrane的间隔。如果要防止频繁的测量，可输入大的数值。而在放大器窗体中从一个采集到的sweep计算出I-pipette and R-membrane以及计算这些参数，不受Update R-memb Delay的影响。Lli:???

Search Mode Delay: Search Mode本质上是一个在holding potentia=0mV时的反复Auto-V₀补偿。该delay定义了Auto-V₀补偿的速率。

4.9.1 Test and Calibrate:

Calibrate: 校准EPC。

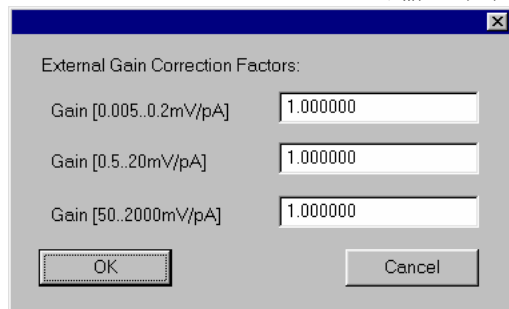
Note: 这需要花些时间。校准过程将创建新的scale file and a new C-fast table。

Make C-fast Table: 计算C-fast的查找表。

Full Test: 对放大器做一个全面的测试。

Note : 这要花些时间。如果Full Test 检测了硬件问题，将产生一个测试报告，可发送给厂家做进一步的诊断。

External Gain Calibration: 可输入外部增益修正系数。



Calibrate
Make C-fast Table
Full Test
External Gain Calibration

Load Scale File
Save Scale File

Save Protocol
Print Protocol File

Load Scale File: 为校准调入一个scale file。

Save Scale File: 为校准保存一个scale file。

Save Protocol: 把Full Test的protocol 保存成ASCII file。

Print Protocol File: Select and print a protocol file from disk.

Re-Initialize EPC 10: 该函数可重新启动AD/DA interface，例如启动PM后，而放大器还没有上电，可用此功能。

EPC 10-E: 显示放大器的序列号（例如：560141）以及放大器主板版本(E)，以及放大器的数目。

4.10 Help Menu

Show Tooltips: 如果该选项激活, 则当鼠标放在某个按钮上, 对应该按钮功能的信息显示出来。



Show Keys: 显示按钮的快捷命令。

Hide Keys: 隐藏快捷命令。

List Keys: 把所有的快捷键命令列在notebook中。Lists all keys

Save Keys: 把实际的快捷键命令设置保存到缺省的快捷键文件中。
老的PatchMaster.key file将被保存成*.kXX (X =顺序增加的索引号)。

List all Items: 在Notebook中列出所有的条目和其数值。

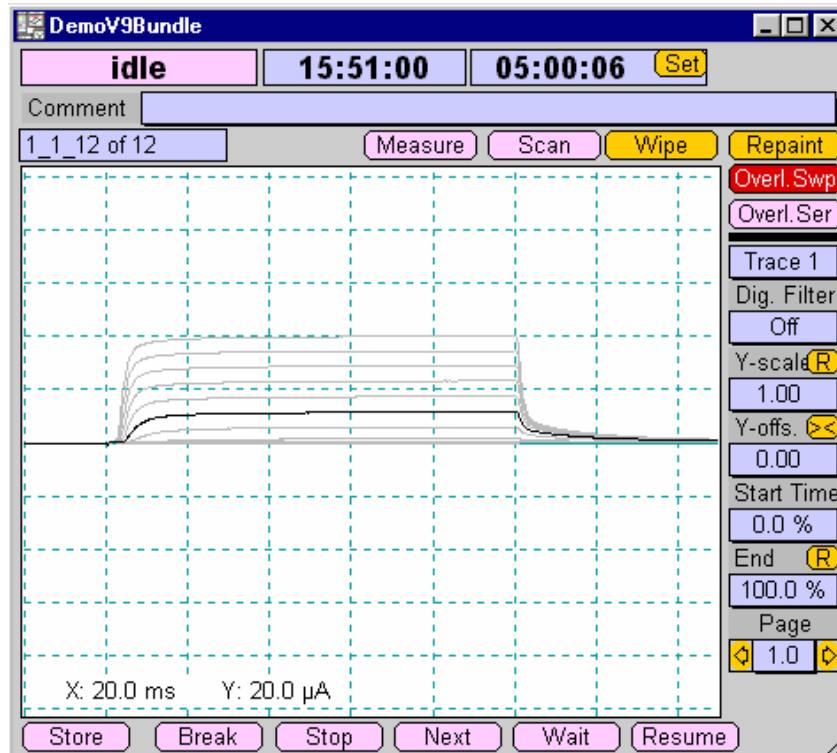
List all Macro Items: 在notebook中列出所有的macro条目和数值。

About PatchMaster:

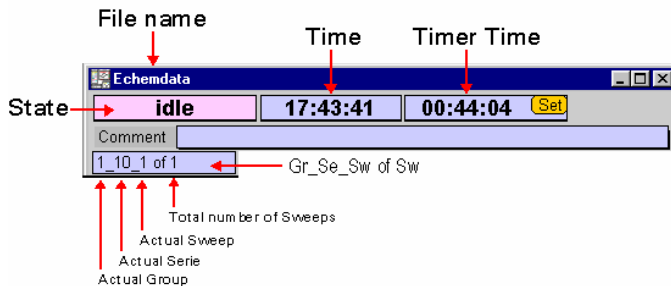
Show Tooltips
Show Keys
Hide Keys
List Keys
Save Keys
List All Items
List All Macro Items
About PatchMaster

5. Oscilloscope Window

放大器窗体用来显示数据。一个Sweep的traces以数值/时间的方式显示。提供了对显示进行控制的控件。窗体的抬头包含了当前活动的数据文件名称。



5.1 Information about the Experiment



State: 示波器窗口的当前状态。有以下可能的状态：

- . acquiring: 正在采集数据。
- . wait for trigger: 等待信号来触发采集过程。
- . run protocol: 运行一个protocol。
- . recording: 记录一个macro。
- . exec macro: 运行一个macro (可能是protocol的一部分)。
- . run macro: 运行一个macro (可能是protocol的一部分)。Lli:有区别吗?
- . waiting: 程序处在等待WAIT state (直到按下RESUME按钮)。
- . test: 正在运行测试脉冲test pulse 。
- . test (demo): test pulse in demo mode.
- . noise: 测量噪音。
- . idle: 所有其他状态。

Time: 电脑的系统时间。

Timer: PM的秒表定时器, 可随时复位归零。可用在某些实验(例如监视在一个特殊实验模式下的时间花费)。在series执行期间, 该定时器维持更新。定时器数值在sweep采集的开始时保存。内部滴答价格为1ms。当复位定时器, 将归零并立刻重新开始。

Comment: 当前活动series的注释。该域可编辑。当前的内容对此后的series一直有效, 直到更改。Comment to the currently active series. This field can be edited. It will result in a modification of the text of the present series if a file was opened with write permission. This means that one has to enter a text to a series after it has been acquired. The new comment will be copied into all incoming new series until a new text is entered.

Gr Se Sw of Sw (Group Series Sweep): 当前活动的group/series/sweep number。也给出了每个series的所有sweep数目。采集和回放时都会更新该域, 有时候会互相影响。

5.2 Measurements on Traces



Measure: 该控件可给出测量需要的屏幕按钮。可测量信号的幅度和持续时间。用户可用鼠标点击左右按钮和上下按钮指向和拖拽来测量显示的数据。两个鼠标驱动的水平线可测量信号的差。点击“To notebook”可把测量数据送到notebook。

Scan: 该控件可给出测量需要的屏幕按钮, 可通过扫描个别的信号点测量信号幅度。可通过鼠标或者屏幕上的左右按钮来扫描数据。

Note: “Measure” and “Scan” 函数工作在Replay window中被选定的trace。如果Replay window 中没有选中某个trace, 则这两个函数工作在示波器窗体中选中的trace。

5.3 Display

Zooming - Lassoing: 可用鼠标在数据显示区域拖出一个虚线框然后能把数据显示放大。

如果你想显示在活动窗口之外的数据, 你可以改变Y-scale or Start/End Time, 或者拖拽鼠标移动到活动屏幕之外。

Cursor shapes : 按住CTL同时按鼠标左键, 可变换几种光标的形状。

5.4 Display Refreshing

Wipe: 清楚示波器窗体的内容。

Repaint: 首先清楚示波器, 然后重新画显示的数据。

5.5 Overlay Options

Overl. Swp.: 显示一个series的所有sweeps, 在sweeps之间不做擦除。下一个series, 将擦除整个屏幕重新画。按`Backspace`可擦除屏幕。

Overl. Ser.: 显示所有的sweeps而不擦除屏幕。

5.6 Display Scaling

Trace Color: 显示被选择的trace的颜色。

Trace 1..16: 选择一个trace, 并可为该trace设置各自的scaling setting将作用于该trace。同时该trace的颜色也显示在该控件上方。

Dig. Filter: 数字滤波器, 为高斯低通滤波器, 可修改其-3dB 截止频率。该滤波器只用于显示, 并不影响原始数据。



Y-scale: 对每个trace都可设置各自的显示Y-scale。数值1对应±10.24 V的满度。该比例调节不影响测试脉冲的显示。

Note: 如果你想影响测试脉冲, 在Configuration window→ Scale Test Pulse, 使用在amplifier

Dialog中设置I-scale。但最好不要这么做。

Y-offs.: 对每个trace你都能控制其基线的位置。范围为-1到+1, 缺省为0。点击(><)可把trace放屏幕正中。

Note: 也可拖拽缩放。

Start Time / End: 一个Sweep在屏幕上显示的范围。(R)按钮可恢复成完整sweep显示长度(0 to 100 %).

Note: 完整的时间比例以一个series中最长的sweep为准。也可以Fixed Scale选项。

Page: 当连续采集数据或者时间轴超过了100%, 可翻页。

5.7 Controlling the Pulse Generator

Store: 用来存储数据。如果当前还没有数据文件被打开, 按这个按钮会得到一个对话框要求打开或新创建数据文件。



如果已经有打开的数据文件, 而Store失效, 则最后的sweep被临时存储, 该sweep标以#, 以下情况该临时sweep被删除:

- 下一个sweep被采集了
- 创建了新的Group,
- 文件被关闭

Break: 用来停止采集或回放。开始下一个采集或回放, Break标记复位。如果在sweep的采集期间按下break, 这个特殊的sweep将不完整, 该sweep将丢弃。但该series内所有此前的sweeps都将保存。所以有可能会看到有些数据的sweeps数目比对应的PGF中的少。
在回放时也可用break来停止很长时间的回放操作。

Stop: 该按钮功能与break类似。但在sweep的采集过程中, 这个特殊的sweep仍然将完成。该按钮也可以用在回放来停止很长时间的回放操作。

Next: 在一个series的一个sweep采集结束时, 该series将停止(可能该series还没有执行完毕), 转而执行下一个protocol。

Wait: 该按钮用语暂停一个series的执行。快捷键是`Ctrl' + `W'。按下Resume: 或者Ctrl' + `R'。可恢复执行。该按钮可用于回放操作。

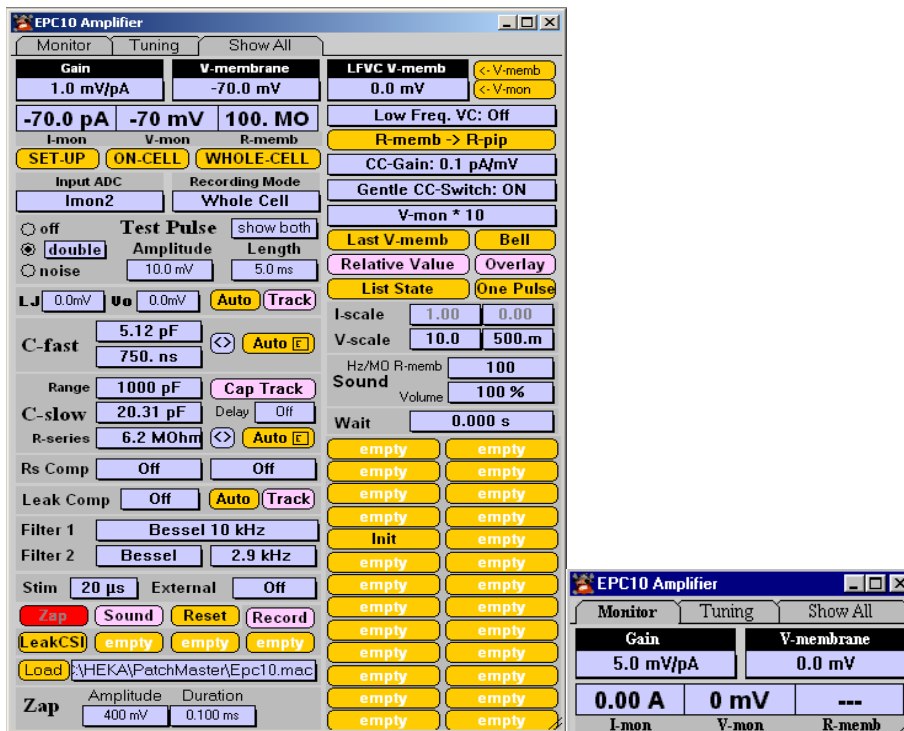
Resume: 与Wait配合使用。

6. Amplifier Window

放大器窗体用于控制调整显示放大器的各项设定。与所使用的放大器类型有关，窗体显示的内容有所不同。此处以Epc10为例介绍。

6.1 EPC 10 Amplifier

放大器窗体有3个不同的页面(Monitor, Tuning, and Show All)，依次包含从少到多的控件。



6.1.1 Main Macros

3个预先定义的macros以黄色按钮显示。这些macro用来调整放大器适合不同的记录条件。

SET-UP: 复位所有参数(只有LJ and Vo例外)，并定义测试脉冲的参数。当电极入水后使用该macro。

ON-CELL: 切换增益范围到典型的适合cell-attached patch 记录，设置初始C-fast估计然后调用一个Auto C-fast补偿。

WHOLE-CELL: 切换增益范围到典型的适合wholecell 记录。设置初始的C-slow估计然后调用一个Auto C-slow补偿。

这些macro可以重新定义。还可以自己来定义一些常用的macro。

6.1.2 Amplifier Gain



Gain: 设置电流监视输出的比例。对于Epc 10大器，其范围0.005 到2000 mV/pA，可用鼠标拖拽设置或者用`Up` and `Down` 箭头键。不同的Gain设置将自动选择Probe探头中不同的电流测量反馈电阻 (5 M, 500 M, and 5 G)，对应low, medium and high gain ranges.

	Low	Medium	High
Feedback Resistor	5 M Ω	500 M Ω	50 G Ω
Gain	0.005-0.002	0.5-20	50-2000
I_{max}	$\pm 2 \mu A$	$\pm 20 nA$	$\pm 200 pA$
Bandwidth	100 kHz	100 kHz	60 kHz
C-slow Ranges	30 100 1000	30 100 1000	30 100
Current Clamp	yes	yes	no
R_s -compensation	yes	yes	yes

在最小的增益范围可以测量很大的电流(可大到2 μA)，例如bilayers, loose-patch, or large cells,)。电容补偿可达到1nF, 而串联电阻补偿用于低到10欧姆的范围。

在中等增益范围, 背景噪音比高增益时大一些, 但仍具有100 kHz 带宽, 电流记录可达20 nA, 该范围主要用于全细胞记录。

高增益范围主要用于单通道记录或低噪音全细胞记录。有非常低的噪音, 但代价是电流只能记录到200pA/最大带宽60kHz/没有电流钳模式/慢电容只有30pF和100pF两挡。

Note: 当在高增益从VC切换到CC时, 增益会首先降低到20 mV/pA, 然后才能切换到CC。

Clipping: 当“Clip”变红时表示放大器饱和了。与放大器硬件面板上的Clipping LED 的功能类似, 这表示伪迹或噪音太大了。

Note: 这个指示可能比放大器硬件的指示更敏感。

Note: 在Epc 10 Double, Triple or Quadro, 非当前放大器的clipping state也会亮, 并不是只局限于当前放大器。

6.1.3 Holding Potential and Holding Current

V-membrane
10.0 mV

V-membrane / I-hold : 设置希望的holding voltage (VC)或者holding current(CC)。保持电位/电流的范围为 ± 1000 mV and ± 100 nA。该数值可用鼠标调整或直接输入。

The V-membrane is corrected for liquid-junction potentials and voltage off-sets.

Lli:??

在CC模式, V-membrane转换成I-hold。

Note: 在CC模式, Gain范围不能切换。请回到VC模式, 使用CC-Gain (在放大器窗体右边隐藏部分)切换到其他gain范围, 然后返回CC。

CC-Gain=10pA/mV 对应低增益范围。

CC-Gain=1pA/mV 和0.1pA/mV对应中增益范围。

6.1.4 Amplifier Selection

对EPC10 Double, Triple or Quadro, 放大器窗体会显示出所有的放大器。标红色的放大器为活动放大器。当切换到其他放大器, 窗体会更新被选择放大器的所有参数。每个放大器的参数设置都是独立的。这可以允许第一个放大器在高电流增益的cell-attached mode, 而第二个放大器为中增益的whole-cell mode。

在每个放大器页舌右面有一个下拉列表可设置该放大器的刺激通路的行为。

SET-UP	ON-CELL	WHOLE-CELL
Gain	V-membrane	
1.0 mV/pA	0.0 mV	
1. Amplifier	DA-0 to Stim-1: OFF	
0.00 A	0 mV	---
2. Amplifier	DA-0 to Stim-2: OFF	
0.00 A	0 mV	---
3. Amplifier	DA-0 to Stim-3: OFF	
0.00 A	0 mV	---
I-mon	V-mon	R-memb

DA-0 to Stim-1: OFF: 通常放大器使用Configuration window 中定义的V-membrane 输出通路。

这些称为刺激通路的缺省指定如下：

- . Amplifier 1 uses DA-3 as Stim-1 channel
- . Amplifier 2 uses DA-2 as Stim-2 channel
- . Amplifier 3 uses DA-1 as Stim-3 channel
- . Amplifier 4 uses DA-0 as Stim-4 channel

根据这个设定，每个放大器使用自己的刺激通路。特殊的设置DA-0 to Stim-1为OFF。

DA-0 to Stim-1: ON 在多放大器的需要同步刺激时，需要这样做：首先使用DA-0为PGF序列中刺激模板的DA-通路。然后在放大器窗体中选择该设定，以使DA-0输出到放大器的刺激通路。这个过程允许多个放大器的在一个数字时钟节拍下同步刺激。对于研究GAP结点，同步刺激非常重要。

Note: 当按上述描述设计一个测试Series，一个用户定义的Test Pulse可以同时送到多个放大器。

Note: 当使用每个放大器的缺省刺激通路时，根据硬件情况，刺激通路之间会有轻微的时间延迟(μs级)。这个延迟会显示在Pulse Generator window中的Stimulus Template Preview部分。

Ext. Stim. Input: ON 选择这个选项可打开外部刺激输入。外部输入将被迭加到内部刺激(Pulse Generator产生的holding potential and stimulus)。

AutoCSlow→ DA-0 当在GAP 结点测量实验中想用Auto Cslow，在补偿过程中不希望产生流过结点的电流，这种电流会导致电容估计出错。因此，两个细胞必须绝对同步刺激以防止流过结点的电流。要这么做，设置AutoCSlow→ DA-0，并设置DA-0 to Stim-1: ON。

6.1.5 Monitoring

I-mon: 显示直流电流监视信号。

10.0 pA	10 mV	---
I-mon	V-mon	R-memb

V-mon: 显示实际测量到的经过液结电位和偏置电压(所提供的0电流电位已经被正确设置了)后的电极电压。这个数值可能和holding voltage有临时的差别(例如在长的刺激脉冲过程里，测量得到的是V-membrane和比例化的刺激电压的求和的平均)。

R-memb: 封接阻抗R-memb，根据基线和测试脉冲的后半段计算出来。

- . 当施加了测试脉冲时计算R-memb:

$$R_{memb} = V_{test} / (I_{test} - I_{leak})$$

这个算法对于电极偏置/反转电位/液结电位的造成的问题不敏感。

- . 没有施加刺激脉冲时计算R-memb :

$$R_{memb} = V_{mon} / I_{mon}$$

这个算法就对电极偏置/反转电位/液结电位等非常敏感。大多数情况下，第二个算法得到的阻抗与第一个算法得到的有差别。第一个算法的结果更可靠。

- . 当施加TestSeries 时计算R-memb :

比较复杂。

6.1.6 Input ADC

可选择哪个AD-通路显示在示波器窗体中。

AD-0. . . 15: 任何空闲可用AD-channels

Vmon: 电压监视输出。

Imon2: 电流监视输出2(滤波以后的)。

AD-0
AD-1
AD-2
AD-3
AD-4
Vmon
✓ Imon2
Max
AD-8
AD-9
AD-10
AD-11
AD-12
AD-13
AD-14
AD-15
F2-Ext
Vmon
Imon1

Mux: 多用途通路。可通过3个选择为这个AD-通路提供信号:
以下通路是通过MUX channel采样信号的, 信号来自活动放大器。

F2-Ext: 外部刺激输入, 通过Filter 2滤波。

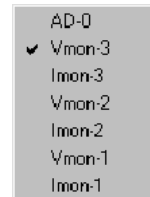
F2-Ext 设置允许你使用Filter 2 作为一个多用途的滤波器。在这个设置中, 放大器硬件前面板上的External Stim Input VC成为滤波器的输入, Filter 2输出。滤波后的信号以示波器窗体的增益设置和偏移设置进行标化。你可以用这个特征存储外部数据作为current data。例如回放记录在录象带上的电流数据。

Vmon: 活动放大器的电压监视通路(只适用于Epc 9 放大器)

Imon1: 电流监视1(没有滤波的)

以下适用于Epc 10 -2/3/4:

这个弹出列表包括通路名称(Vmon-X, Imon-X), 当改变活动放大器, 输入ADC将自动调整。缺省情况是Vmon-1 and Imon-1属于第一个放大器, 依次类推。但是你可以改动这些设置。



6.1.7 Recording Mode

Mode: PM试图用生理学的习惯, 例如向下的电流总是反映了阳离子流进细胞。但是为了工作正确, 你必须指导程序关于实际的记录配置。你可以选择如下记录模式:

:

In Out: inside-out configuration (VC), 刺激和采集的数据自动颠倒。

On Cell: cell-attached configuration (VC), 刺激和采集的数据自动颠倒。

Note: 自动颠倒作用于所有的电压(包括V-membrane和Pulse Generator中的刺激)。

对于液结电位, 其极性总是正确设置的, 不管记录模式如何。细节信息可参看Compensation Procedures。

Out Out: outside-out configuration (VC)

Whole Cell: whole-cell configuration (VC)

C-Clamp: current-clamp mode(CC)

V-Clamp: 特殊的VC模式, 用于使用telegraphing amplifier做双电极电压钳测量。

6.1.8 Test Pulse

测试脉冲迭加在holding potential施加到电极尖端, 电流响应被采集和显示。测试脉冲一般以最快速率施加, 有两种测试脉冲模式: 内置的测试脉冲(double or single)和TestSeries (使用PGF的刺激模板)。

OFF: 关闭测试脉冲。

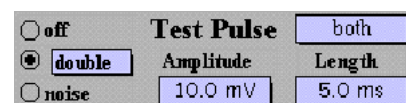
double / single / TestSeries / Enter Name: 两个内置的测试脉冲可从弹出菜单中选择。

Noise: 连续测量并更新噪音数据。为了确定噪音水平, 不施加脉冲输出且使用当前的AD-通路采集数据, 一般使用Current Monitor 2的输出。以100 μ s采样间隔采集256个点采集10次(256ms), 计算噪音。

Note: 要确保关闭Auto Filter 选项(Configuration window, page 175), 当你计划在放大器窗体测量噪音时。一般使用3 kHz (Filter 2) 带宽。

both/current/voltage: 显示被选择的traces。

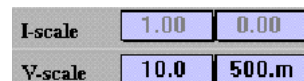
Amplitude/Length: 内置的测试脉冲的幅度和持续时间可在此设置。最小的脉冲持续时间为0.1 ms。不提供对这些脉冲的分析, 因此可以加快速度。



Note: 短的测试脉冲需要高的采样率, 高的滤波器带宽。如果Auto Filter 是激活的, PM 自动选择合适的电流输入通路 (Imon1 of Imon2), 并设置滤波器带宽 (= Sampling Rate / Test Filter Factor)。对于带宽大于9 kHz, PM自动选择Imon1为输入 (如果使用 epc9/epc10)。否则, 将使用Imon2。所以有如果测试脉冲跟随着一个来自PGF的序列时, 可能发生在Imon1/ Imon2之间来回跳。

6.1.8.1 Test Pulse Display Scaling

对于测试脉冲, 示波器窗体的显示标尺和trace偏移是无效的, 因为这些测试脉冲是靠放大器来调整增益和电容补偿以得到最大的动态范围。所以, 没有显示增益。但是如果你想对测试脉冲弄显示增益, 可以在Configuration window中设置Scale Test Pulse, 并使用I-scale and V-scale控件设置测试脉冲的显示标尺。



I-scale, V-scale: 这里你可以修改测试脉冲的电压电流显示标尺。在放大器窗体偏右。

6.1.9 Voltage Offsets



LJ: 液结电位可由用户来设置, 用来修正液结电位偏差和其他偏移。它和V0操作协同工作。一个在线的矫正需要在封接形成之前有一个Auto-V0操作并且LJ设置到合适的数值。如果LJ=0, 则没有矫正。

LJ可在± 200 mV内调整。

当使用相同的电极内液和外液时, LJ应当为0mV。在使用不对称的溶液或实验过程中改变了浴池溶液, LJ可以变化到任意希望的数值。对于标准的液结电位矫正, 输入数值的极性应当代表浴池电位相对于电极溶液。例如如果电极溶液包含谷氨酸盐glutamate or 天冬氨酸盐aspartate (浴池中有氯化物), 则LJ的极性应当是正的(+10 mV)。经过Auto-V0操作后, V-membrane应当变成-10 mV (在Whole Cell and Out Out), 或者+10 mV (for On Cell and In Out), 它符合调整成0电流电位。

V0: 显示offset voltage (迭加到V-membrane 的电压, 以获得电极命令电压)。这个电压可以通过Auto-V0操作, 或通过手动拖拽鼠标调整。

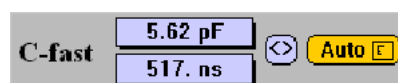
而且, 只要当用户修改LJ时, V0由程序控制自动改变。这对于LJ和Auto-V0操作的适当互动是必要的。不推荐手动改变V0, 因为这干涉了自动偏移矫正的软件特征。

Auto-V0: Auto-V0 按钮调用一个函数自动归零电极电流。因此将不断给电极电位施加偏移电压知道电极电流为0。调整的范围为± 200 mV。这种操作在电极入水后形成封接之前做。Auto-V0 与变量LJ相互作用提供在线的液结电位矫正并且设置其他的偏移。这需要在实际的电流归零操作之前, 把V-membrane设置到LJ的数值 (On Cell and In Out) 或者与LJ极性相反 (Whole Cell and Out Out)。Auto-V0 操作可以自动实现这些。

Note: Reset 函数不改变V0。

Track: 当holding potential=0mV时, 该选项实现一个Search Mode, 持续的施加Auto-V0 操作。速率由Epc 10 menu → Search Mode Delay选项决定。

6.1.10 C-fast



C-Fast 用来消除通过电极和其他分布电容导致的快电容 (范围0-15pF) 电流。在于探头屏蔽的条件下, 约有1-1.5pF的残余输入电容。补偿可手动拖拽鼠标或键盘输入数值。实际上设置包括两部分, 一个完全未滤波的成分, 和一个经过τ-fast滤波过的成分。程序允许设置这两个成份之和的幅度和被滤波成分的相对贡献率(%). %设置是τ-fast 的变量。一个常用的途径是在50%时大致调整C-fast, 然后调

整 τ -fast, 这样可以细调%到完全补偿。
更容易的途径是使用Auto C-fast。

C-fast: 这是所有的C-fast 数值。

τ -fast: C-fast的时间常数(up to 8 μ s)。。 τ -fast的数值可以拖拽输入或者按“Auto”按钮自动设定。

<>: 这个控件可以同时设置C-fast的幅度(鼠标垂直拖)和时间常数(鼠标水平拖)。。

Auto C-fast: 这个按钮执行一个自动的C-fast and τ -fast补偿。该过程使用施加小的脉冲(5mV), 平均测量回来的电流, 拟合一个指数过程来推断补偿电容的数值。在该过程中, 一些参数临时有变化: R_s -comp =OFF, 刺激被中断, 增益临时设置到合适的大小(不同有效增益范围内分别选定0.2, 2 or 50 mV/pA)。如果自动补偿失败, Auto button (E)会变粗体, 指示有错误。在cell-attached模式, Cslow=OFF, 使用涂敷电极, 自动补偿工作效果最好。

6.1.11 C-slow

Range: 选择慢电容补偿的范围。:

- . OFF: 关闭
- . 30 pF: 针对小细胞。
- . 100 pF: 小的或者中等的细胞。。
- . 1000 pF: 大细胞(只能在低和中等Gain范围有效)

程序为了防止震荡, 根据所选择的范围和有效的电容数值(R -series *C-slow >5 μ s), 做有限的补偿。选择1000 pF范围将限制增益调整到最大20 mV/pA。



Note: 如果使用Cap. Track 特征来测量小的电容改变, 使用更高级别的Cslow范围会好一些。在高范围, C-slow 的数字控制更精确, 分辨率更高。

C-slow: 这是用来抵消慢电容电流(该电流在全细胞模式对细胞膜充电)。设定30, 100 and 1000 pF 范围实际上允许电容补偿范围分别在0.12-30 pF, 0.4-100 pF and 4-1000 pF。调整范围也被程序限制, 使(R -series *C-slow >5 μ s), 防止发生震荡。慢电容数值可以手动改变, 或者用Auto按钮自动调整, Auto按钮同时调整R-series 和C-slow。

R-series: 可调整串联电阻(0.1M欧-10G欧), 和慢电容共同确定C-slow瞬态的时间常数。也为串联电阻本身的补偿做准备。串联电阻的调整受到电容数值以及电容范围的限制。数值可以手动改变, 或者用Auto按钮自动调整。

Note: R_s -compensation 电路将使用R-series 数值为基准进行串联电阻的钳位误差补偿。

<>: 可同时调整C-slow and R-series。垂直拖鼠标调C-slow, 水平拖鼠标调R-series。

Auto C-slow: 该按钮执行一个自动的C-slow and R-series数值补偿。该补偿过程使用了短的trains方波脉冲(这些脉冲的数目和幅度在Epc 10 menu→ C-slow Num. Cycles 和C-slow Peak Amplitude中设置)。平均这些脉冲引发的电流, 拟合一个指数以推断补偿数值。该过程中临时改变一些参数:

R_s -comp =OFF, 刺激被中断, 增益临时设置到合适的大小(不同有效增益范围内分别选定0.2, 2 or 50 mV/pA)。

如果C-slow范围=OFF, 则会自动使用最高可能的范围, 例如在低中增益范围使用1000 pF, 在高增益范围使用100 pF。

慢电容的自动补偿在cell-attached时已经补偿了快电容的前提下工作效果最好。交互的Auto C-fast and Auto C-slow可以改善补偿。

如果自动补偿失败, Auto button (E)会变粗体, 指示有错误。

连续的慢电容自动补偿可以选择Cap. Track选项。

Note: 在Auto C-slow之前, 需要合理估计C-slow和R-series, 否则, 自动补偿可能失败。

Cap. Track: 选择该按钮将执行重复的Auto C-slow补偿, 再按该按钮将停止连续慢电容补偿。

Note: Epc10 menu → Output Cap. Track 选项确定是否把电容和G-series 数值作为电压通过DA-0, DA-1输出。

Delay: 该按钮确定连续自动慢电容补偿的间隔。短的延迟(e. g, 1ms), 可以大于10Hz的速率跟踪使膜电容。

6.1.12 Rs Comp

串联电阻矫正膜电位的钳位误差, 该钳位误差由串联电阻本身跨在细胞膜两侧引起的。补偿效果用补偿率来表示(range 0-95%), 可用鼠标或输入改变。补偿以慢电容补偿时得到的R-series为基础, 并且Rs-comp没有处在OFF, 例如, 设置到一个速度数值, 这些速度数值确定了反馈补偿的速度:

OFF - 关闭串联电阻补偿。

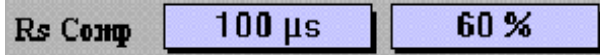
100 μ s - 慢速补偿。

10 μ s - 快速补偿。

2 μ s - 非常快的补偿。

速度的选择依赖记录的时间常数和希望的补偿程度。快的Rs补偿需要更精确的调整单提供最大的电压钳位速度。在快模式, Filter 1自动切换到HQ-30 kHz设置。

在电流钳模式, Rscomp行为类似桥式补偿。当在全细胞模式用Auto C-Slow, 然后切换到CC并设置Rscomp到100%, 可以得到最优的桥式补偿。



6.1.13 Leak Comp



该控件通过使用颠倒的标化刺激信号实现硬件漏补偿。漏电流可手动拖拽或输入, 或者Auto自动。最大的数值依赖于Gain范围。2 nS, 200 nS and 20 μ S 分别对应for high, medium, and low ranges。

Note: PM中的数据不采集不考虑可能的epc10对应的硬件漏减。如果"Leak"激活了(例如Leak ≥ 0.1 pS), 漏电流数值存储并和series参数一起显示。注意使用Leak Comp的后果, 例如电流测量数值不再是绝对的数值了, 而是发生了相对偏差。由于这个和电容伪迹不能被这种漏减所消除, 所以只要可能, 建议使用P/n 漏减。

Auto: 自动确定和矫正漏减电导。

Track: 连续更新漏减补偿。

6.1.14 Filter

Filter 1: 该控件控制电流监视通路1上的一个模拟3极点滤波器。可通过弹出菜单选择如下设置:

- . Bessel 100 kHz
- . Bessel 30 kHz
- . Bessel 10 kHz
- . HQ 30 kHz

大多数条件下使用10 kHz带宽, 可充分衰减高频的噪音。HQ 30 kHz基本只自动用于快速Rs-compensation。



Filter 2: 该控件控制电流监视通路2上的一个模拟4极点滤波器。Filter2位于Filter1的下游。拖拽或输入频率(以0.1kHz步进从0.1-16 kHz调整)。有两种特性的滤波器可选:

. Bessel . Butterworth

Bessel滤波器对一般应用都很好。而Butterworth的频率响应截止很快, 主要用语功率谱分析power spectral analysis。设置Filter2控件实际上对Filter1/Filter2都有影响。例如, 信号的带宽实际是从Imon-2记录的。

如果你想用外部滤波器而不是Filter2, 你可以这样做: 连接Imon-1的输出到外部滤波器的输入, 在把外部滤波器的输出连接到某个AD通路, 选择该通路为输入通路。

Note: 当选择了Imon-1, 则Filter 2 失效。这可以防止用户混淆Filter2和用于采集数据的实际滤波器带宽(例如Filter1的带宽)。要改变Filter2, 首先要选择Imon-2。

6.1.15 Stimulus



Stim: 当电位变化的速度不是很关键时, 刺激可以通过(2-pole Bessel) 滤波, 以削减快速电容瞬态的幅度。有两个设置可用:

- . 2 μ s
- . 20 μ s

通常20 μ s 足够了, 除非非常快的电流例如电压门控Na⁺通道电流。

External: 外部刺激输入通过可编辑的系数标化(范围 $\pm 0-10x$), 以允许使用不同的外部刺激。如果没有外部刺激信号连接到Stim. Input, 强烈建议设置External=OFF, 这可以防止拾取外部噪音。

Note: 内部的V-membrane 不受改变外部标化系数的影响。如果用户从外部设定holding potential (例如通过刺激器或其他电脑), 则外部标化系数影响这个外来的holding potential 。

6.1.16 Various Controls



Zap: 施加一个高电压脉冲到电极, 试图使膜片破裂。Zap脉冲的参数(幅度/持续时间)可在放大器窗体偏下部分设置。

在Configuration window中, 可以进一步设置Zap是否总是有效或者限制只能用于On Cell 模式。

Sound: 如果该控件=ON, 可以听到跟R-membrane 成比例的频率的声音。

Reset: 选择该按钮, 将复位EPC10放大器到初始状态。将使DA-channels =0, 这可以消除Cap. Track 设置的C-slow/R-series 产生的输出。另外, 当记录一个macro时, Reset 可以定义一个初始状态。

6.1.17 Macro Recording



这些按钮和Macros menu上的一些选项功能一致。

Record: 该按钮对应于Macro menu →Start Recording。为了启动maro记录, 点击Record按钮, 然后执行所有预期的行为(notebook将列出这些macro动作), 可以记录最多50个动作。在记录的结尾再按Record按钮, 将直接放弃这次记录。当点击在一个macro按钮上将得到一个对话框, 包括如下控件:

- **Cancel:** 这将忽略macro调用。你可以继续记录。
- **Record call to macro itself:** 这将执行自我调用。
- **Copy contents of macro:** 拷贝被选择的macro的指令到被记录的macro中。这避免了回归调用的

问题(例如macro互相调用导致无限循环)。

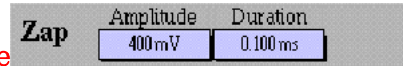
• **Assign and name recorded macro:** 要求你给macro一个名字, 这个名字将出现在macro按钮上。

Empty...: 这些按钮代表了Macro menu→Execute [1..40]。有些macro是空的。你可以在一个*.mac文件中存储最多40个macro。Macro按钮序号大于7的放在放大器窗体右侧。

Load: 调入你输入的macro file。



6.1.18 Zap Settings, List State and One Pulse



Zap: 设定Zap脉冲的参数。一个ZAP脉冲是一个具有给定幅度和持续的简单方波电压, 送到活动放大器的Stim-DA。

List State: 把放大器的状态信息送到notebook。

One Pulse: 该按钮只送出一个测试脉冲。当测试脉冲关闭了, 而又想简单输出一个脉冲时使用。

6.1.19 R-membrane



R-memb ->R-pip: 把R-memb的数值拷贝到R-pip。这用于形成封接前把电极电阻存储到数据文件中。

6.1.20 Low Frequency Voltage Clamp

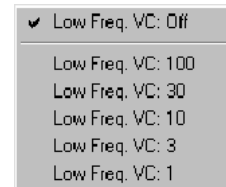
LFVC V-memb: 设置用于低频电压钳(low-frequency voltage clamp)的膜电位。



V-memb / V-mon: 把V-memb和V-mon的数值分别拷贝到LFVC V-memb。

Low Freq. VC: 这里你可以选择LFVC的反馈速度。

LFVC是一种修正的电流钳模式, 当平均电位保持在用户选择的一个常数(LFVC V-memb), 允许测量电位偏差例如动作电位或突触电位。



电路工作象一个快速信号的电流钳, 也象一个慢速信号的电压钳。为了实现这个, 测量到的膜电位经过低通滤波然后和LFVC V-memb potential比较, 然后注入电流到细胞以维持膜电位在所选择的LFVC potential。由于细胞不区分通过细胞膜的电流中的一部分进入到电极, LFVC电路可被认为是一个额外的膜电导(1li:???)。可以选择不同的时间常数(Off, 1, 3, 10, 30, 100), 它们代表不同的调整速度。

这5个时间常数的有效反馈速度依赖于增益范围。在中增益范围, 大约是1-100秒。而在高增益, 要快100多倍。

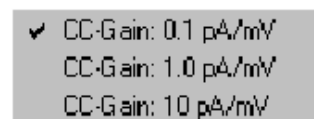
注意: LFVC Freq . VC :100表示慢的补偿。

LFVC Freq . VC :1表示快的。

6.1.21 Current Clamp Settings

CC-Gain: 这里可设定3挡CC范围。

- . 0.1 pA/mV
- . 1 pA/mV
- . 10 pA/mV



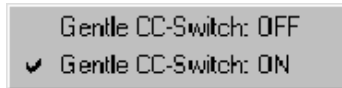
当CC-Gain= 1 pA/mV, 1mV命令电压对应到到1pA的命令电流。0.1 pA/mV和. 1 pA/mV 的关联和放大器窗体左侧的主Gain设定无关。最大的输出电流依次为1 / 10 / 100 nA。

注意：标化影响零点调节的精度。最小步长为 0.03125pA ($1/32$), 0.3125pA , 3.125pA ($0.1/1/10\text{pA/mV}$ 范围)。

Note: 对于EPC9-“A” “C”, , 只有固定的 0.1 pA/mV 。

Gentle CC-Switch: 该控件选择两种切换VC/CC的模式:

- . Gentle CC-Switch: OFF: 切换到CC时, I-hold 将设在 0 pA 。
- . Gentle CC-Switch: ON: 切换到CC时, I-hold 将设定在维持VC下膜电位常数的某个注入电流。这样, 切换到CC时, V-mon将等于VC时的V-memb command。类似的, 返回VC时, V-memb将设定在CC时维持电流常数的某个膜电位数值附近 2mV 。



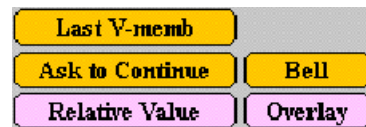
V-mon Gain: 测量到的膜电位可以再放大10倍或100倍。在*100选项, 能测量的电压范围是 $\pm 100\text{ mV}$, 而分辨率是 $1.5\mu\text{V}$ 。这特别适用于场电位测量。

(11i:是输出范围在 $\pm 100\text{ mV}$, 还是输入范围 $\pm 100\text{ mV}$? ? ?)

注意: 该特征只在EPC10-F版本以后有效。

6.1.22 Additional Settings for Macro Recording

Last V-memb: 如果从VC切换到CC, 软件记录此前的holding potential。Last Vmemb. macro将在改变模式后设置这个holding potential。



Bell: 播放系统的声音。当执行一个macro时, 可用此功能提供一些反馈。

Relative Value: 该按钮在记录macro时有用。任何数值的改变将被记录下来作为相对改变。例如如果你假设在记录macro时, holding potential从 -60mV 变到 -70mV , 一个 -10mV 的台阶将被记录下来。

Overlay: 测试脉冲的traces将重叠显示在滤波器窗体中。可观察封接过程的变化轨迹。

6.1.23 Sound Settings

Hz/M Ω 这里设定声音特征。声音与R-membrane成比例, 系数为(Hz/M Ω), 音量为(in %).



注意: 只有放大器窗体中的Sound control 有效才能有声音。

6.1.24 Wait



Wait: 该控件用于暂停一个macro的执行一段给定的时间。

6.1.25 Text Field

Text Field: 允许其他设备的外部程序在PM中显示一些信息。有3个域可用。在放大器窗体右上角。

6.2 EPC 10 PLUS

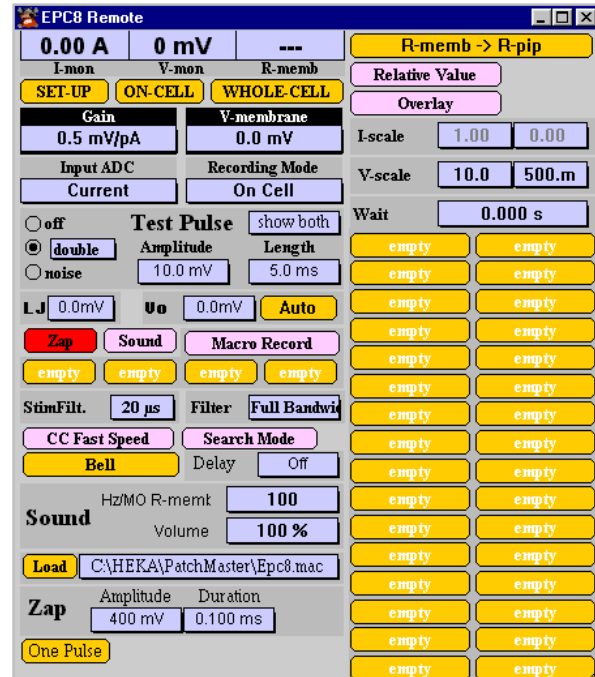
Epc 10 Plus 放大器和EPC10几乎完全相同。区别在于使用的采集装置是Itc 18，采样的分辨率更高一些。AD-通路可选择输入范围(+/- 1V, 2V, 5V, 10V)。

Range **AD-0** **+/- 10 V**

6.3 EPC 8 Remote/Local

Telegraphing 参数：以下函数可以用远程模式设定，而用本地模式读。

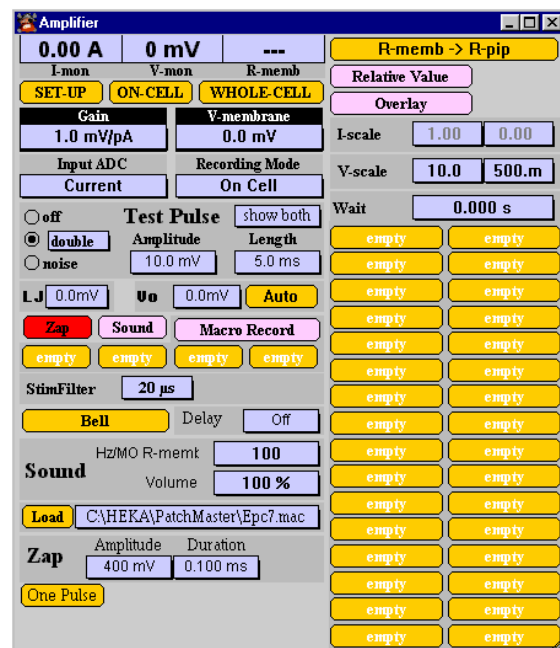
- . Gain
- . Recording Mode
- . Stim.Filter
- . Filter
- . CC Fast Speed
- . Search Mode



6.4 EPC 7 and Telegraphing Amplifiers

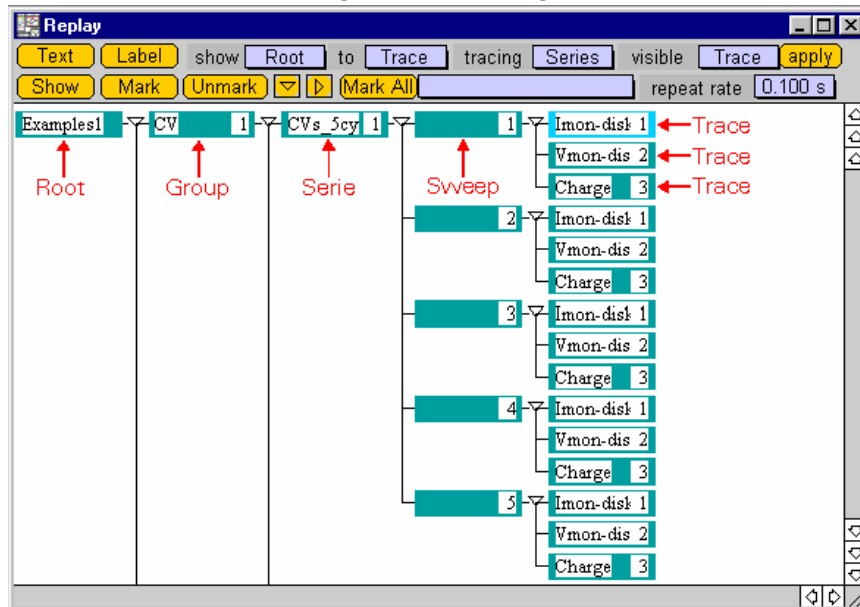
所有的非telegraphing控件都必须在放大器窗体中手动设置。

重要注意：放大器设置将和数据文件一起保存。用户必须确保放大器窗体中的设置与所连接的放大器的设置是一致的。

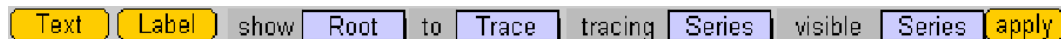


7. Replay Window

有5个数据级别：Root→Group→Series→Sweep→Trace



7.1 Main window functions



Text: 显示目标的comment。该功能可编辑comment。

Note: Series的comment可以在示波器窗体的comment域中输入。

Label: 显示目标的标号 (Groups/Series/Sweep/Trace)。所有对象都被赋予了缺省的标号。

- . Group: E-1
 - . Series: 名称和PGF sequence相同。
 - . Sweep: 没有标号。
 - . Trace: 名称来自采集的AD-通路，或者赋予了trace名称的PGF。.
- 可以编辑这些标号。

当使用文件操作事件或者使用Protocol Editor中的采集事件来创建新的Experiment或者新的Group，你就能定制这些标号。

show / to: 定义那些数据Tree将被显示出来。可用的数据tree是Root, Group, Series, Sweep, and Trace.

tracing: 指定数据Tree的某部分在回放时将被traced。这个功能比较重要，如果回放窗口非常窄，只能显示数据tree的3级，如果设置Tracing选项到Series，则在回放窗体中只显示Root, Group and Series。如果你项设置设置Tracing选项到Trace并维持窄的Replay window，则整个tree将向右滚动，只显示Series, Sweep and Trace。

visible/Apply: 该特征可用来扩展或最小化整个tree。如果指定Series并按Apply按钮，则tree将缩减到Series级别，所有的Sweep and Trace 目标都隐藏起来。



Show: 回放选择的目标。双击目标也可回放。

Mark: Mark选择的目标。可以mark多个目标。Replay menu中的一些函数适用于marked的目标：Show, Delete and Export Marked Target Children。注意这些marks将随着数据文件的保存被

写入*.pul文件。这意味着这些marks可以被再调入。

Unmark: Unmark 那些选择的marked target。

Show/Hide Arrows: 这些按钮可以用来展开和收缩子tree。。

Mark All: 在给定的数据范围内以标号名称Mark全部的目标。

repeat rate: 输入一个时间间隔控制Replay window的滚动速度。

Window Scroll Arrows: 这些箭头按钮可以用来滚动数据tree。

7.1.1 Tree Handling

Interpreting the Tree objects: 在数据tree条目中显示着标号文本/运行索引等。通常Root图标包含文件名，Group图标包含实验序号，Series图标包含刺激序列的名称，Sweep图标包含Sweep序号，Trace图标包含Trace名称。

举例如下：

- . file name: Examples 1
- . Group name: CV 1; The group CV is the first group of the file Examples1.
- . Series name: CVs 5cy 1; The series CVs 5cy is the first series of the group.
- . Sweep name: 1; the sweep carries no name or label. It is the first sweep of the series.
- . Trace names: Imon 1, Vmon 2, Charge 3; Charge is the third trace of the sweep 1.



以#开头的标号表示当前采集的目标在采集之后不保存。

Maneuvering through the Tree: 键盘的箭头键允许你遍历整个数据tree的结构。上下翻页键可翻页查看数据tree。`Home` and `End` 键可到数据tree的开头和结尾。

Selecting/Marking multiple objects:

例子: Mark multiple traces, e.g. all current traces:

1. 在Mark All button 右边的text域输入trace的基本名称例如Current。
2. 选择上高一级别的目标，这里是series Zyklen。
3. 点击Mark All button，将mark所有的包含Current标号的traces。

另一个例子：为了分析的需要，你将输出包含Zyklen protocols的数据。因此输入Zyklen，选择Group，然后点击Mark All button。这样该Group中所有使用了Zyklen protocols的都被marked了。

Mark a Target and its Children:

Shift+Click = Marks 目标和子目标。

Shift +Click =再次点击 Unmark a specific Target Children。

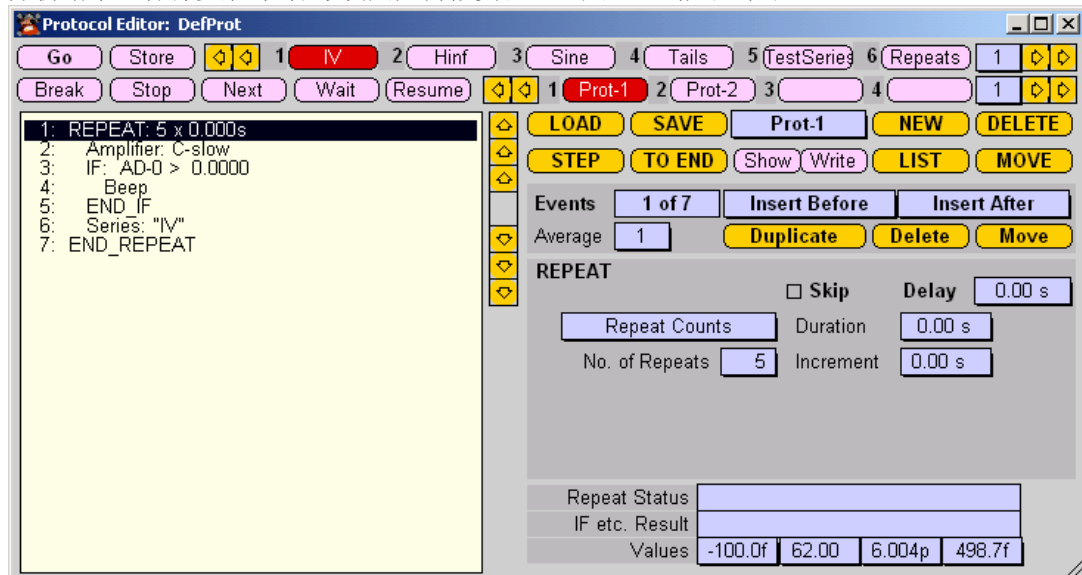
Selecting/Replaying a single object: You can also click any entry directly to make it the active one. A double click will replay the tree object.

8. Protocol Editor Window

在Protocol Editor window中, 通过结合PGF模板和其他操作(例如breaks, IF-THEN loops, setting changes)等可以组合复杂的实验安排。该窗体是PM关于实验自动化的心脏。当然, 自动化也可以通过macro来实现。二者的差别是:

通过macro, 你可以记录那些实际执行的序列。但在记录macro时, 你不得不跳转那些必要的窗体。这在执行macro过程中也会发生, 因此降低了效率。

而通过protocols, 可以编辑非常复杂的序列。在执行protocol的过程中, 没有必要打开关闭窗体, 因此比macro执行得更快。另一个重要的优势是protocol可以根据各种条件(模拟数字输入, 分析结果, 各种参数等等)来决定如何做实验。这是macro做不到的。



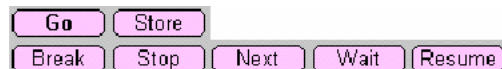
8.1 Sequence Handling



序列Pool: 第一行显示出可用的序列。这部分和PGF窗体中的内容一致。两侧的箭头按钮可以翻页寻找更多的序列。内侧的箭头按钮一次翻一页(6个序列), 外侧的箭头按钮到尾/首。直接点击序列按钮或者选择右侧箭头按钮旁边的数字区域中的数字, 或者按键盘的数字键就能执行一个序列。

Go: 运行选择的protocol。

Note: Go用来启动一个protocol, 而不是用来启动一个序列。



注意以下这些按钮在示波器窗体中也存在。

Store:

Break:

Stop:

Next:

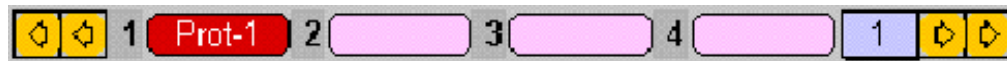
Resume:

Average: lli:??在哪里?

通过这个函数, 一个PGF序列可重复多次运行, 只有平均结果被保存。请输入一个sweep的需要做平均的次数。一般建议用偶数。

注意: 平均函数使用trace buffers作为临时存储。因此, 平均被限制在每个sweep有4个traces, 而且会覆盖任何在trace buffers中的内容。

8.2 Protocol Handling



Protocol Pool: 该窗体的第二行显示protocol Pool。也有左右翻页的按钮箭头。点击protocol按钮或者在输入按钮箭头旁边方框内输入protocol的号码,可选择对应的protocol,但不会开始执行,而是准备编辑。

编辑之后,整个Protocol Editor file (*.pro)应该存盘(通过Save按钮)。可以另外命名,缺省名称是DefProt.pro。如果想把某个pro文件作为缺省文件随PM启动而调入,可在Configuration window做一些设置。



LOAD/SAVE: 调入或保存pro文件。当前protocol的名字在Save按钮旁边的方框中,可编辑这个名字。

NEW: 在Pool中创建一个新的protocol。

DELETE: 从Pool中删除当前的protocol。

STEP: 在protocol编辑器中单步执行一条指令。

TO END: 执行protocol到结尾。

Show: 在执行protocol过程中,使当前执行的事件给更新到事件列表中。

Write: 在执行protocol过程中,把事件写入到Notebook。

LIST: 在Notebook中列出当前的protocol。 

MOVE: 移动当前protocol到另一个位置。

8.3 Events

在event区域,你可从事件列表中选择实验要用到的事件。



Events 1 of 2: 这里显示当前事件和整个事件。

Insert Before / Insert After 这里你可以通过下拉列表选择新的事件。它可以位于当前事件之前或之后。

Duplicate: 复制当前事件。副本自动插在被复制事件之前。

Delete: 删除当前事件,没有任何进一步的通知。

Move: 把当前事件移动到新的位置上。

注意: 多行事件例如循环圈或条件判断不能移动。

Average: (see page 103).

由于pro文件是文本文件,可以用其他编辑器直接编辑。

8.3.1 Recurring functions

Repeat Status	Repeat at line 1: 2 of 5			
IF Result	AD-0 = 312.50 μ V => TRUE			
Values	0.000	0.000	0.000	0.000

这些函数存在于每个事件区域。

Skip: 在执行protocol时忽略这一步。这个选项允许用户可快速阻止一些事件而不用丢失所有的设置。

Delay: 以秒来设置delay 事件。注意延迟在事件之前执行。

Repeat Status: 显示循环的状态。以下例子显示：重复发生在protol的第一行，在一个5周期循环中有2个重复。

IF Result: 显示最后一个被触发的IF条件。

Values: 这4个数值是全局变量。在protocol执行过程中，这些数值可以接受用户输入。

8.3.2 Events - Overview

这里没有解释所有的events，请根据给出的联接参看其他章节。

8.3.2.1 Acquire Properties 采集属性

Set it: Mark 这个选项，如果你真的想获得marked的属性。.

Update R-membrane and I-pipette: 在每次采集sweep后计算和更新 I-pipette and R-membrane。

Wipe Display at Start: 开始一个protocol时是否擦除显示。

Show Events: 更新event列表，以显示执行完每个event之后的活动event。这个函数和Show按钮等同。

Write Events to Notebook: 把events写到notebook中。该函数与Write按钮

等同

Set Min. Wait Time: 设置一个等待时间，当执行个别重复循环例如采集一个series的数据或者Protocol Editor中的一个重复循环，等待一个合适的时间在开始执行下一个event。

Note: 一个长的Wait时间将使得程序反应很慢。而一个很短的等待时间可能减小events开始的精确定时。而一个采集中的定时例如采样率不受这个参数影响。最小的Wait时间也可以在Configuration window中设置。

Set Macro Timeout: 虽然macros一般是分开的任务，但有时也会出现串联macro(例如在一个Series或sweep之前)，或者在一个event protocol。这时采集或protocol event的继续执行就依赖于成功执行macro。为了防止一个macro产生的堵塞情况，Set Macro Timeou可给定一个时间限度，超过这个限度macro将被放弃。

- ✓ Insert Before
- Acquire Properties
- Acquire Series
- Acquire Each Sweep
- Amplifier
- Annotation
- Beep
- BREAK
- Clear Key
- Digital Filters
- Display Properties
- File Operation
- GOTO
- GOTO_MARK
- IF...THEN
- ELSIF...THEN
- ELSE
- LockIn
- Macro Call
- Macro Command
- Online Analysis
- PGF Parameters
- Photometry
- REPEAT
- Serial Output
- Set DAC
- Set Digital Bit
- Set Digital Word
- Set Solutions
- Set Sweep Mark
- Set Value
- Switch Window
- WAIT
- Write Icon Value

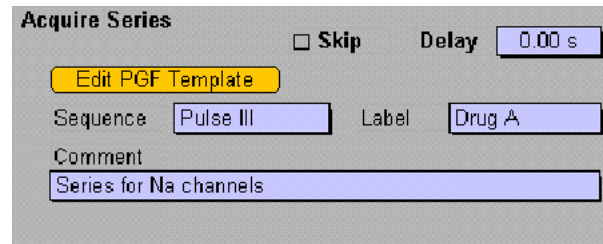
8.3.2.2 Acquire Series 采集Series

Used to execute an entire pgf sequence.
Edit PGF Template: 在PGF窗体中打开PGF template。

Sequence: 输你想用做刺激模板的入序列的名称。

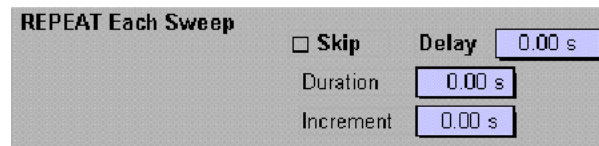
Label: 输入一个Series label, e.g. “Drug A”.

Comment: 为了Series输入一个comment。



8.3.2.3 Acquire Each Sweep 采集每个sweep

在一个Acquire Each Sweep event内部插入一个循环。这个event允许在2次sweeps采样之间执行其他protocol events。例如在每个sweep采样之前用Amplifier event执行AutoCSlow。



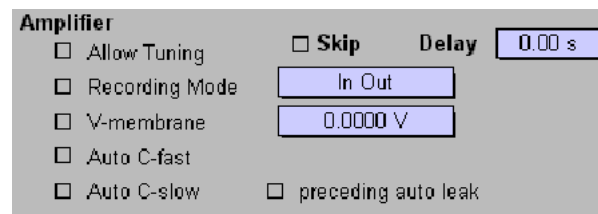
Duration: 两次重复之间的持续时间。

Increment: 持续时间的增量。

8.3.2.4 Amplifier 放大器

控制主放大器的设置。

Allow Tuning: 在这个event期间，用户可以手动切换到放大器窗体并手动调整设置，或者只是打开测试脉冲。在下一个event开始之前tuning time可超过5秒。整个event的持续时间可用Delay来设置。该参数应至少有5秒长以激活Tuning。



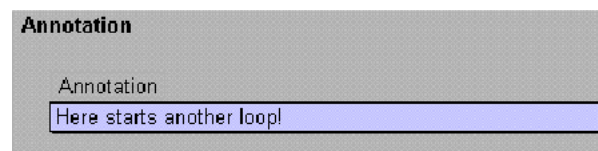
Note: 在epc10-2/3/4, 还有额外的控件用来选择活动放大器。



8.3.2.5 Annotation 注释

用这个函数添加注释到你的protocol中以改善可读性。

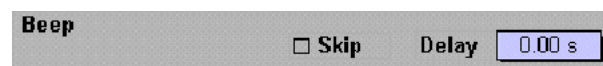
Annotation: 文本可输入，并可显示在event里列表中。



8.3.2.6 Beep

用于执行声音警告。

Beep: 输出一个声音信号。只有你的电脑有合适的声音设备才有效。

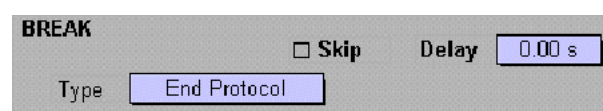


8.3.2.7 BREAK

用来结束一个循环或者protocol。

类型:

· **End Protocol:** 这种BREAK 在这个点上完全



停止protocol的执行。

. **End Repeat**: 这种BREAK结束循环(e. g. IF-THEN, repeat sweeps...)的执行, 并跳出循环到后面的events。如果BREAK用在循环外面, 则执行跳转到protocol的结尾。

8.3.2.8 Clear Key

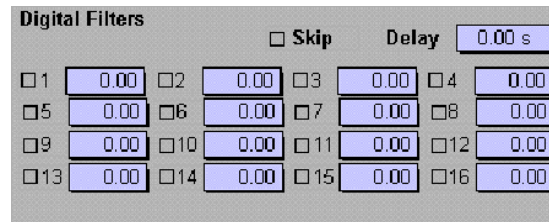
在执行protocol期间, 击键动作被存储下来, 直到按下新的键。此时键buffer必须清除, 此时用Clear Key event。

Clear Key

☐ Skip

8.3.2.9 Digital Filters

截止频率的数字滤波器作用于traces 1 - 16。Checkbox用于mark设置哪个滤波器。



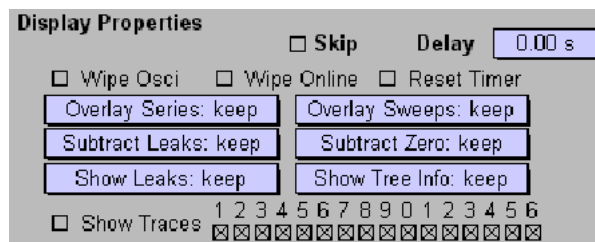
8.3.2.10 Display Properties 显示属性

用于控制显示菜单和示波器窗体的显示设置。

Wipe Osci: 删除示波器窗体中的所有显示的数据。

Wipe Online: 删除Online windows中的所有显示数据。

Reset Timer: 复位示波器窗体中的timer。



Overlay Series and Overlay Sweeps:

- . keep: 保持该event之前的状态。
- . ON: Overlay on.
- . OFF: Overlay o_.

Subtract Leaks:

- . keep: 保持该event之前的状态。
- . ON: Subtract leak signals on.
- . OFF: Subtract leak signals o_.

Subtract Zero:

- . keep: 保持该event之前的状态。
- . ON: Subtract zero o_set on.
- . OFF: Subtract zero o_set o_.

Show Leaks:

- . keep: 保持该event之前的状态。
- . ON: Show leak signals on.
- . OFF: Show leak signals o_.

Show Tree Info:

- . keep: 保持该event之前的状态。
- . ON: Show Tree Info in the Notebook - on.
- . OFF: Show Tree Info in the Notebook - o_.

Show Traces 1..9, 0..6: 改变所有16个traces的显示标志。该函数可用于只示波器中显示想看的traces。

注意你必须mark Show Traces 以使生效。

8.3.2.11 File Operation

Store Data:

- . keep: 保持该event之前的状态。
- . ON: 采集数据将存盘。这相当于激活Store button。
- . OFF: 采集数据将不存盘。这相当于失活Store button。

Save after Break:

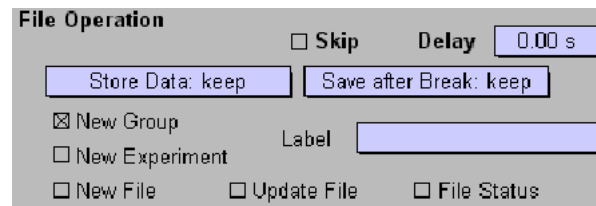
- . keep: 保持该event之前的状态。
- . ON: 采集的sweep将存盘如果sweep被break命令中断。
- . OFF: 采集的sweep将不存盘如果sweep被break命令中断。

New Group, New Experiment, New File: 创建一个新的group, experiment或者文件。当自动命名选项有效时, 使用该函数非常方便。

Label: 当新的Group/Experiment创建时, 指定Group label。

Update File: 更新并保存文件。

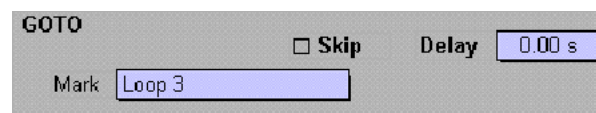
File Status: 把文件状态输出到notebook。



8.3.2.12 GOTO

用于跳转到Goto Mark。

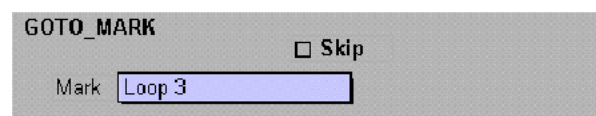
Mark: 输入mark的名字, 这个mark表示GOTO的目的地。



8.3.2.13 GOTO MARK

创建一个Goto Mark。

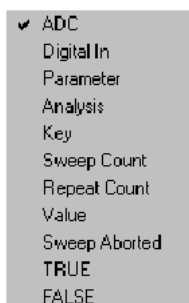
Mark: 输入mark的名字作为一个GOTO跳转可能的目的地。



8.3.2.14 IF... THEN

允许定义条件events。注意, 可能的通路变量依赖于所选择的source。

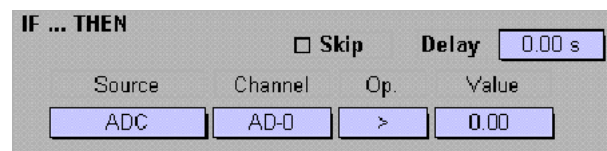
Source:



- . ADC: 从AD通路读取。
- . Digital In: 数字输入。
- . Parameters: 从参数列表中选择e.g., Imon, C-slow...
- . Analysis: 从可能的函数(number 1 through 16)中选择。
- . Key: 输入键盘命令。
- . Sweep Count: 输入一个数字来和实际采集的sweep次数比较。If the Sweep Count is then
- . Repeat Count: 输入一个数字来和实际的重复次数比较, If the repeat count is then

. Value: 使用event “Set Value” 定义的Values 1..16。另外, Online Analysis的结果也可存储在这些“Value”中。所以“Values”组成了一个重要的Protocol Editor和Online Analysis之间的接口。

- . Sweep Aborted: 在一个sweep已经被Break命令放弃的情况, 或者在PGF序列中的break条件。
- . True / False: 选择是否这个IF循环被使用(True), 或不使用(False)。



✓ AD-0	Channel:
AD-1	. ADC: AD-0, 1, etc., Mux, Vmon, Imon.
AD-2	. Digital In: Dig-0..15.
Vmon-2	
Imon-2	
Vmon-1	
Imon-1	
Mux	

. Parameters: 参看Configuration Window, page 163。另外, Timer参数允许时间处理, 例如在Display Properties event中复位一个定时器, 并测量从这个event开始的时间。.

. Analysis: Function 1...16.

. Value: Value-1..16.

✓ I-mon
V-mon
C-fast
C-slow
R-series
Leak Comp.
Clipping
Auto C-fast
Auto C-slow
Pip. Pressure
Pip. Resistance
Temperature
Cell Potential
User 1
User 2
Timer

Op. : 逻辑操作符.

. > : 大于

. < : 小于

. ABS > : 绝对值大于

. ABS < : 绝对值小于

. = : 等于

. < > : 在两个范围之内

. MOD: 取模操作, 是整数操作。如果取模操作的结果=0, 返回TRUE
A Modulo operation; it is an

对于数字输入的操作符是设置电平:

. High, , 例如5V

. Low, , 例如0V.

Value: 用户定义的数值。

8.3.2.15 ELSEIF... THEN

允许第二次条件判断, 例如在IF-THEN 之后再检查判断一下。和IF-THEN工作起来一样。

ELSIF ... THEN			
Source	Channel	Op.	Value
ADC	AD-0	>	0.00

☐ Skip

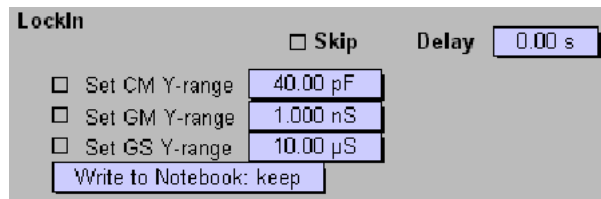
8.3.2.16 ELSE

IF条件的最后一步。

**8.3.2.17 LockIn**

LockIn event 允许用户修改LockIn参数。

Default ranges for Cm, Gm, Gs: 你可设置这3个参数的缺省范围。指定的范围将在示波器窗体中显示出来。

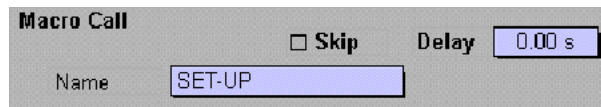


Write to Notebook: Choose between KEEP the status or turn the Write to Notebook option ON or OFF.

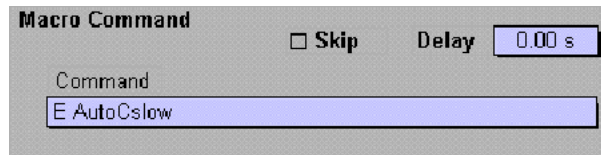
8.3.2.18 Macro Call

用来在一个protocol中执行macro。

Name: 输入你想执行的macro的名字，例如“SET-UP”。

**8.3.2.19 Macro Command**

用于执行个别的macro命令。许多不能通过特殊events访问的控件，可通过使用macro命令控制。

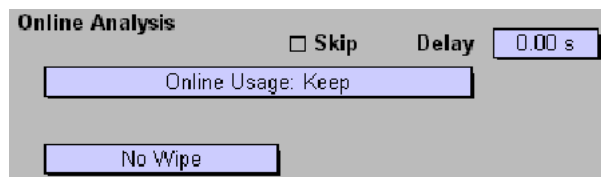


Command: 输入你想用的macro命令e. g., “E Zap”。

8.3.2.20 Online Analysis

Name: 输入你想开始的分析方法，参看 Online Analysis Window章节，page 187.

Edit: 用给定的方法打开Online Analysis window，进行直接编辑。



Online Usage:

- . **Keep:** 没有变化。
- . **Use Selected Method:** 切换Online Analysis到field Name中指定的方法。
- . **Automatic Stim. Control:** 使用PGF序列中指定的Online method。
- . **No Online Analysis:** 关闭Online Analysis。

请参考Online Analysis Window章节。

Wipe: 用来擦除个别图形或者所有图形。

- . No wipe
- . Wipe All
- . Wipe Graph 1, Wipe Graph 2, ...

8.3.2.21 PGF Parameters

可以在执行protocol期间设置或修改PGF 参数，以自动适应采集过程。



PGF Parameters 1..10: 指定一个需要设置的PGF参数。

Operation: 可以用以下函数来修改一个PGF参数。

✓ =
increase by
decrease by
multiply by
divide by
= value
inc by value
dec by value
mul by value
div by value

. Functions working on manually entered values: =, increase by, decrease by, multiply by, divide by
. Functions working on global Values: = value, inc by value, dec by value, mul by value, div by Value

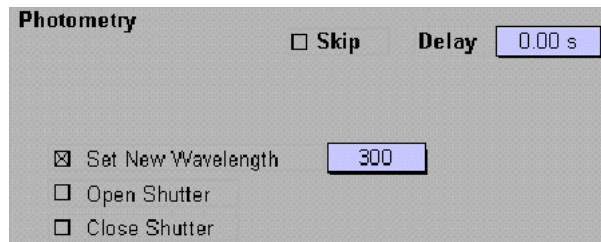
Value: 手动输入数值或者选择一个全局数值。

8.3.2.22 Photometry

参看Photometry Extension章节 page 217。注意Photometry extension 必须被激活以允许编辑如下events:

Photometry settings for DG4/DG5 and Lambda-10:

Set New Wavelength: 如果选择了, 设置指定的波长。

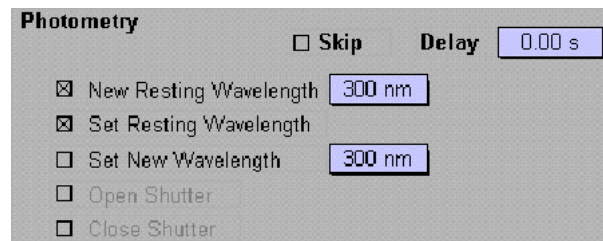


Open Shutter / Close Shutter

注意该函数位这些系统调用新的Resting Wavelength, 而没有快门。

Photometry settings for TILL and pti DeltaRam:

New Resting Wavelength: 如果选择了, 设置变量 “resting wavelength” 到给定的数值。



Set Resting Wavelength: 如果选择了, 设置输出resting wavelength。

注意这个函数调用 “Close shutter” 为那些有快门的系统。这种情况下, New Resting Wavelength选项将消失。

Set New Wavelength: 如果选择了, 设置指定的wavelength。

8.3.2.23 REPEAT

插入一个重复循环, 有两种类型的循环:

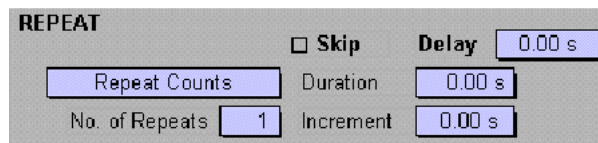
. Repeat Counts: 重复指定次数。

. Repeat Indefinite: 无穷循环。

Duration: 两次循环之间的时间。

Increment: 增加持续时间。

注意: REPEAT events 不能在event列表中移动。

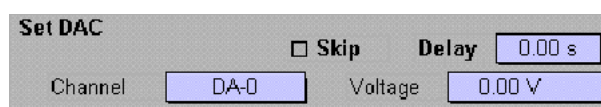


8.3.2.24 Serial Output

8.3.2.25 Set DAC

Channel: 选择一个模拟输出通路。

Voltage: 输入从给定通路输出的电压。



8.3.2.26 Set Digital Bit

Channel: 选择一个数字输出的通路。

low: 如果选择了, 输出0V。否则, 输出5V。

8.3.2.27 Set Digital Word

Digital Word: 整个数值将自动转换成数字位。

Digital Bits: 允许个别地设置数字位 Digital Bits。.

8.3.2.28 Set Solutions

Set Internal: 用户定义的溶液索引号。

Set External: 用户定义的溶液索引号。

另参看Solutions章节, page 251.。

8.3.2.29 Set Sweep Label

允许给下一个采集的sweep放置一个标号 Label。Sweep Label可以在采集之后编辑, 在Replay window中按Label按钮进行编辑。

8.3.2.30 Set Value

允许你自由定义和存储变量, 这些变量用在IF... THEN event中。这些变量也可被设置成“batch control”, 允许触发一个外部输入决定的IF。另外, Online Analysis的结果也可存储在这些变量中。所以这些变量组成了Protocol Editor 和Online Analysis之间的重要接口。

✓ =
increase by
multiply by
modulo
keep
= item
inc by item
dec by item
mul by item
div by item
= param
inc by param
dec by param
mul by param
div by param
= value
inc by value
dec by value
mul by value
div by value
= online
inc by online
dec by online
mul by online
div by online

Value 1-16, User 1-2: 参考全局变量和用户参数。用户参数可在 Configuration window中定义。

Refers to the global Values and the User Parameters.

Operation:

- . on manually entered values: =, increase by, multiply by, divide by
- . on Items: = item, inc by item, dec by item, mul by item, div by item
- . on Parameters: = param, inc by param, dec by param, mul by param, div by param
- . on global Values: = value, inc by value, dec by value, mul by value, div by value
- . on Online Analysis results: = online, inc by online, dec by online, mul by online, div by online

Value:

- . in case of constant value: 手动输入常数
- . in case of Item operation: 输入条目ID, 例如. " E CFastTot" 来读程序控件的数值(被补偿的快电容数值)。对于如何得到control Ids, 请参

考Modifying Dialogs and Controls on page 19。

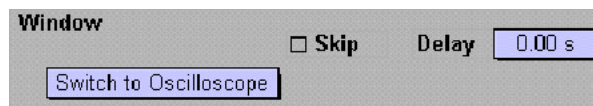
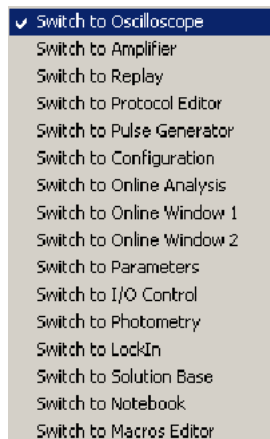
- **in case of Parameter operation:** 选择一个参数。
- **in case of Value operation:** 从16个全局变量中选择一个。
- **in case of Online Analysis operation:** 从16个在线分析结果中选择一个。

Copy:

- **don' t copy:** 没有进一步的操作。
- **copy to item:** 拷贝数值到指定的条目。
- **add to item:** 叠加数值到指定的条目。
- **multiply to item:** 用数值去乘指定的条目。

8.3.2.31 Switch Window

把选择的窗体带到最上面。



8.3.2.32 Test Pulse

该event 没有参数。执行一个单测试脉冲。

8.3.2.33 Trace Buffer

Source Trace/Buffer: 选择操作的source。

Operation: 可以选择no operation/ Add/ Subtract/Accumulate/Deaccumulate操作。

(Destination) Buffer: 选择一个目的Buffer。

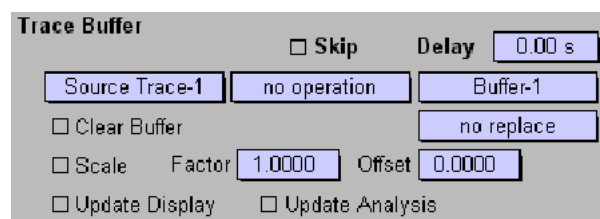
Replace: 用目的buffer来替换被选择的trace。

Clear Buffer: 清除目的Buffer.。

Scale, Factor, Offset: 用指定的系数和偏移来标化源Buffer。

Update Display: 更新示波器窗体中的Buffer trace的延迟。

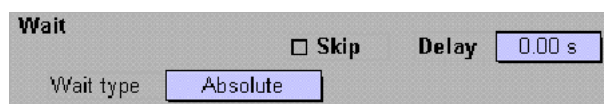
Update Analysis: 更新Online Graphs中的Buffer trace的延迟。



8.3.2.34 WAIT

等待的类型:

- **Absolute:** 在前一个event之后精确等待一个给定的时间。



- . **Relative:** 在前一个event的实际结束后等待一个给定的延迟时间(例如加一个额外的延迟时间)。
- . **Resume Icon:** 等待, 直到按下Resume按钮。
- . **Key:** 等待, 直到输入指定的按键。你可以输入一个键。或者mark任意键选项。
- . **Comment Alert:** 将显示一个标准警告窗体, 用户必须输入新的comment文本。**This comment will be used as long as no other is given. (lli:???)**



8.3.2.35 Write Icon Value

以[Title] [ItemID]: [value]格式输出指定Icon的数值到Notebook。



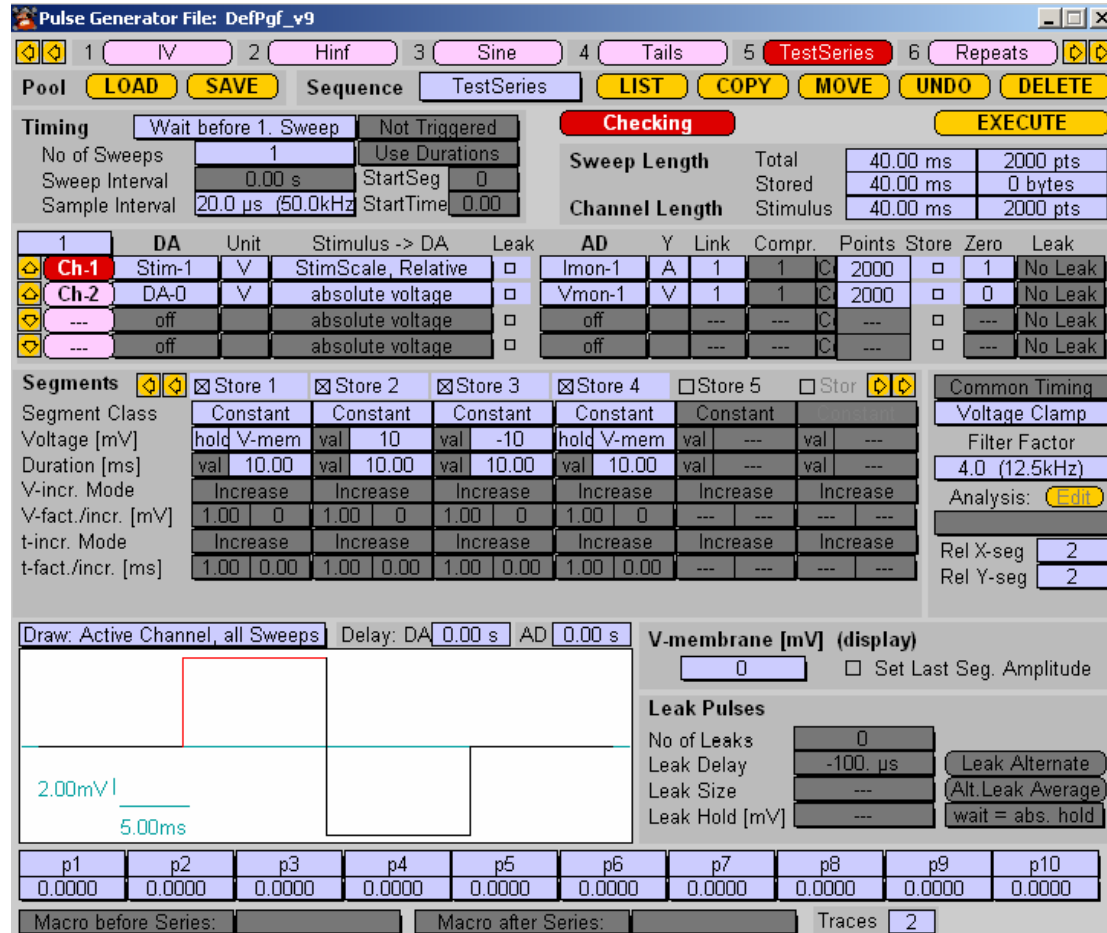
Title: Item ID的Title, 可以改进输出的可读性。

Item ID: 唯一的Icon的标识符, 可在打开Icon configuration dialog 时检查。(see Modifying Dialogs and Controls, page 14) 。

LF: 当LF=on, 追加一个linefeed 信号。**LLI:???**

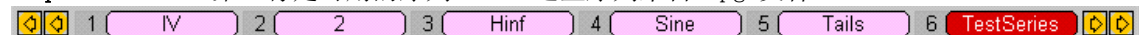
9. Pulse Generator Window

PGF窗体提供了刺激脉冲式样的家族排列。顺序刺激的结果被称作Series。



9.1 Sequence Pool

Sequence Pool: 第一行是可用的序列Pool。这些序列来自*. pgf文件。



Note: 如果没有可用的PGF, PM会创建一个缺省的。该文件只包一个含刺激序列, 叫做Test。

更多的序列可以从已有的序列中拷贝 (Copy button), 或者在Pool空闲的位置点击创建一个序列。

作了修改后, 整个PGF应当存盘 (Save button)。取个名字。如果以后想把这个*. pgf作为缺省的用, 需要在Configuration window中作一些设置。

9.2 Pool

Load/Save: 调入和保存可用的刺激序列。窗体上方有这个PGF的文件名。

9.3 Sequence

Name: 可编辑当前序列的名字。

LIST: 把一个Series的设置输入到Notebook window。

利用这个选项, 你可以看到这个序列是如何构造的, 在其他电脑上可以一再创建。

一个PGF列表看上去如下:

PGF-stimulus: pulse, Sequence: 4 - polarogr

TIMING:

NumberSweeps: 1, Averages: 0, SweepInterval: 0.000 s,

SampleInterval: 10.00 μ s

Wait before 1. sweep: FALSE
 CHANNEL: 1, channel 1 time.
 AD-Channel [A]: AD-6, Comp.Factor: 1, Comp.Mode: 00000000,
 CompSkip: 0
 Rel.DacChannel: 1, Rel.Segments - X: 2, Y: 2, Write: TRUE,
 Holding: 0.000 V
 LEAK SUBTRACTION:
 Rel.DacChannel: 1, Rel.Segments - X: 2, Y: 2, Write: TRUE,
 Holding: 0.000 V no leak pulses
 DA-Channel [V]: DA-3, use StimScalerelative to Vmemb
 Amplifier mode: VoltageClamp, Set last Seg. Ampl.: FALSE
 SEGMENTS: Voltage Duration VFact VIncr TFact Tincr

COPY: 复制当前的序列到第一个空闲位置。必须输入一个新的名字。

Note: 拷贝是创建新序列的一条途径。另一途径是点击一个空闲的序列按钮，然后命名，再填写其他区域来创建。

MOVE: 把序列移到新的位置。需要输入新位置的号码。利用该功能可把最常用的序列放在最开始的6个位置里，或者重新排列Pool。

UNDO: 放弃自上次打开Pulse Generator window 以来做的修改。

Note: 当关闭该窗体，所有改变将临时存储。当退出PM时这些修改还未保存，会被问到是否保存PGF-Pool。

DELETE: 从Pool中删除当前序列。

9.4 Timing

Timing	No wait before 1. Sweep	Not Triggered
No of Sweeps	1	
Sweep Interval	0.00 s	StartSeg 1
Sample Interval	20.0 μ s (50.0kHz)	StartTime 5.00

Timing:

. **Wait before 1. Sweep:** 强制PM在激活这个sequence之后但执行之前等待Sweep Interval给出的时间间隔。

. **NoWait before 1.Sweep:** 可立即开始执行这个sequence。

Wait before 1. Sweep
☒ No wait before 1. Sweep
☒ Allow Continuous Redraw

. **Allow Continuous Redraw:** 选择这个选项可以允许在采集期间在示波器窗体中连续显示数据。最小的需要的sweep长度是1秒以激活该功能。

No. of Sweeps: 确定一个sequence 中的sweeps的数目。

Sweep Interval: 一个sequence的第一个sweep有一个等待周期，刺激模板计算出这个时间并调入到AD/DA接口。然后第一个sweep开始采集。下一个sweep将在第一个sweep结束后等待这个sweep interval再开始。

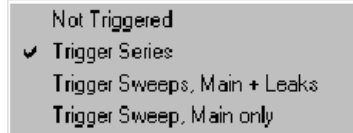
Note: PM将试图尽可能精确定时。但是有一个最小的等待周期，叫做“Sweep Gap”，这与电脑速度有关。

Sample Interval: 采样间隔。最快是5 μ s (200 kHz) (只有一个通路)。最慢是s 1 s (1 Hz)。

Note: 如果采样间隔太长了以至于每段只能产生一个数据点, PM会问是否段持续时间将固定, 例如设置到大一些的数值。

Trigger Mode: 确定数据采集是否或者如何被一个外部的TTL脉冲所触发。缺省设置是Not Triggered, 这表示刺激将立刻施加。

- . **Not Triggered:** 没有外部的触发。
- . **Trigger Series:** 在一个sequence的开始需要一个触发信号。
- . **Trigger Sweeps, Main + Leaks:** 每个主脉冲和买个单个的漏脉冲都需要触发信号。
- . **Trigger Sweep, Main only:** 一个脉冲信号将触发完整的Sweep, 包括主脉冲和漏脉冲。



Start Seg: 设置触发脉冲开始的段。

Start Time: 在开始段内部设置开始时刻。

注意: Start Seg and Start Time 决定了采集的数据从哪儿开始才要存储。而刺激总是完整刺激施加出来的。

9.5 Check and Execute

Checking

EXECUTE

Not Checking / Checking : 该选项决定了是否检查输入的数值会引起矛盾。

. 当Not Checking 有效, 对sequence 的合法性检查将停止。当希望进行多种修改而一些相互步骤会引起临时错误的时候(当然最后要是正确合法的), 可以利用该选项临时取消合法性检查。

. 当Checking 有效, 任何对段的修改都引起合法性检查。如果输入有错, 则最后的修改被忽略并通知用户, 直到正确。在修改一个sequence的结尾至少要用一次checking, 在执行和保存sequence之前也要checking。

Execute: 允许输出当前的刺激sequence 。在完成了数据采集后, 程序仍返回到PGF窗体。这样可以互动地调整刺激sequence直到得到所希望的结果, 而不用变换窗体。

9.6 Sweep and Channel Length

Sweep Length: Sweep的持续长度。由一个sweep中最长的trace(存储或不存)来决定。

由时长, 压缩, 段设置等决定被执行的sweep长度和被存储的数据。

. **Total:** 表示最长的trace的全部持续时间, 以ms和 points。

注意: 如果整个sweep长度超过了最大采样点数(Max. Sample Points, 在Configuration窗体中设置), 会有警告。如果你想以更高采样率采集更长的sweeps, 需要在Configuration窗体中增加Max. Sample Points参数。

. **Stored:** 表示全部存储的数据持续长度。Sweep的大小以bytes 表示。

注意: 全部和存储的持续长度可能不一致, 当设定了Start Seg and Start Time。

Channel Length: 实际DA刺激的长度。这可能小于sweep length。例如e.g., a short trigger impulse.

. **Stimulus:** 表示选择的刺激信号的持续时间, 以ms and points表示。

9.7 Wave Parameters

Wave Parameters

如果在波形描述表格中的某段选择了正弦波和方波类型, 则在“Checking”按钮旁边会出现这个按钮。这允许指定波形特性, 包括波形周期和幅度。

首先在两种可能性种选:

- . Use as Simple Sinewave
- . Use as LockIn Sinewave(需要在该Configuration Window窗口种打开LockIn feature)

当选择Use as Simple Sinewave, 这些选项出现:
Requested Freq.: 所希望的正弦波的频率。该数值不存储, 一旦Wave Parameters 窗体关闭, 所需要的频率就被设置到实际频率。.

Actual Frequency: 只有某几个频率是可能的, 这与主频时钟分频有关。但是, Actual Frequency 一般都接近Requested Frequency之内。Actual Frequency 是Requested Frequency的函数。

Points / Cycle: 每个波形长度的采样点数。这个数目是计算出来的, 不能编辑。是波形周期长度除以采样间隔。

Peak Ampl. [mV]: 波形幅度。是峰峰值的一半。

The screenshot shows the 'Sinewave Parameters' dialog box with the 'Use as Simple Sinewave' option selected. The parameters are as follows:

Parameter	Value
Requested Freq.	1000 Hz
Actual Frequency	1000 Hz
Points / Cycle	20
Peak Ampl. [mV]	10.0

Buttons: Cancel, Done

当选择use the sinewave as LockIn Sinewave, 这些额外的选项出现:

Cycles to Skip: 当正弦波的一个段开始时, 会有一个与阶越电压引起的电容瞬态电流响应类似的现象。为了防止这种瞬态在Cm Trace中造成伪迹, 可以在每个正弦段开始跳过几个正弦周期。如果正弦波的频率合适选定, 瞬态将在一个周期内率减下来。

注意: 推荐跳过一个周期。Note: A value of 1 Cycle to Skip is recommended.

The screenshot shows the 'Sinewave Parameters' dialog box with the 'Use as LockIn Sinewave' option selected. The parameters are as follows:

Parameter	Value
Requested Freq.	1000 Hz
Actual Frequency	1000 Hz
Points / Cycle	20
Peak Ampl. [mV]	10.0
Cycles to Skip	0
Total Cycles	5
V-reversal [mV]	0.0

Buttons: Checking, Cancel, Done

Total Cycles: 所有周期的数目。

V-reversal [mV]: 适用于Sine + dc 模式。由于DC电流用于处理估计等效电路参数, 则必须知道反转电位reversal potential (see Gillis, 1995)。对这个用途来说, V-reversal是一个零电流电位, 可从V-membr的电导斜率推断出来, 它没有必要和实际的零电流电位相同。如果你期望在实验过程中激活一个膜电导(实际上就是膜蛋白通路), 可以设置V-reversal到这个电导的零电流电位。如果Gm很低, 这个设置实际上不是那么临界(critical)。

Note: 当Gm比较低并且实际的反转电位并不知道, 一般用V-reversal [mV]=0。对于更多的关于LockIn的信息, 请参阅 “The software Lock-In amplifier” on page 223, 和 “Using the LockIn Extension” .。

9.8 Channel Settings and AD Input

1	DA	Unit	Stimulus -> DA	Leak	AD	Y	Link	Compr.	Points	Store	Zero	Leak		
	Ch-1	Stim-DA	V	StimScale, LockIn	☐	Imon2	A	1	1	C	2000	☒	10658	No Leak
	Ch-2	off	V	absolute voltage	☐	AD-0	V	1	1	C	2000	☒	---	No Leak
	---	off		absolute voltage	☐	off	---	---	---	C	---	☐	---	No Leak
	---	off		absolute voltage	☐	off	---	---	---	C	---	☐	---	No Leak

Ch-1..16: 设置每个通路。缺省号是1，其他通路也可同时适用，可同时记录电位或其他信号。DA部分允许你设置DA输出的属性。

注意：“channel” 专门用于DA刺激输出。

AD部分允许你设置AD输入的属性。DA和AD设置基本上互相独立。在AD设置中变量Link可以把AD/DA联系起来，这可以把几个AD输入和相同的DA刺激联系起来。

9.8.1 DA output channel settings

DA: 用于刺激的DA-通路必须指定。如果选择了StimDA，在Configuration window中指定的通路也要选定。下面列除的是epc10-1放大器的一些选项。

- . Trig-out: 触发输出。
- . DA-1, DA-2: 模拟输出。
- . StimDA: 标准的输出通路。
- . off: 没有刺激输出，屏蔽该通路。
- . Dig-OUT (word): 数字Output。
- . Dig-0. . . 15: 数字输出通路。

Note: 对于EPC10-2/3/4, 关于DA-通路的弹出菜单包含函数名称: Stim-1 是显式的作为第一个放大器的刺激输出，依次类推。

Trig-out
 DA-1
 DA-2
☒ Stim-DA
 DA-4
 DA-5
 DA-6
 DA-7
 off
 Dig-out (word)
 Dig-0
 Dig-1
 Dig-2
 Dig-3
 Dig-4
 Dig-5
 Dig-6
 Dig-7
 Dig-8
 Dig-9
 Dig-10
 Dig-11
 Dig-12
 Dig-13
 Dig-14
 Dig-15

Unit: 输出通路的使用的计量单位。缺省是 电压用流用 “A”。

Stimulus→DA: 刺激和实际模拟通路之间的转换10mV，而实际的模拟输出可能输出1000mV)。

- . Apply StimScale: 使用标准的转换。
- . relative to V-memb: 计算相对于Vmemb 的信号。
- . load from file template: 从刺激模板中调入。关于使用记录到的波形作为刺激请参阅 chapter 26 on page 309.
- . use for LockIn: LockIn的特殊设置。
- . use for Photometry: 用于Photometry的特殊设置，各段的幅度单位为nm。

Stim to DA
 apply StimScale
 relative to V-memb
 load from file template
 use for LockIn
 use for Photometry

“V”，而电

(例如刺激的

号。

如果什么都没有选，将使用 “absolute voltage”。

Leak: 如果选择了，将输出漏模板(leak templates)，可以快速反选择漏减功能而不用改变漏减设定。注意漏减功能需要激活漏脉冲。

9.8.2 AD input channel settings

AD: 用于输入的AD-通路。

注意: 下面的例子针对epc10-2。

- . AD-0..2: AD-channel.
- . Vmon: 用于放大器1和2的电压监视器。
- . Imon: 用于放大器1和2的电流监视器。
- . Mux: 活动放大器的当前监视器1 (filter 1)的信号。
- . Off: 没有输入。
- . Virtual: 虚拟输入。一个虚拟trace的数据不是直接来自ADC。例如来自“Import Trace”，或者LockIn产生的数据。

. Digital-in (Word): 数字输入。

. Dig-0..15: 数字输入通路。

. LockIn values: 存储LockIn的特殊数值, 例如Cm, Gm, Gs等等。

Y: 输入通路的单位。缺省是电流用“A”(VC模式)。如果普通的AD通路用于采集或其他应用, 单位一般用“V”。

Link: 和该输入关联的刺激通路的序号。该输入对于后面trace的分析很重要, 它把刺激段连接到了记录的trace。

Compr: 输入要压缩的点数(压缩因子), 并在旁边的列表中选择压缩方法。

Note: 被采集的常规traces可以被压缩, 并产生虚拟traces。

Compression Mode:
☒ single sample
mean
☒ 2-byte integer
4-byte real
Set Skip (Skip = 0)
Set Offset (Offset = 0)
Digital Filter
Set Defaults
Build Instructions:
empty

. Compression Mode:

- single sample: 简单模式, 每隔一个压缩间隔取一个数据点。

- mean: 平均模式。把压缩间隔内的数据做平均得到一个点。

. 2-byte integer / 4-byte real: 存储数据的类型。

. **Set Skip:** 设置跳过。可以在压缩开始前跳过一些指定数目的数据点。在一个压缩间隔内, 只能跳过间隔开始的一些点。不能在中间跳。

. **Set Offset:** 利用该函数, 压缩间隔的开始位置受到影响。负的offset把压缩间隔向左移动, 并在负时间轴上添加一些虚构的数据点, 由于压缩只从第一个记录的数据点开始, 因此, 这时压缩范围等效于左移(向更小的时间)。正offset把压缩间隔右移。

Note: 参看PM Tutorial 中关于Skip and Off-set 压缩函数的在“高速荧光测量”中的描述和例子。

. **Digital Filter:** 如果选择了数字滤波器, 原始数据在被压缩前先滤波。滤波因子由压缩因子给出。例如: 如果用5kHz采样率采集数据, 然后用压缩因子10来压缩, 这样数字滤波器被设置在500Hz。

. **Set Defaults:** 把所有设定回归到缺省设置。

. **Build Instructions:** 允许从其他的traces来计算虚拟trace。输入一个指令, 可以包括如下参数:

- Tn: trace with index n
- Bn: trace buffer with index n

AD-0
AD-1
AD-2
Vmon-2
Imon-2
Vmon-1
☒ Imon-1
Mux
AD-8
AD-9
AD-10
AD-11
AD-12
AD-13
AD-14
AD-15
off
Virtual
Dig-in (word)
Dig-0
Dig-1
Dig-2
Dig-3
Dig-4
Dig-5
Dig-6
Dig-7
Dig-8
Dig-9
Dig-10
Dig-11
Dig-12
Dig-13
Dig-14
Dig-15

- Vn: value with index n
- In: integral of the trace with index n
- Dn: differential of the trace with index n
- Tcount: value between 1 and 16
- operators: +, -, *, /
- brackets, not nested: ()
- Name=" string" (用分号 “;” 分隔数学操作符。;)
- Yrange=real (用冒号 “:” 分隔 separated by a colon,) Yrange 设定示波器显示的Y轴比例。Yrange的数值与整个Y轴的长度对应。1/10的Yrange对应示波器窗体中的比例尺。

Note: 整个Build Instruction 的长度限制在128个字符以内。

例子:

Example 1: V1*T1;Name=" m1" , Yrange=1E-9

解释: Trace 1乘以Value 1. 新的虚拟trace的名字是" m1" , 并且整个Y轴的比例是1e-9。

Example 2: V1*T1+(T6-T7);Name=" Baseline" ,Yrange=1E-6

解释: Trace 1 is multiplied with Value 1 并且加上 (Trace6- Trace 7)。新虚拟trace的名字为" Baseline" , 整个Y轴的比例是1e-6。

Example 3: I1; Name=" Charge" , TCount=5, Yrange=1E-5

解释: Trace 1 是整数的。如果Trace1是电流trace, 我们可以得到电荷。新虚拟trace的名字为charge, 整个Y轴的比例是1e-5。 trace # is set to " 5" 。

重要注意: 除了括号, 其他操作符没有优先级别。

Build Instruction可用来给一个特殊的trace一个名字(lable)。这对于在Replay窗体中的trace拥有一个名字是方便的。

Points: 该通路的结果点数。

Store: 如果有效, 该通路采集的数据将存盘。

注意: 如果文件是可写但Store没有选择, 则最后的sweep将被临时存储, 标号前有一个" #" 。在下一个采集或者创建新的Group后者文件关闭时, 这个临时的sweep会丢失。

Zero: 给出做Zero offset计算操作的段的序号。通常, Zero offset在某段的一半开始计算以避免电容伪迹的干扰。为了指定Zero offset计算的范围, 需要指定一个StartSeg and a StartTime >0。然后zero-offset就在这个段的StartTime and end之间计算。

Leak: 漏减矫正和存储方法。

- . No Leak: 不做漏减操作。
- . Store Avg.: 以平均数存储漏响应。
- . Store Each: 分别存储每个漏响应。
- . Store None: 不保存漏响应。

注意: 只有漏脉冲有效时才能执行漏减矫正。

注意: 漏主数据总是和漏减矫正一起存储, 例如回放未矫正数据, 漏响应必须存储。

9.9 Segments

Segments	Store 1	Store 2	Store 3	Store 4	Store 5	Store 6
Segment Class	Constant	Ramp	Square	Constant	Constant	Constant
Voltage [mV]	hold V-mem	val 10	val -10	hold V-mem	val ---	val ---
Duration [ms]	val 10.00	val 10.00	val 10.00	val 10.00	val ---	val ---
V-incr. Mode	Increase	Increase	Increase	Increase	Increase	Increase
V-fact./incr. [mV]	1.00 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	--- ---	--- ---
t-incr. Mode	Increase	Increase	Increase	Increase	Increase	Increase
t-Fact./Incr. [ms]	1.00 0.00	1.00 0.00	1.00 0.00	1.00 0.00	--- ---	--- ---

一个脉冲过程可以包含任意数目的段。段以水平方式象矩阵那样显示，点击箭头按钮可以滚动显示。

Store: 在每一段的顶部，有一个Store选项，决定该段数据是否存盘。如果该Store无效，则数据仍然采集，但在存储前从trace中去掉。一个未存储的段不能是StartSegment或者一个与Y-segment相关的段。关于使用不存储的段的内容请参阅chapter 25 on page 305。

注意: 在使用P/n漏减(see section Leak Subtraction, page 159)时，未存储的段不能用于P/n template。因此，为了合适的做漏减，推荐在不存储段之前和之后插入一个与不存储段相同的常数段。插入段的持续时间应当足够长以处理电容瞬态。由于这些插入的常数段产生P/n信号，P/n漏减将能工作。(11i:???)

Segment Class: 段的类型，有以下种类：

- Constant: 常数幅度的段。
- Ramp: 斜坡段，从前一个段的幅度开始，到本段结尾。
- Continuous: 指示将连续采集。

Note: 只有最后的段才能是连续段。

Sine:

有正弦特性的段。幅度和周期可以在Wave Parameters 中定义。

Square: 具有矩形波特性的段。幅度和周期可以在Wave Parameters 中定义。

下拉菜单给出了插入复制和删除功能，可以创建或删除一些段。

- Insert: 在某个位置(移到某个段的右边)上插入一个常数段(缺省持续时间= 0)。
- Duplicate: 复制，创建已经选择的段的副本，并插入到实际位置。
- Delete: 立刻删除所选择的段。
- Duplicate. . . : 创建一些段的多个副本。Howmany:你要输入想拷贝多少个段，这些段鼠标所在的段开始计算。例如已经有了ABC 3个段，你想多重复制BC段。可定位在B段，用Duplicate命令，然后在How many中输入2。How often:指定要复制多少个副本。
- Delete. . . : 立刻删除指定数目的段。

Voltage: 这是VC模式下的参数名称。一个段的电压可以是Value数值(mV)，，可以是Hold例如保持电位，或者可以是PGF参数表(p1-p10)中的数值。

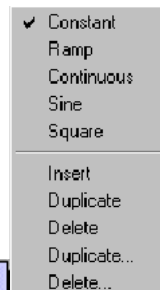
当模式是CC时，Voltage field和后续的参数名称也随之变化。

当模式是Photometry stimulation时，Voltage field就成为Wavelength (nm)。，

Duration: 段的持续时间，以ms计。可用鼠标拖拽或输入。PGF参数表(p1-p10)中的数值也可用与此，这时，单位以秒计。请确保段的持续时间是采样间隔的偶数倍。

val / hold / p1..10: 可以设定数值。

- val: 标准数值。
- hold: VC模式时维持电位在V-membrane。如果通路用于Photometry，则维持在resting wavelength。
- p1..10: 设置这些数值。关于这些GF parameters please的用法参阅chapter 24.2 on



Segment Class	Constant	Ramp	Square
---------------	----------	------	--------

page 301。

V-incr. Mode, V-fact./incr., t-incr. Mode, t-fact./incr.: 参阅下面的Increment Modes。

9.10 Increment Modes

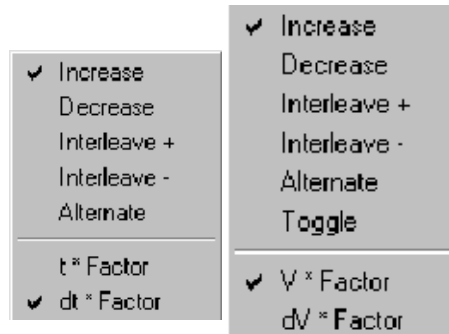
有不同的increment modes。根据指定的参数：
Voltage/Duration, V-fact./t-fact and
V-incr./t-incr.. 按逻辑顺序计算。然后逻辑顺序根据选择的Increment mode转换成物理输出。

Increment Mode: 这些模式决定了段的递增顺序。下面以6个sweeps为例:

- . Increase: 顺序是: 1, 2, 3, 4, 5, 6.
- . Decrease: 顺序是: 6, 5, 4, 3, 2, 1.
- . Interleave + ascending interleaved: 向上插入, 1, 3, 2, 5, 4, 6.
- . Interleave - descending interleaved: 6, 4, 5, 2, 3, 1.

Example: 如果你施加了一个6 sweeps的series, 从-40mV开始, 增量10mV, 则逻辑序列应当是: -40, -30, -20, -10, 0, +10 mV。如果是Interleave-, 则物理输出将是+10, -10, 0, -30, -20 -40 mV.。

- . Alternate: 第一/最后/第二/倒数第二... : 1, 6, 2, 5, 3, 4.
- . Toggle: 以第一个开始; 第二个是加上增量。第三个又减去增量。然后在加上2倍的增量...。例如一个6 sweeps的, 从10mV开始, 增量为1mV, 则输出为: 10, 11, 9, 12, 8, 13 mV。



Logarithmic increment modes: 对数增量模式

. **V * Factor:** 该模式对数增量基于第一个sweep的电压。因此, 首电压不能是0。此后的段电压计算公式为: $V_i = \text{Voltage} * V \text{ Factor}^{i-1} + (i - 1) * \Delta v_{incr}$ 。

该模式的增量可以是0。假设开始电压为10mV, $\Delta v_{incr}=0\text{mV}$, VFactor = 2, 则输出为: 10, 20, 40, 80, ...

. **$\Delta V * \text{Factor}$** : 该模式下, 对数增量基于线性增量, 因此增量不能是0。计算公式为:

如果Vfactor = 1: $V_i = \text{Voltage} + (i - 1) * \Delta V_{incr}$

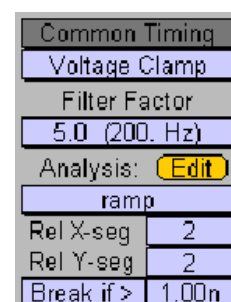
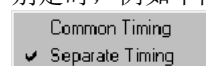
如果Vfactor!= 1: $V_i, i>1 = \text{Voltage} + \Delta V_{incr} * V\text{-Factor}^{i-2}$

假设开始电压为0mV, $\Delta V_{incr}=1\text{mV}$, VFactor = 2, 则输出为: 0, 1, 2, 4mV...

类似的, 持续时间方面的对数增量也这样计算。

9.11 Miscellaneous 杂项

Common Timing / Separate Timing: 如果选择Common Timing, 所有通路的段都和第一个通路相同。如果选择了Separate Timing, 所有通路分别定时, 例如不同通路的段的边界将不同。



Recording Mode: 记录模式。刺激序列被限制VC或CC。

- . Any Mode: 允许该刺激用于两种模式。例如for Photometry。
- . Voltage Clamp: 限制该刺激只能用于VC模式。刺激幅度单位为mV, Holding 对应为V-membr。如果刺激通过一个DA, 刺激幅度被Configuration中设定的VC: Stim Scale factor 标化。
- . Current Clamp: 限制该刺激只用于CC模式。刺激幅度单位为pA。Holding 对应为I-membr。刺激幅度依赖于CC-Gain。如果刺激通过一个DA输出, 刺激幅度被Configuration中设定的CC: Stim Scale factor标化。

Filter Factor: 这个Filter Factor适用于EPC9/10。用于定义相对采样率的自动滤波器(需要在Configuration窗体中先激活Auto Filter)。

Example: 假设采样间隔Sample Interval = 250 μ s (4 kHz), Filter Factor =4, , 推荐的滤波器频率显示在括号里= 4 kHz / 4=1 kHz。

Analysis: 输入一个Online Analysis方法, 该方法在采样之后将自动执行。注意需要在Online Analysis窗体中激活Automatic Stimulus。

Relevant Segments: 相关的段。Rel X-seg (相关X-segment)指定一个段作为稍后分析时的X轴。Rel Y-seg (relevant Y-segment)指定稍后分析用的Y轴, 例如确定峰值。

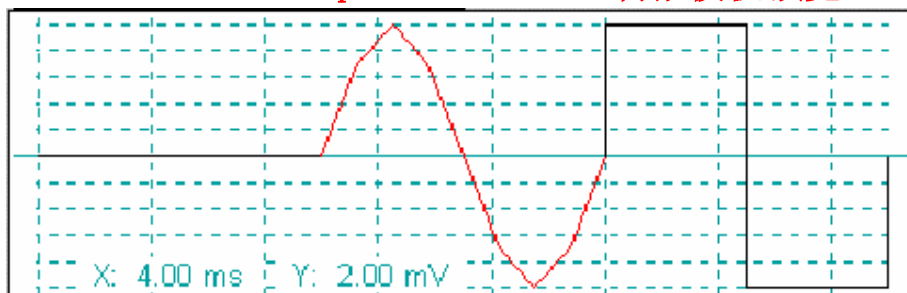
对于测量一个h-infinity curve, Rel X-seg应当是可变电压的条件段, 而Rel Y-seg应当是能够确定峰值的测试段。

Break Condition: 对于每个被采集的超过1秒的trace, 可以指定一个条件break。

- . No Break: 这个trace没有break。
- . Break if >: 如果采集的数据大于给定的数值, 则终止采集。
- . Break if <: 如果采集的数据大于给定的数值, 则终止采集。

Note: 判断条件和停止采集的间隔最大有50ms。.

9.12 Stimulus Template Preview 刺激模板预览



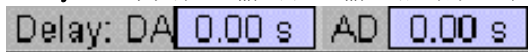
完成编辑后, 可以预览一下刺激模板的波形。除了第一个sweep, 其他sweep都是虚线波形。如果脉冲超过了DA限制, 被禁止的电压区域有阴影, 并出现一次对应的警示信息。红颜色的段对应Rel Y-seg。波形的标化在菜单Display→Labeling→PGF-Editor Grid。

Draw: 从一个列标中选择如何显示预览的波形。



- . **Active Channel, all Sweeps**: 显示活动通路的所有sweeps。如果你用了increment modes推荐你使用这个显示方式。
- . **Active Channel, 1. Sweep**: 显示活动通路的第一个sweep。
- . **All Channels, all Sweeps**: 显示所有通路的所有sweeps。如果你用了increment modes推荐你使用这个显示方式。。
- . **All Channels, 1. Sweep**: 显示所有通路的第一个sweep。
- . **No cartoon**: 不显示。

Delay: 显示其他DA输出和AD输入相对第一个DA输出的硬件延迟时间。



9.13 V-membrane



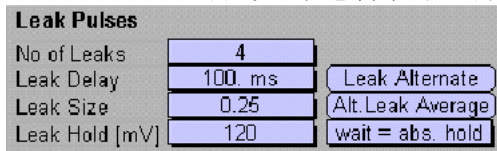
V-membrane (mV): 该控件显示当前选择的膜电位。该数值只用来看预览波形时参考，其数值的改变不会影响时间的膜电位的输出。当PGF看其他的刺激文件时，该控件中的膜电位是那个刺激文件中的膜电位，跟当前放大器的膜电位无关。

Set Last Seg. Amplitude: 如果该选项有效，则在一个sweep的末尾，V-membrane 设置成上一个段的幅度，例如90mV。通常，该电位复位到保持电位。

注意：该选项与Stim to DA setting relative to Vmembrane不兼容。

9.14 P/n Leak Correction

No. of Leaks: 可以设置任意树木的P/n脉冲。



Leak Delay: 这是一个等待时间，在漏减脉冲和主脉冲之间。在漏减脉冲之间不再有等待时间。如果Leak Delay是负的，则P/n脉冲在主脉冲之前。Leak Delay $\geq$ 0，则P/n脉冲在主脉冲之后。

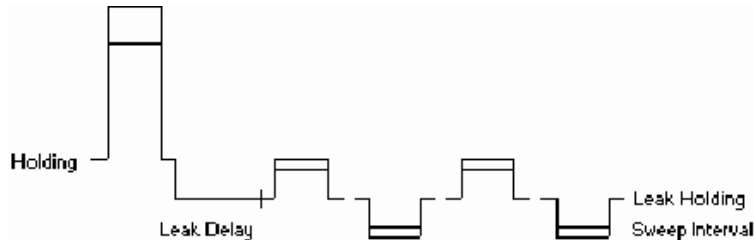
Leak Size: 漏脉冲相对于主脉冲的幅度。

Leak Hold: 指定漏脉冲的保持电位。

例子：假设Leak Size =0.25，则对应漏脉冲的数目=4。这将产生一个典型的P/4 protocol，有4个漏脉冲，每个漏脉冲的幅度是主脉冲的1/4。在经典的P/n设置中，Leak Size=1/漏减脉冲个数。在PM中，这就没有必要了，漏脉冲将叠加求和然后再用1/(No. of Leaks * Leak Size)来标化。

注意：如果增加Leak Size and No. of Leaks，可以改善信噪比，但要确保漏脉冲没有达到你要研究的通路的激活电平。

Leak Alternate: 如果该选项=On，则产生交替极性的漏减脉冲。



Alt. Leak Average: 该函数是专门配套与Protocol Editor 中的Average function函数的。Average function采集一个sweep的一定数目的平均结果，只有平均结果存盘。Alt Leak Average 提供选项产生交替极性变化的漏脉冲也用于平均。就是说，如果Protocol editor 中的平均的次数是4，那么2nd和4th平均操作的漏脉冲的极性是颠倒的。(11i:??，难于理解)
平均漏脉冲可以消除从主holding到Leak Holding跳变时产生的电容电流。

Wait:

. wait = abs. hold: 在等待期间维持膜电位到选择的绝对主保持电位。.

. wait = rel. hold: 在等待期间维持膜电位到选择的相对主保持电位。.

. wait = abs. leak hold: 在等待期间维持膜电位到选择的绝对漏保持电位。.

. wait = rel. leak hold: 在等待期间维持膜电位到选择的相对漏保持电位。.

☒ wait = abs. hold
wait = rel. hold
wait = abs. leak hold
wait = rel. leak hold

9.15 PGF Parameters

p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

使用PGF parameters 作为变量，用在电压或持续时间的段设置中。这允许你通过改变一个电量而实现多处改变。

例如：你想在一个protocol的循环中增加3个段的持续时间。让p1=开始的持续时间，把p1设置给所有段。然后在循环中增加p1。

关于pgf parameters please refer to the chapter 24.2 "Global Variables in Patchmaster" on page 301.

9.16 Macros

Macro before Series:		Macro after Series:	
☒ Macro before Series:		☒ Macro after Series:	
Macro before Sweeps:		Macro after Sweeps:	

可以为每个刺激序列输入两个macros。

. 一个macro在每个Series或sweep之前执行。另一个在之后执行。

当然，只能执行已经存在的macro，可以用来设置指定的一些设置，例如改变示波器窗体中的数字滤波器。

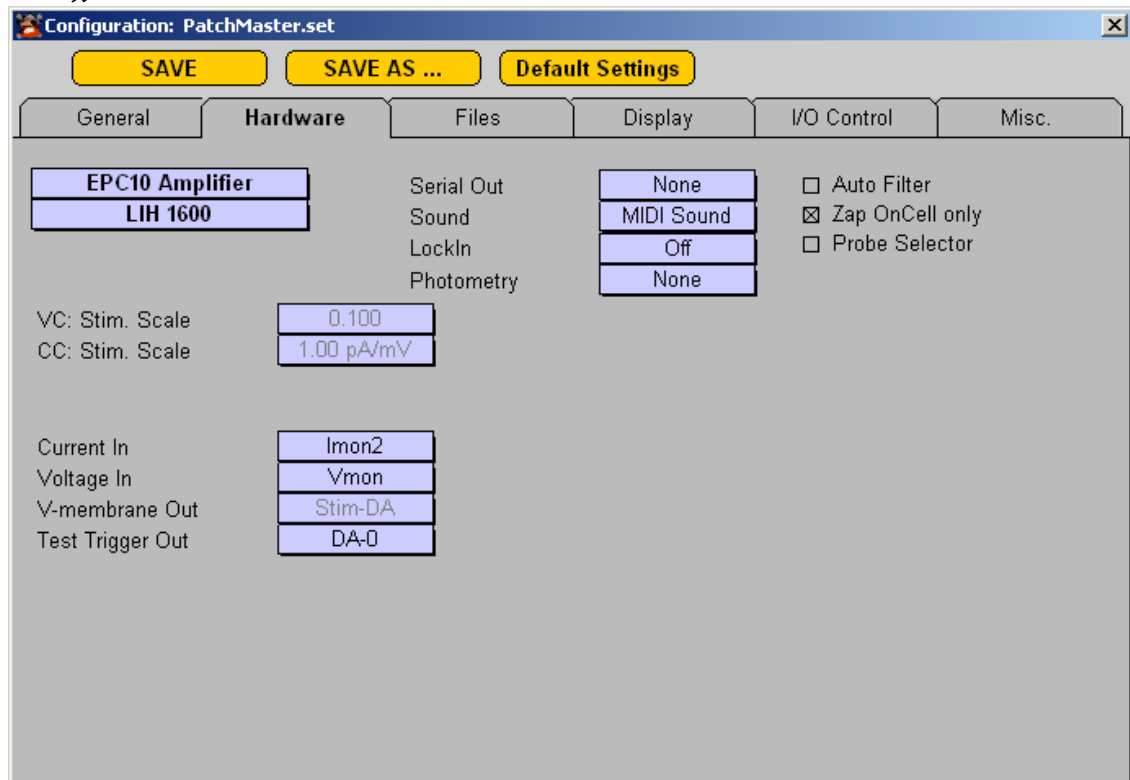
9.17 Error Handling

如果PM在PGF窗体中遇到了不合理的数值，会要求用户改变这些数值。对于多个错误，要一一修正。如果无法解决错误，那么要考虑另外调入一个有效的PGF文件。

10. Configuration Window

设置外部参数的来源, 缺省数值, 显示设置, 颜色, 字体, 缺省文件等等。这些设置都存储在*.set files中, 缺省的是Patchmaster.set。每个用户都可以用不同的*.set文件来定义各自独特的程序布局。

注意: *.set可以作为PM的命令行参数, 这样用户就可以用不同的*.set文件中的配置来启动PM。



10.1 Save Settings

SAVE: 以当前的名字保存配置文件。

SAVE AS...: 以一个新的名字保存配置文件。

Default Settings: 使所有的设置都回到最初的PM设置。注意这需要重新启动PM。

注意: 没有用LOAD选项, 因为PM必须重新启动以保证实际的变化。因此, 为了用另一个设置, 需要退出PM然后再启动。在这样做之前, 确保没有可用的PatchMaster.set (若有, PM将不吭声就启动了)。若无, PM会向你要求一个能用的*.set文件。也可以用鼠标拖拽一个*.set文件到Patchmaster.exe文件上, 这样PM就能用你拖拽给它的*.set启动。

10.2 General Settings 通用设置

10.2.1 Window Scaling 窗体比例

Window Scaling: 该特征用来比例(改变所有控件的大小)所有的窗体。当显示器尺寸不够大时可以调整各个窗体的比例。新的设置要保存并重新启动PM才能有效。

10.2.2 Memory Allocation

Max. Sample Points: 设置一个trace最大的采样点数(和PGF窗体中的Sweep Length比较)。该参数受可用内存的限制。

Max. Sample Points	262144 pts
Max.Stim.Traces x Points	5 262144 pts

Max. Stim. Traces x Points: 最大的刺激traces的数目以及各自的数据点数。该参数受可用内存的限制。

注意: 当你想把Max. Sample Points设置到极限, 你可能需要削减Max. Stim. Traces的数目以腾出内存。

10.2.3 Minimum Wait Time 最小等待时间

Min. Wait Time	25.0 ms
----------------	---------

Min. Wait Time: 当执行单个重复循环例如采集多个sweeps的series, 或者Protocol Editor中的循环时, 需要等待正确的时间来开始这些动作。可以设置这个PM保留的时间。

例如为了保证采集每个sweep循环维持在同样的重复时间, 程序将等待Min. Wait Time, 以使下一个sweep的开始尽可能精确。在这个等待时间中, 禁止所有其他程序的动作。该参数也可通过Protocol Editor中的Acquire Properties event设置。

10.3 Hardware

10.3.1 Amplifier and Digitizer Selection

Amplifier: 从这个列表中可选择要用的放大器。PM支持如下放大器:

- . EPC 10 PLUS Amplifier: An EPC 10 PLUS Single, Double, or Triple amplifier.
- . EPC 10 Amplifier: An EPC 10 Single, Double, Triple or Quadro amplifier.
- . EPC 9 Amplifier:
- . EPC 8 Remote:
- . EPC 8 Local:
- . EPC 7 Amplifier :
- . Axon-200 Amplifier : 关于增益和带宽的telegraphing通路的Lookup tables会自动调入。请检查电压/电流监视器通路和telegraphing连接在指定的AD输入通路。
- . Telegraphing Amplifier: 其他具有telegraphing能力的手动放大器。

EPC10 Amplifier
LIH 1600

EPC10 Plus Amplifier
✓ EPC10 Amplifier
EPC9 Amplifier
EPC8 Remote
EPC8 Local
EPC7 Amplifier
Axon-200 Amplifier
Telegraphing Amplifier
Demo Mode

Digitizer Selection: 此处可选择合适的AD/AD转换器。

- . ITC-16
- . ITC-18
- . LIH 1600

. **1...8 PCI board:** 如果有超过一个可能的卡槽连接到Digitizer, 额外的set-up信息。PCI卡的类型和放大器有关, epc10:PCI-1600/epc10 plus:PCI-18。

. **USB Card:** InstruTech's USB-16 /USB-18 接口, 可通过USB2。接ITC-16, EPC 9, ITC-18, or EPC 10 PLUS。如果用了这样的接口, 需要在这里使其生效。

ITC-16
✓ ITC-18
LIH 1600
✓ 1. PCI-18 board
2. PCI-18 board
3. PCI-18 board
4. PCI-18 board
5. PCI-18 board
6. PCI-18 board
7. PCI-18 board
8. PCI-18 board
USB Card

0连

如果用了Telegraphing放大器，从一个AD通路中读出gain and/or bandwidth settings，然后根据一个lookup table进行编码。用户需要为增益和带宽指定AD通路，并加载合适的Gain/bandwidth表格。这些设置都可以在I/O parameter部分做。

安装PM时已经提供了一些手动放大器的lookup tables。如果你的放大器不在这里面，选择EPC7。或者创建你自己的表格。这种表格是文本文件。

如果PM只是用于数据回顾或者演示，就不需要AD/DA硬件了。此时，PM将提示无法初始化AD/DA。如果选择继续，就进入了演示状态。该状态下的任何输出都被直接当成了输入。如果Stim. Scaling = 0.1，则系统表现得放大器连接在一个10M欧姆的负载。

10.3.2 Output and Input Channels

这些设置定义了缺省的输出和输入通路。

如果是epc9/epc10系列，VC: Stim. Scale and CC: Stim. Scale属于内部设置，不能在改变。如果是epc9/epc10系列之外的放大器，VC: Stim. Scale and CC: Stim. Scale必须调整以匹配放大器的Ext. Stim. Input Scaling factors。

VC: Stim. Scale: VC模式下的刺激比例因子。电压幅度在PGF中定义，然后被这个因子除，以得到实际的DA输出。

注意: Epc 9 and Epc 10 系列amplifiers的内部VC Stim. Scale固定在0.1。

VC: Stim. Scale	0.100
CC: Stim. Scale	1.00 mV/pA
Current In	Imon2
Voltage In	Vmon
V-membrane Out	Stim-DA

CC: Stim. Scale: CC模式下的刺激比例因子。电流幅度在PGF中定义，然后乘以这个因子，以得到实际的DA输出。这个因子必须根据被控制的放大器的CC模式下的Ext. Stim Input Scaling进行调整，以保证PGF的电流定义和最终施加到细胞的电流一致。

注意: Epc 9 and Epc 10有一个叫做CC-Gain的参数，允许在相同的DA输出电压范围内，实现不同的电流范围。不同的CC-Gain自动设置相应的CC: Stim Scale以匹配从mV(DA的命令电压)到pA(细胞膜上实际得到的命令电流)的转换。

Current In: 指定用于电流trace的AD输入通路。该通路被Current Gain 标化。

Voltage In: 指定用于电压trace的AD输入通路。

V-membrane Out: 指定用于刺激的输出DA通路。

Test Trigger Out: 指定用于触发的输出通路，触发设定在每个测试脉冲的开始。如果使用了PM的示波器窗体，Test Trigger Out应当关闭。只有当你使用外部的示波器时才需要这个触发信号。

注意: 如果Test Trigger Out和刺激输出都选择了同一个输出DA，则它们会互相干扰。

10.3.3 Serial Out

该控件用于打开并设置串口通讯模式。

10.3.4 Sound

可以指定声音的输出设备。

- . MIDI Sound: 用电脑的声卡。
- . PSA-12: 用HEKA的专用声音发生器。
- . No Sound: 关闭声音。

10.3.5 LockIn

该选项激活PM的Lock-In 功能。

10.3.6 Photometry

该选项激活PM的Photometry功能，将激活单色光源刺激并通过光电管采集荧光信号。可以选择如下光电设备：

- . T. I. L. L. : T. I. L. L. Photonics' Polychrome, 可以通过PM支持的AD/DA控制单色光源。
- . DG4/DG5: DG-4/DG-5 可通过EPC 10, ITC-16 or ITC-18的数字输出来控制。
- . Lamba-10: 这个快门转轮可通过EPC 10, ITC-16 or ITC-18的数字输出来控制。
- . pti DeltaRAM: 这个高速波长切换器可通过EPC 10, ITC-16 or ITC-18的数字输出来控制。

10.3.7 Further options

Auto Filter: PGF窗体提供该选项根据采样间隔自动设置硬件滤波器。此处是开关设置。该功能只有有内置硬件放大器的epc9/10等系列放大器支持。

Zap OnCell only: 如果该选项有效，Zap功能被限制在OnCell模式。这可以保证在其他模式下不会意外地使用Zap。

Probe Selector: 激活HEKA 探头选择器。(可选的附件。).

10.4 Files

在这部分，拥护必须指定一些路径。PM将使用这些路径操作文件。

Home Path: 设置一个关键目录，包含文件夹LookupTables，所有窗体文件(*.dia)，以及Patchmaster.key，也是缺省文件象DefPgf v9.pgf, DefAnal.onl和DefProt.pro等所在的目录。只要没有configuration文件，PM就自动搜索这个目录。

Files and Paths	
Home Path	C:\HEKA\PatchMaster\
Data File	C:\HEKA\Data\NoName.dat
Protocol File	C:\HEKA\PatchMaster\DefProt.pro
PGF Pool File	C:\HEKA\PatchMaster\DefPgf_v9.pgf
Macro File	C:\HEKA\PatchMaster\Epc10.mac
Online File	C:\HEKA\PatchMaster\DefAnal.onl
Solution Base	
Batch Path	
Temp. Path	
I-gain Lookup	

指向Configuration file(例如Patchmaster.set)的路径在本窗体的抬头。这个目录可以通过Save...As功能指向别的目录进行修改。

Data File: 设置数据文件的目录。(file extension *.dat)..

Protocol File: 设置Procotol文件的目录。(file extension *.pro)..

PGF Pool File: 设置PGF文件的目录。(file extension*.pgf).

Macro File: 设置macro files 的目录 (file extension *.mac).

Online File: 设置Online Analysis file的目录(file extension*.onl).

Solution Base: 设置solution data base files 的目录。(file extension*.sol).

Batch Path: 批处理文件控制protocols的目录, e.g., E9BatchIn and E9BatchOut (see chapter 21 Controlling Patchmaster, page 269).

Temp. Path: 可选的路径, home path不同, 可以存储临时文件。该路径可用“C”按钮清除。

I-gain Lookup: 电流增益lookup table的路径, 只对telegraphing amplifiers有必要。

10.4.1 General Advice on Naming Folders and Files

一些关于命名文件夹和文件的建议:

- . 不要用不可见字符和空格。
- . 名字不要用数字开始, 向Igor程序不允许以数字开头的文件。(exported Igor waves inherit characters of the data file).
- . PM只在示波器窗体的抬头中显示文件名开始14个字母。
- . 实验数据不要保存在HEKA software目录下, 以免干扰程序升级。

10.4.2 Miscellaneous Settings

Save Settings File: 如果该选项有效, 在程序退出时Configuration settings将自动存储, 因此会覆盖以前的设置。

Verify Quit: 如果该选项有效, 在程序退出时PM将询问是否保存修改了的设置文件(*.pgf, *.pro, *.onl)。如果该选项无效, 在程序退出时, Configuration settings将不保存。

Ask for Data File: 如果该选项有效, 在启动时PM将询问数据文件。

Save after Break: 如果该选项有效, 当采集被Break按钮结束时, PM将把数据保存在一个sweep中。如果该选项无效, 整个sweep将被丢弃。

Make Bundle Files: 如果该选项有效, 所有的文件(raw data, “pgf”, “pul”, etc.)被合并到一个文件中。

Solution Base: 如果这个选项有效, 会提示你调入一个已有的溶液数据库文件, 或者创建一个新的文件。

如果在I/O Parameters部分选择了Show Solutions or Show Amplifier Solutions, I/O Control窗体将扩展显示溶液序号和溶液名称。

Auto Filename: 允许自动文件命名。有以下一些特殊约定:

- . DATE1 or DATE = “DD-MMM-YYYY”. Example: “31-DEC-2003”
- . DATE2 = “YYYY-MM-DD”, 国际标准时间格式, Example: “2003-12-31”
- . DATE3 = “YYYYMMDD”, 和DATE2类似, 但没有连字号。Example: “20031231”
- . TIME1 or TIME = “hh-mm-ss”. Example: “24-59-59”
- . TIME2 = “hhmmss”, analog to TIME1, 但没有连字号。Example: “245959”

. 000 = 一个递增计数器，每生成新的文件递增。

这些约定可以用下划线组合，典型的例子

“HERG [Date] [001]” 产生 “HERG 31-Dec-2003 001.dat”

不要用以下字符：

- . 路径分隔符 “/”， “\”， “:” (unacceptable)
- . 扩展分隔符 “.” (unacceptable)
- . 空字符 “ ” (会有兼容问题)

Startup Macro: 允许输入一个已有的macro的名字，该macro可在程序初始化之后执行(例如允许额外的设置项立即激活epc10-2的第二个放大器。)

Experiment Number: 该数字用来鉴别实验。如果在File → New Experiment中设置了automatically incremented，则随着实验进行会自动递增。

Max. File Size: 该特性不限制任何写盘的文件的大小。如果新创建的文件超过这个大小，会在notebook中给出警告信息提醒用户。如果输入很大的数值，则可压制住任何警告。

10.5 Display

10.5.1 Fonts and Colors



Fonts / Button Colors / Line Colors: 程序布局中的颜色和字体等都可在这里选择，对所有的窗体对话框都有效。

Under Windows you can modify the windows and desktop elements via “Start >Settings >Control Panel >Display >Appearance”.

10.5.2 Notebook, Display, and Online Analysis

Digits:

- . **Notebook:** (range 6-24) Notebook窗体中数值显示精度。
- . **Time:** (range 8-11) 示波器窗体中的时间和定时数值精度。最大数值时11，结果是“hh:mm:ss:ms” (ms)。

Grid Digits X|Y: (range 6-10) 示波器和刺激预览的网格标注的数值精度。

Digits: Notebook Time	8	8
Grid Digits: X Y	6	6
Graph-3: dX dY	0.010	0.010
Round mV in PGF Editor	Round to mV	

Graph 3D dX|dY: (range 0.001 - 1.000)，允许在3D模式下后续sweeps在指定水平和垂直偏移。

10.5.3 Round mV in PGF Editor

Round: Round to mV，舍入到mV，把刺激模板中的电压舍入到mV。

Round to DAC: 把刺激模板中的电压舍入到DA的最小数字分辨率。这比Round to mV 精度高。

10.6 I/O Control

这部分的选项将控制I/O Control window中出现的内容。

一些参数象温度，增益，保持电位等用于对给定的实验定制记录环境。如果是epc9/10放大器，一些参数是自动有效的。其他类型的放大器需要指定设置以便PM知道如何标化输入和输出。该部分左边的选择框决定了I/O Control窗体中是否显示。

对于每个I/O Parameter，你必须输入参数来源以及缺省的数值。

Source: 确定输入如何获得。对大多数参数，有3种可能的来源；

- . **Default:** 缺省的数值。
- . **EPC:** 参数直接从给定的epc放大器获得。
- . **AD-Channels:** 参数从指定的AD通路采样获得。AD-channel.

Default: 可在这里编辑缺省的数值。

List: 按这个按钮，将把I/O parameter所有的scaling /offset数值写入notebook。该功能可以快速概览所有的AD/DA的scaling。

在特定的情况下，会出现一些额外的按钮：

Scale: 如果参数是从一个AD通路得到的，需要设定scaling来把采集数据转换成所希望的变量数值。你可以从Scaling Factor and a Lookup table中选择。

对于直接的输入scaling factors，可输入一个Scale Factor and a Scale Offset。

对于使用lookup table，你必须选择从哪个文件读数据。

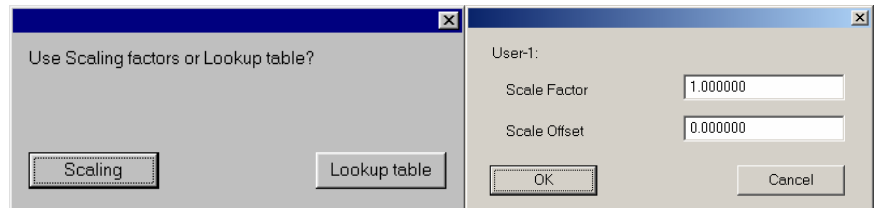


Table: 如果只有一个lookup table 能够用于转换采集到模拟数据到参数数值，该按钮出现。例如转换Gain/bandwidth的telegraphing输出。

注意：从AD-通路读取数据并转换成所希望的数值是要占用CPU的时间的。所以只激活那些实际需要的参数。

10.6.1 List of I/O Parameters 参数列表

Current Gain: 电流监视输入的Gain。该参数把从电流监视器通路采集到的数据标化。当使用telegraphing放大器时，必须指定转换用的gain lookup table。

Scale:

- . **AD-Channel:** 如果从AD-通路采集到的数据traces以PGF序列方式采集，则电压会被标化成合适的单位。你也可以用固定scaling，或者使用lookup tables。如果有EPC8/EVA8是第二个放大器，则用EPC8 Gain来标化采样EPC8的电流监视器信号的AD-通路。对应的epc8必须通过并行数字I/O接口和电脑连接，且epc8放大器设置到local模式。

- . **DA-Channel:** 在一个PGF序列期间，空闲的DA-输出通路可以用于刺激，该输出通路可以用一个scaling factor进行标化。

User Parameter 1, 2 : 有两个用户指定的参数域。这些域有些象其他参数域具有额外的参数名和单位，例如pH U。名字和单位也在sweep级别(每个sweep)上存储在输出*.pul文件中，所以如果需要，这2个参数可以在实验期间被修改。

Bandwidth: 记录时的带宽。

PL-Phase: lock-in放大器的相角。

Temperature: 温度(从一个记录设备例如温度计)。

C-slow: 膜电容。

R-series: 串联电阻。

Leak Comp: 漏电导。

Rs-value: 串联电阻补偿。

Cell Potential: 细胞电位。

Pipette Pressure: 电极压力 (从外部的设备得到数据例如压力计)。

Pipette Resist.: 电极电阻。在按了`W`键后, R-membrane 将写入Pipette Resistance。

Seal Resistance: Value of R-membrane.

RMS Noise: Value of the RMS noise.

Show Solutions: 略。

10.6.2 Show Digital In / Out

Show...: 被选择的输入和输出将被显示在I/O Control window。

10.7 Misc.

Online Sweeps | Results: (sweeps min. 256, result min. 8)

Online Analysis需要分配内存存储器结果。 Online result Buffer是一个2-D的buffer:

=Result*Online Sweeps, 即分析结果的数目(也是分析方法的数目)*online analysis的次数(等于一个全比例在线分析图x轴的数目)。

设置这些参数到典型的最大值: Online Sweeps = online analysis的X-轴上的最大数据点数。

例如, 你用online analysis作chart方式记录, 实验持续了10分钟, 你每秒分析一些结果, 这样online buffer必须有适应600个sweeps的空间。

注意: 每次Wipe操作后, online buffer被清除。

重要注意: 如果你选择了比这里指定数目还要多的分析方法, 则多出来的分析方法得到的结果将是0。

Online Mode: 处理Online Sweeps | Results:

- **Fixed:** 给出的Online Sweeps | Results的数目是固定的。对于较长的chart方式记录, 许多在线分析的结果和sweeps的数目可能需要大量的内存, 这会出问题。这种情况下, 用户有以下选择:

- **Extend:** 如果需要的数目比给定的多, 则扩展。但当可用内存不够, 就会有麻烦。
- **Wrap:** 如果需要的数目比给定的多, 新的数据将转回来利用前面的buffer。其后果是只有最后的数目的在线分析的数据是可用的。

Freeze Zero Line: 该选项确定示波器窗体中显示比例的行为。如果该选项有效, 示波器窗体就象一个示波器了, 当显示增益改变, 而零线将固定位置。该选项无效, 则当改变显示增益时, 如果Y-offs不是零, 则零线也会变化其位置。

Scale Test Pulse: 如果该选项有效, 放大器窗体的显示比例因子(I-scale)将作用于测试脉冲。注意你可以在放大器窗体选择一个测试脉冲。

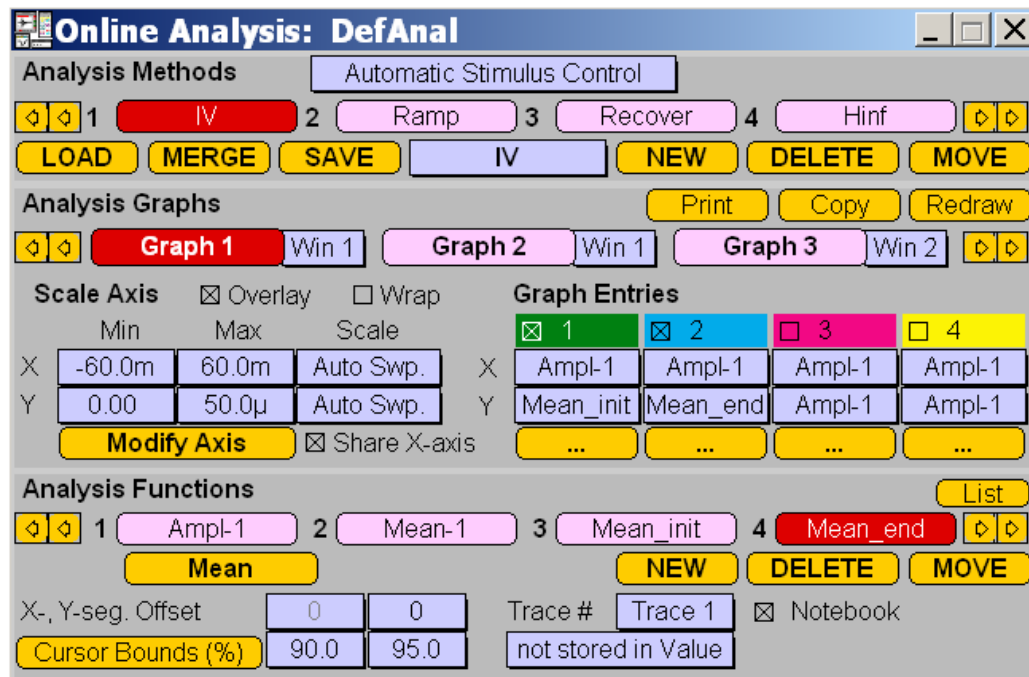
Test Filter Factor:

10.8 Special Features of the EPC 10 2/3/4

PM将自动判断所连接的放大器类型并预先配置大多数设置。而V-membrane Out, Current In, and Voltage In等不能指定。这些AD/DA通路时内部连接的, 因此不能改变。更多的信息请参阅相关放大器的硬件手册。

11. Online Analysis Window

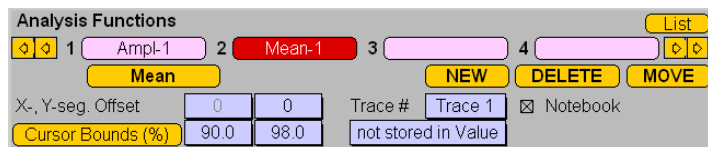
online analysis窗体允许你立即计算和显示基于采集的traces的数据，你能快速浏览结果。PM将自动在Online analysis 窗体1/2画出分析结果，或者在执行series期间或之后。



Nomenclature: 命名法。Online Analysis可结构化如下。一个online anslysis文件具有*.onl 后缀，包含一系列的分析方法。每个分析方法都是分析函数和分析图形。基于进来的数据，用户可以指定一些不同的分析函数。这些函数产生分析结果然后在Notebook或者Online Window 1/2 中显示。图形的元素有图形输入例如一些分析结果，分别用做X和Y-ref.。一个图形上可以有多达4个图形内容，而多个图形可拟和进一个Online Window。所以，基于构造分析方法的构件的层次，必须首先定义分析函数，因为只有相关分析结果能被替换进Graphs和Windows的图形。

11.1 Analysis Functions

在Online Analysis→analysis functions对话框的这部分，分析函数可被添加到分析方法中，已经存在的分析函数的参数也可以被修改。



在窗体上部点击一个空的按钮，可以添加新的分析函数。为了编辑一个分析函数，只要从列表中选择。可以通过点击黄色的函数类型按钮来改变参数例如光标范围或者trace的编号。

<<1, 2. . .>>: 可以左右滚动看可用的分析函数。按钮包含函数的名字。

Function Type Button: (below the function bar). 这个按钮显示当前可用的分析函数的类型。例如“Mean”。点击该按钮可打开函数类型窗口。

NEW: 创建一个新的分析函数。你可以点击一个空的函数按钮创建一个函数。

DELETE: 删除被选择的分析函数。

MOVE: 改变一个特殊分析函数的位置。

X-, Y-Segment Offsets: 设置PGF窗体中的相对X and Y-Segments。

Cursor Bounds: 在相关段之内，左边界和右边界决定了实际分析的时间区间。在示波器窗体中按弹出游标的按钮，当移动游标时，游标的位置自动转换到**Cursor Bounds**按钮右边的区域中。游标限制可以在选择的段之外，例如可以小于0%，大于100%。

Trace 1..16: 选择将被分析的trace，在PGF序列中trace的编号一般与通道数目相关。

not stored in Value / Store to Value: 分析结果可以被存储在values 1..16. 中的一个里面。他们可以被提取出来并作为一个常数数学函数。另外，他们还可以用在Protocol Editor中。values 1..16用于交换不同分析方法的信息，交换Online Analysis 和Protocol Editor的间的信息。

Notebook: 如果选择了，该函数的分析结果将写到notebook中。

Fit: 只有分析函数是Peak Amplitude, Extremum, Minimum, Maximum, and Time to Peak 时，才出现该按钮。如果选择Fit选项，峰值由一个多项式拟合出的第一个数值估计来决定。利用这个函数，噪音的影响可以被削减到峰值幅度之内。

重要注意: 当围绕这峰值出现非一致连续变化，例如锯齿信号，就不能用这个拟和函数。如果用了很容易得到错误结果，因为在锯齿信号的结尾，信号从峰值水平快速跳到基线。

11.1.1 Analysis Function Types 分析函数的类型

Function Type					
Timing	Y-Analysis	Trace Param.	Math	Trace	Spectra
☐ Sweep Count	☐ Extremum	☐ C-slow	☐ Constant	☐ Trace	☐ Frequency
☐ Online Index	☐ Maximum	☐ R-series	☐ $a + b$	☐ $Q = \text{Integral}$	☐ Distribution
☐ Time	☐ Minimum	☐ Rs-value	☐ $a - b$	☐ $1 / (\text{trace})$	Histogram
☐ Timer Time	☒ Mean of Seg.	☐ Leak Comp.	☐ $a * b$	☐ $1 / (Q)$	☐ Histogram Ampl
☐ Series Time	☐ Mean of Trace	☐ M-conductance	☐ a / b	☐ $\ln (\text{trace})$	☐ Histogram Bins
☐ Real Time	☐ Integral	☐ Cell Potential	☐ $a \ln b$	☐ $\ln (Q)$	
X-Segment	☐ Variance	☐ Seal Resistance	☐ abs	☐ $\log (\text{trace})$	
☐ Amplitude	☐ Slope	☐ Pip. Pressure	☐ log	☐ $\log (Q)$	
☐ Duration	☐ Reversal	☐ Int. Solution	☐ sqrt	☐ $dt = \text{Differential}$	
☐ Peak Amplitude	☐ Time to Peak	☐ Int. Sol. Value	☐ atan	☐ Trace Time	
☐ Segment Time	☐ Anodic Q	☐ Ext. Solution	☐ $1/a$	☐ Stimulus	
☐ Scan Rate	☐ Cathodic Q	☐ Ext. Sol. Value	☐ $1/\log$		
	Lock-In	Sweep Param.	☐ $1/\text{sqrt}$		
	☐ LockIn_CM	☐ User 1	☐ $1/\text{atan}$		
	☐ LockIn_GM	☐ User 2			
	☐ LockIn_GS	☐ Temperature			
	☐ LockIn_Phase	☐ Digital-In			
	☐ LockIn_Freq				

Name

这里拟可以选择哪种类型的分析函数将用于分析选择的trace。

Name区域允许你为选择的函数输入一个新的名字(但不是新函数，只是换个名字)。这个新的名字

将被用在Online Analysis window等地方。

11.1.1.1 Timing

Sweep Count: 一个series中的sweep的序号。

Online Index: 实验过程中的分析序号。该序号在Wipe命令时初始化。在线分析的最大sweeps的数目在Configuration window→ Online Sweeps | Results中设定。

Time: 从上一个WIPE命令开始,某个sweep开始的时刻间,该时刻相对于第一个sweep开始的时刻。也是开始一个sweep采集的时间,该时间相对于一个series开始的时间。(德国鬼子,太拗口了,别扭!)

Timer Time: 示波器窗体中开始sweep采集时,定时器的时间。

Series Time: 一个series的第一个sweep采集开始的时间。

Real Time: 一个sweep采集开始的实际时间(相对午夜)。

11.1.1.2 X-Segment

这些函数通常用于图形中的X-reference。他们基于relevant X-segment。

Amplitude: relevant X-segment (通常是“Voltage”)的幅度。

Duration: relevant X-segment 的持续时间。

Peak Amplitude: 对应于峰值电流的所施加的电压。可用于斜坡分析。电压值可从理论刺激中计算出来,或者从其他记录到的trace中得到。

Segment Time: 相对于第一个施加的刺激点时刻的,某个段的开始时间。(是施加的第一个刺激点,而不是存储的第一个数据点)

Scan Rate: relevant X-segment的扫描速率(斜率)。可用在分析斜坡的斜率。

注意: 不要混淆了X-segment的scan rate(从刺激得到的)和Y-Analysis的Slope函数(从记录的trace中计算出来的)。

11.1.1.3 Y-Analysis

这些函数通常在图形中用于Y-reference。他们基于relevant Y-segment,例如对于Y-segment offset敏感。

Extremum: 游标区域内的极值,可能是最大或最小。另外,如果你想用多项式拟合计算出极值,可以在Online Analysis window中选择Fit选项。

Maximum: 游标区域内的最大值。另外,如果你想用多项式拟合计算出最大值,可以在Online Analysis window中选择Fit选项。

Minimum: 游标区域内的最小值。另外,如果你想用多项式拟合计算出最小值,可以在Online Analysis window中选择Fit选项。

Mean of Seg: 游标区域内的数据平均值。

Mean of Trace: 整个trace的数据平均值。

Integral: 游标范围内的数据积分值。

Variance: 游标范围内的数据偏差值 (标准方差)。

Slope: 游标范围的斜率值 (by linear regression)。

Reversal: 该函数寻找目标trace的过零点, 并计算出第二个trace (例如电压) 对应的数值。
有两种模式:

- **Compute theoretical voltage:** 通过理论计算出反转电位。理论刺激(以斜坡电压为例)作为第二个trace, 来得到过零点的反转电位。

- **Get value of second trace (i.e. voltage) from given trace:** 过零点的数值将从Online函数中指定的trace中提取。另外, 在提取电压前可以做一些平均操作, 可输入用于运行平均操作的点数。

Time to Peak: 游标范围内, 从相关段的开始, 到峰值位置的时间。

Anodic Q: 游标范围内正电流的积分。

Cathodic Q: 游标范围内负电流的积分。

11.1.1.4 Lock-In

这些参数可以从Lock-In中提取。

请注意Lock-In返回所有数据的一个平均值。当希望得到游标范围内的均值时, 请采集存储该参数作为单独的trace, 然后用Y-Analysis的Mean函数。

LockIn CM: 从Lock-In扩展模块得到的电容值。

LockIn GM: 从Lock-In扩展模块得到的膜电导值。

LockIn GS: 从Lock-In扩展模块得到的串联电导值。

LockIn Phase: 用于Lock-In的相位设置。

LockIn Freq: 用于Lock-In的正弦波的频率。

11.1.1.5 Trace Parameters

这些参数可以从和数据一起保存的参数中提取并做分析。(see Parameter window)

C-slow: 从每个sweep得到电容值。

R-series: 从每个sweep得到串联电阻。

Rs-value: 串联电阻的补偿值。

Leak Comp: 漏补偿数值。

M-conductance: 最近的一次Auto CSlow 补偿给出的膜电导值。

Cell Potential: 细胞电位。

Seal Resistance: 从放大器对话框得到的封接阻抗值 (R-membrane)。

Pip. Pressure: 电极压力。(from an application device)。

Int. Solution: 内部溶液。

Int. Sol. Value: 内部溶液的相对浓度值。

Ext. Solution: 外部溶液。

Ext. Sol. Value: 外部溶液的相对浓度值。

11.1.1.6 Sweep Parameters

这些参数可以从和数据一起保存的参数中提取并做分析。(see Parameter window)

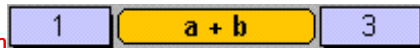
User 1: 在Configuration window 中的I/O Control 部分设置的用户参数。

User 2: 在Configuration window 中的I/O Control 部分设置的用户参数。

Temperature: 温度参数(from a recording device).

Digital-In: EPC10放大器的数字输入端口。

11.1.1.7 Math



提供对一个或2个函数结果的计算。通过结合几种数学函数，可以产生复杂的表达。例如 “Result 1” “+ Operand” “Result 3” (a+b)。

Constant: 设置常数数值。使用选项 “Get Values” 1 through 16也可得到常数数值，该特征可以利用以前分析方法的结果。

a + b: 计算2个Online Analysis results的和。

a - b: 计算2个Online Analysis results的差。

a * b: 计算2个Online Analysis results的积。

a / b: 计算2个Online Analysis results的商。

a in b: 计算一个分析结果的总量是否出现在另一个分析结果。

abs: 计算分析结果的绝对值。

log: 计算分析结果的对数值。

sqrt: 计算一个分析结果的平方根。

atan: 计算一个分析结果的反正切。

1 / a: 计算一个分析结果的倒数值。

1 / log: 计算一个分析结果的倒数对数值。

1 / sqrt: 平方根的倒数。

1 / atan: 反正切的倒数。

11.1.1.8 Trace

这些分析作用于选择的trace。结果仍然是trace。

trace: 设置一个trace作为分析结果。

Q=integral: 计算trace对时间的积分。

1 / (trace): 计算一个trace的倒数。

1 / (Q): 计算被积分的trace的倒数。

ln (trace): 计算trace的自然对数。

ln (Q): 计算被积分的trace的自然对数。

log (trace): 计算trace的对数。

log (Q): 计算被积分的trace的对数。

dt = Differential: 计算trace的对时间的微分。

Trace Time: 返回trace的时间。(trace的第一个点的时间=0)。在online window中画trace vs time时，可以把这个作为X-reference。

Stimulus: 返回和一个trace关联的刺激。

11.1.1.9 Spectra

用于计算功率谱(power spectrum)。可用在测量噪音性能。

Frequency: 返回一个功率谱的对数(频率)。可在功率谱显示时作为X-轴。

Distribution: 返回功率谱的对数(分布)。可在功率谱显示时作为Y-轴。

11.1.1.10 Histogram 直方图

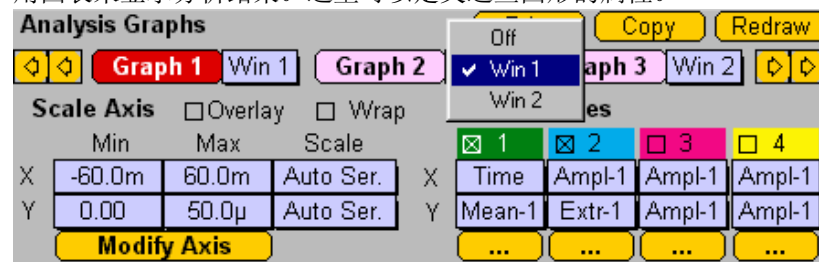
直方图函数可用在快速探测不同的放大器幅度。

Histogram Amp: 返回幅度分布的直方图。需要选择要分析的trace。

Histogram Bins: 定义做Histogram Amp时的直方图箱体的数目。该数目可在分析函数部分手动输入。

11.2 Analysis Graphs 分析图

用图表来显示分析结果。这里可以定义这些图形的属性。



<<1, 2, . . .>>: 滚动多个分析图(最多12个图)。某个图的所有信息都显示在滚动条的下面的位置。

图形按钮右边的列表可定义图显示的地方, 有Win1/Win2/Off可选。

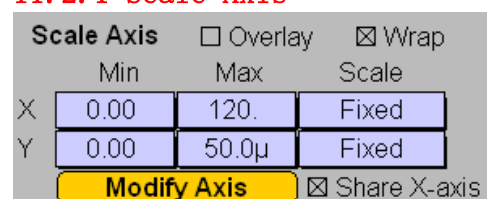
Graph Display Mode: 有Win1/Win2/Off可选。

Print: 该按钮打印显示的分析结果。

Copy: 该按钮把一个图的设置拷贝到选择的图。这比手动输入每个参数要好。

Redraw: 重画显示, 例如改变了坐标轴比例。

11.2.1 Scale Axis



Overlay: 如果该选项有效, 分析窗口中的图将重叠显示。

注意: 在开始设置采集属性事件时, 会产生Wipe操作, 将清除前面已经显示的图。

Wrap: 该选项使得在显示的结尾数据绕回到左边开头位置接着画。该选项限制在固定比例的 X-axis and Y-axis 且 X-axis 是线性的。如果 Overlay and Wrap 都有效，数据将从头开始画且不清屏。如果只是选择了 Wrap，则从头开始画时清屏。
这个行为通常用于 chart 记录。更多复杂的显示行为可以通过一个 protocol 来控制。例如用 OnlineAnalysis Event protocol 只擦除个别的图形。

当 trace 数据显示在图形中，Overlay 和 Ovr1Swp 选项可用。

Ovr1Swp: 叠加 Sweep 函数，叠加显示一个 series 中的所有 sweeps。可与示波器窗体中的 Over1.Swp 比较。

Overlay: 通用的 overlay，参看上面的描述。可叠加不同 series 的 sweeps。可与示波器窗口中的 Over1.Ser 比较。

Scale Axis		☒ Overlay	☐ Ovr1Swp
	Min	Max	Scale
X	0.00	120.	Auto Ser.
Y	-142.p	1.09n	Fixed

Modify Axis ☒ Share X-axis

注意: 自动比例函数 Auto Ser. and Auto Swp. 与 Ovr1Swp 函数不兼容。在重新比例坐标轴后只有最后的 sweep 可以被重画出来。

X, Y: 这里拟可以输入分析显示的设置：

- . Min: 坐标轴范围的最小值。
- . Max: 坐标轴范围的最大值。.
- Scale: 有几个选择：
 - Fixed: 如果比例从开始就是知道的，分析结果在采集之后或回放时，将立刻画出来。因此，可提供 Fixed Scaling 选项，并指定 X-Y-scaling。
 - Auto after a Series: 一个 series 的所有 sweeps 采集完毕，确定了其中的最大和最小值，根据这些信息确定坐标比例。
 - Auto after each Sweep: 在每个 sweep 之后，根据其中的最大最小值，确定坐标比例。
 - Copy last Min/Max: 利用上一个图的最大最小值，得到坐标比例，并固定使用。

Share X-axis: 如果该选项有效，则相同的 X 轴参数(例如 "Min", "Max", "Scale")被用于所有的图形。

Modify Axis: 点击该按钮打开一个 Scale Properties window.

Unit: 如果选择了，则第一个图的坐标轴单位将显示。

Zero-line: 如果选择了，则画零线。

Position: 有 Y-min, Y-zero, Y-max 这 3 个可选。确定坐标轴的位置。

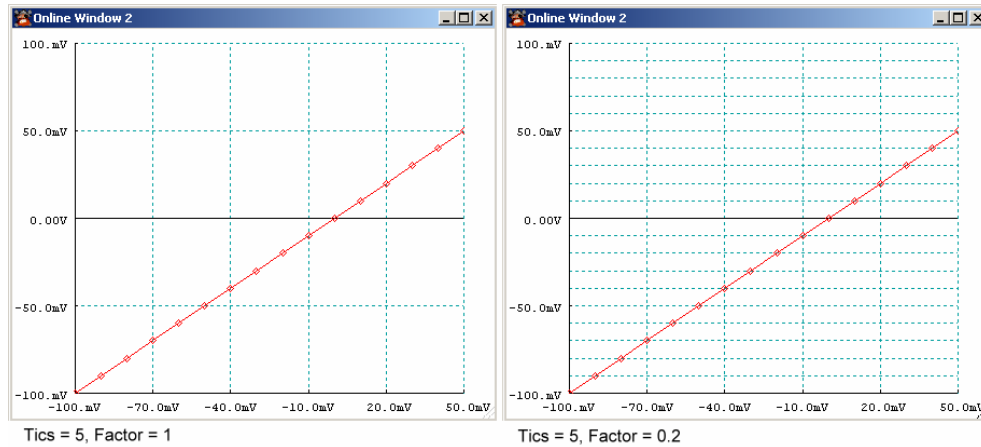
Mode: 定义坐标轴如何画，有 linear, log, inverse, sqrt, square 等选择。

Tics / Direction: 这是坐标轴上刻线的数目。输入 0 将压制刻线的显示。方向 up/ down/both 确定刻线的方向。

Grid, Factor: 如果选择了 Grid，将显示网格线。输入 factor 可以改变网格线的密度。如果 factor=1，则每刻度一条网线。如果 factor<1，则增加网格线密度。

Scale Properties		X-axis	Y-axis
Unit	☒	☒	☒
Zero-line	☒	☒	☒
Position		Y-min	X-min
Mode		linear	linear
Tics / Direction		3 up	3 right
Grid, Factor	☒	1.00	1.00
Nice Values	☒	☒	☒
Centered	☐	☐	☐
Labels	☐	☒	☒
Header		IV Plot	

Cancel **Done**



Nice Values: 如果选择该选项，坐标轴的边界将舍入到下一个好的数值。例如 (e. g. 0, 1, 2, 5, ...).

Centered: 如果该选项有效，第一个数据点将显示在图形的中间。该选项只有在Fixed Scaling 且Nice Values =OFF时有效。

Labels: 如果该选项有效，图形中将显示X- and/or Y-axis 的标号。

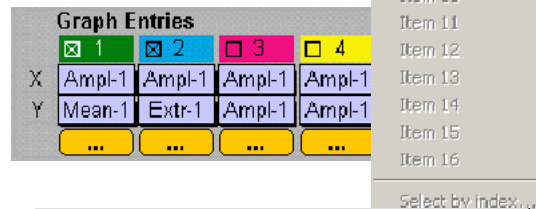
Header: 可以为图形添加标头。

11.2.2 Graph Entries

1...4: 可激活最多4个entries。

Axis: 从可用的分析结果列表中为X-Y轴选择变量。例如可以是这样的

- . Ampl-1: 变量端的电压。
- . Mean-1: 平均电流。
- . Extr-1: 电流极值。
- . Peak-t-1: 出现峰值的时间。
- . Select by index. . . : 当更多的超过16个分析结果时，可通过这里选择。



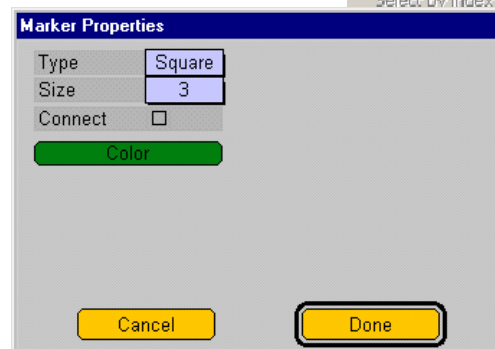
Clicking ... 打开一个Marker Properties window.

Type: 选择可用的符号 (point, plus, diamond, cross, square).

Size: 符号的大小。

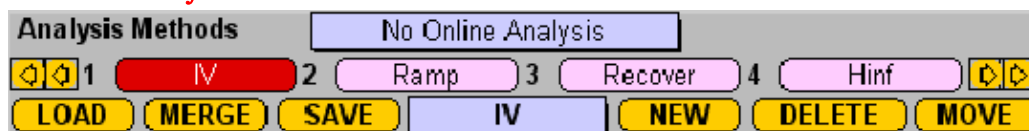
Connect: 符号间将连接成线。

Color: 符号和线的颜色。



star,

11.3 Analysis Methods



分析方法可由Analysis Graphs and Analysis Functions的所有信息来定义。
PM提供了一个Pool来放置这些方法，并存储在*.onl文件中。

<<1, 2. . .>>: 滚动可用的分析方法。

LOAD: 调入一个包含分析方法的*.onl文件。

MERGE: 从一个*.onl文件中添加分析方法到已经调入的方法中。

SAVE: 把实际的分析方法保存到文件中。

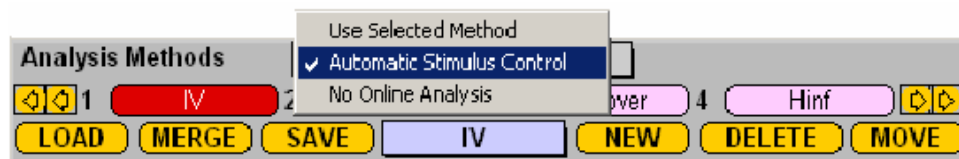
Analysis Method Name: 文本输入框，可以编辑当前使用的分析方法的名称。

NEW: 创建一个新的分析方法。

DELETE: 删除当前使用的分析方法。

MOVE: 改变某个分析方法的位置。

有三种可能的选项来控制特殊的分析方法：



Use Selected Method: 在线分析将使用选择的分析方法。

Automatic Stimulus Control: 在线分析将切换到输入数据本身包含的分析指令。例如在PGF中定义了一些分析手段的。

No Online Analysis: 不执行在线分析。

12. Parameters Window

描述实验和测量条件的各种参数信息。参数需要正确解释数据。在PM中，把参数分成如下类型：

The screenshot shows the 'Parameters' window with the following sections and parameters:

- ROOT**:
 - Date: 07-Jun-2005
 - Entries: 1
 - Text:
- GROUP**:
 - Header: GROUP 1
 - Label: E-3
 - Count: 1
 - Entries: 1
 - Exp. Number: 3
 - Text:
- SERIES**:
 - Header: SERIES 1 1
 - Label: IV
 - Count: 1
 - Entries: 1
 - Number Sweeps: 9
 - User:
 - Date: 07-Jun-2005
 - Time: 12:56:37.329
 - Timer: 03:02:00.285
 - Comment:
- SWEEP** (highlighted):
 - Header: SWEEP 1 1 1
 - Label:
 - Count: 1
 - Entries: 2
 - Time: 12:56:37.394
 - Timer: 03:02:00.350
 - Markers:
 - Temperature: 20.00 C
 - LockIn ExtPhase: 0.000
 - RMS-Noise: 0.000 A
 - Pipette Pressure: 0.000
 - Int. Sol. (show): 0
 - Ext. Sol. (show): 0
 - Digital In: 000000000000
- TRACE**:
 - Header: TRACE 1 1 1 1
 - Label: lmon
 - Count: 1
 - Data Points: 0
 - Leak Count: 0
 - Leak Traces: 0
 - Recording Mode: On-Cell
 - Amplifier: NoClip
 - Data Kind: Main-lmon
 - Data Format: 2-byte integer
 - Data Factor: 156.3f
 - Time Offset: 0.000 s
 - Zero Data: 0.000 A
 - Y-unit: A
 - X-unit: s
 - X-interval: 20.00 μ s
 - X-start: 5.000 ms
 - Y-range: 5.120nA
 - Y-offset: 0.000 A
 - Y-min: 22.75nA
 - Y-max: 22.75nA
 - Bandwidth: 1.000 MHz
 - Pipette Resistance: 0.000 Ohm
 - Cell Potential: 0.000 V
 - Seal Resistance: 0.000 Ohm
 - C-slow: 0.000 F
 - R-series: 0.000 Ohm
 - Rs-value: 0.000 Ohm
 - Leak Comp.: 0.000 S
 - M-conductance: 0.000 S
 - DA Channel: 1
 - AD Channel: 1
- Amplifier State**:
 - List with Traces:
 - Amplifier: EPC10
 - Recording Mode: VC-mode
 - V-membrane: 0.000 V
 - Gain: 2.000 mV/pA
 - Ext. Stimulation: 0.000
 - Filter 1: Bessel-10kHz
 - Filter 2: 2.873 kHz
 - Filter 2 Type: Bessel
 - Stimulus Filter: 17.50 kHz
 - C-fast: 0.000 F
 - C-fast Tau: 500.0 ns
 - C-slow: 1.000 pF
 - C-slow Range: CSlowOff
 - R-series: 11.00 MOhm
 - Rs-comp.: 0.000 %
 - Rs-comp. Tau: 0.000 s
 - Leak Comp.: 0.000 S
 - Liquid Junction: 0.000 V
 - V-offset: 11.10 aV
 - CC-gain: 1pA/mV
 - Low Freq VC: LFVC Off
 - LFVC Vmemb: 0.000 V
 - CC-fast: TRUE
 - Auto C-fast: undefined
 - Auto C-slow: undefined
 - V-mon Factor: 10 x
 - Calibration Date: n.a.
 - Serial Number: n.a.
 - Int. Sol. (show): n.a.
 - Ext. Sol. (show): n.a.

． **Root**：数据Tree的第0级。用日期/ Entries (=number of Groups in the file)和描述性文本来定义。Root的名字一般是文件名。

． **Group**：数据tree的第1级别。

由标头(一种描述数据树中条目的位置的序号)，标号(文本识别符，缺省的标号是实验号，例如 E-3)，计数(Group/Entries/Exp. Number)等来描述。Exp. Number通过创建新的experiment可增加。一个Experiment可能包括具有相同的Exp. Number的不同的Group，以及一个描述性的文本。

Entries (= number of Series in the Group)

Exp. Number (= parameter containing the number of the experiment.)

． **Series**：数据tree的第2级别。一个series由Header, Label, Count, Entries, Number of Sweeps, User, Date, Time, Timer and a descriptive Comment. 等描述

Number of Sweeps (= 采集时原始的sweeps的数目。在删除个别sweeps之后，number of Entries 会变小。)

． **Sweep**：数据tree的第3级别。在一个sweep的开始，标准的参数被存储。另外，每个sweep可被一些外部参数描述(Temperature to Digital In)。

． **Trace**：数据tree的第4级别。

． **Amplifier**：记录放大器的状态。在一个series开始时描述放大器的设置。对于epc9/10可用。

注意：如果可能PM会使用内部数值来设置参数，例如Cslow将自动从放大器读取并存储。对

于其他参数，可能必须指定来源(例如AD-通路或者通过I/O Control window手动输入)。

在Parameter window，已经采集的数据一起存储的参数或者上一次采集的参数(不论是否保存)都显示。

通过选择框(flag options)，你可以选择想输出到notebook的信息。

Titles: 如果选择，参数名字将和其数值一起输出。否则，只输出其数值。

LF: 如果选择，输出的数值和参数名称将被换行符隔开。

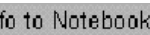
12.1 Flagging



Flag Groups 1. . . 4: 可定义4个不同的flag groups，每个都包含该窗体中所有的选择框的信息。缺省的，Flag Group 1包含如下标志：

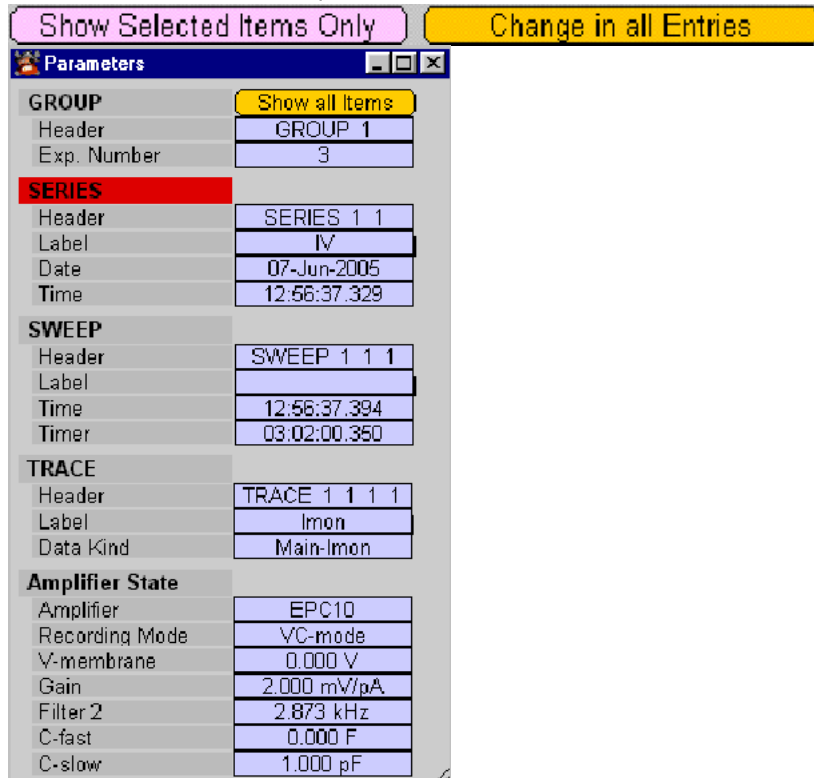
- . Group: Header, Exp. Number
- . Series: Header, Label, Date, Time
- . Sweep: Header, Label, Time, Timer
- . Trace: Header, Label, Data Kind
- . Amplifier State: Amplifier, Recording Mode, V-membrane, Gain, Clipping, Filter 2, C-fast, C-slow

你可以重新定义Flag Group 1。按Default Flags可以恢复到缺省状态。

Copy Flags from: 从一个group把标志定义拷贝到其他group。首先点击目标Flag Group，再点击来源Flag Group。       

Info to Notebook: 被选择的Flag Group的参数的内容写到notebook，当数据回放以及Replay→ Show Tree Info=ON.

Show Selected Items Only: I在一个定制的Parameters window 中显示被选择的条目。



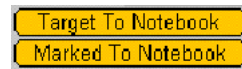
Change in all Entries: 该特征用于同时修改不同地方的数据。例如，在一个给定的Series中修改所有的sweep标号。

Default Flags: 设置Flag Group 1 回到缺省状态。

Clear all Flags: 复位所有的标志，例如不选择参数。

12.2 Exporting Parameters

Target to Notebook: 拷贝一个目标的所有的标志信息到notebook中。



Marked to Notebook: 拷贝被marked的目标的所有标志信息到notebook中。

Target to File: 拷贝实际的目标的所有标志信息到一个文件中。PM将问你要文件名。

Marked to File: 拷贝marked的目标的所有标志信息到一个文件中。PM将问你要文件名。

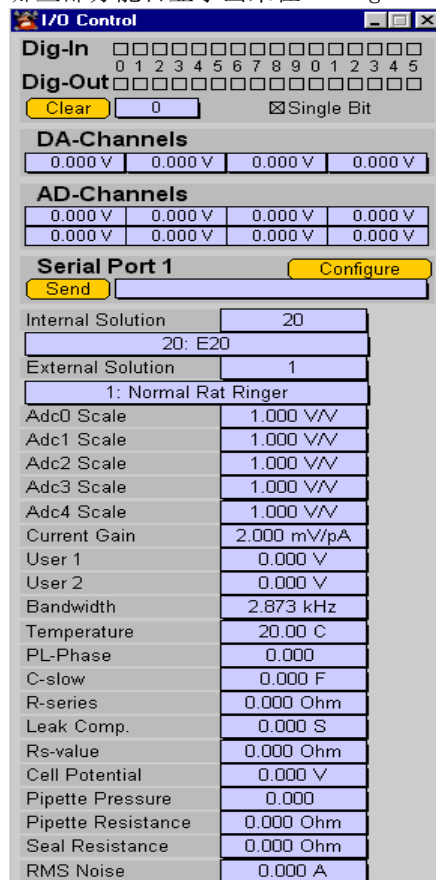
13. Notebook Window

Notebook窗体用来显示程序的各种信息和警告，例如错误信息，分析结果。Notebook的内容可以存盘。其最大大小可以在Notebook→ Set Length中设定。为了保持一个实验的日志，打开文件的名称和执行的series都写到notebook中，且可以象文本文件那样修改。

注意：Notebook menu →Buffered Output有效时，写入到notebook中的文本才能被保存。

14. I/O Control Window

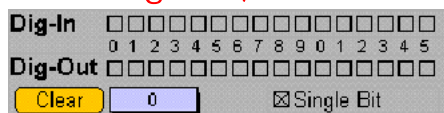
该窗体有以下部分Digital In/Out, DA-Channels, AD-Channels, Serial Out, and Parameters。哪些部分能否显示出来在Configuration window→ I/O Parameter部分设置。



Configuration window→ I/O Parameter中的设置是理论上的，而在I/O Control window将在数据采集过程中编辑这些参数。因此，只有那些不是内部设置的且会随实验变化的参数显示在该窗体中。

这些参数没有内部来源，即无法被epc10定义或者从指定的AD-通路中读取。例如一些non-telegraphing放大器的带宽设置。

14.1 Dig-In / Out



Dig-In/Out: 数字通路的控制。显示输入位。选择框用于输出位。

Clear: 清除所有的数字输出的设置。该操作写内容到notebook。

Single Bit: 如果选择，数字输出只能设置一个位。

14.2 DA-/ AD-Channels

DA-Channels			
0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V

AD-Channels			
0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V
0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V

DA/AD-Channels: 这部分允许你设置DA输出。并显示当前采集的AD-通路的电压。
注意: 当使用这些DA-输出控制外部设备时, 要注意这些DA-输出没有被PM用在其他地方, 例如用于PGF的刺激。

14.3 Serial Output

Serial Port: 通过RS-232口送出一个字符串。

Serial Port 1

Configure

Send

注意: 如果configuration dialog 中的serial communication =ON, 这里才能看到该选项。

14.4 Parameters

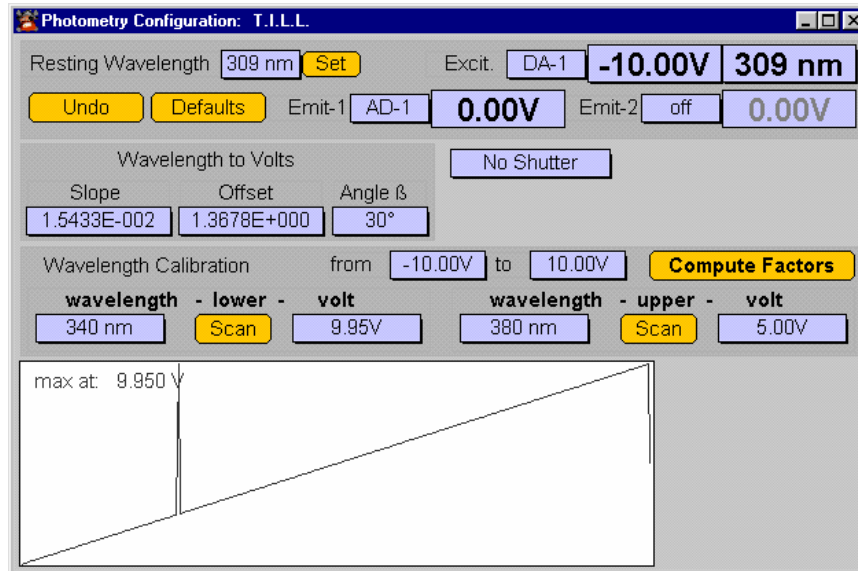
在Configuration window中选择的参数能在这里显示出来或被编辑。

15. Photometry Extension

在Configuration window中选择合适的photometry extension, 可以用于T.I.L.L, DG4/DG5, Lambda-10 and pti DeltaRAM.。

这里提供基本的描述。完整的photometry tutorial/exercise请参阅PM提供的导引, 该导引提供了一个用比率荧光测量的全细胞实验。

15.1 Photometry Configuration TILL



Resting Wavelength: 在静止期间的波长。

Set: 输出resting 波长。

Excit.: 选择一个DA来控制单色光源。一旦校准了, 输出可用电压或者nm来定义。

Emit-1, Emit-2: 选择用于photometry 测量的AD通路。Emit-1总是激活的, Emit-2 c可以被关闭。用于双发射荧光实验。

Wavelength to Volts		
Slope	Offset	Angle β
1.5433E-002	1.3678E+000	30°

Slope, Offset and Angle: 内部校准常数, 用于控制单色光源, 他们是校准过程的结果。

电压和波长的变换如下:

$$F(\lambda) = \arcsin(\lambda / 1666.67 * \cos(_ / 360 * \beta)) \quad (15.1)$$

$$V = (2 \pi * F(\lambda) - \text{Offset}) / \text{Slope} \quad (15.2)$$

$$\lambda = (1666.67 * \cos(\pi / 360 * \beta) * \sin((\text{Slope} * V + \text{Offset}) / 2 \pi)) \quad (15.3)$$

$$\text{Slope} = 2 \pi * (F(\lambda_1) - F(\lambda_2)) / (V_1 - V_2) \quad (15.4)$$

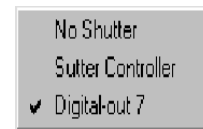
$$\text{Offset} = 2 \pi * F(\lambda_1) - \text{Slope} * V_1 \quad (15.5)$$

- . β = 典型值时30 degree; 和你的硬件有关。
- . λ = 需要的波长 [nm]; λ_1 = 校准波长1
- . V = DA-输出 [V]; V_1 = 校准波长1时的DA输出电压。
- . arguments of trigonometry functions in [RAD]

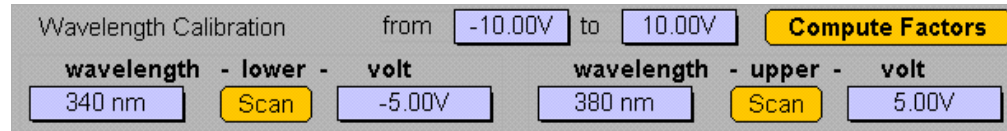
例如: 我们校准一个单色光源在380nm and 505nm. 利用对应的滤镜片, 测量其峰值在-4.5V and 2.5V. 通过计算, $F(\lambda_1) = 0.2383$, $F(\lambda_2) = 0.3191$, $\text{Slope} = 0.0725$, $\text{offset} = 1.8235$ 。

Shutter Selection:

- . No Shutter: 无快门。
- . Sutter Control: 通过按钮控制快门。
- . Digital-out 7: 通过数字输出控制快门。

**15.1.1 Wavelength Calibration 波长校准**

该部分做单色光源的校准，例如输出电压和波长间的关系。利用一个斜坡电压扫描输出，然后通过对应的波长滤镜片寻找对应的峰值。做了2次扫描后，可计算出控制单色光源的校准常数。



from-to: 斜坡扫描电压的范围。对于单个带通滤片，通常选择 $\pm 10\text{ V}$ 。但对于一个多波段滤片，扫描范围要进行限制以得到需要的峰值。

Compute Factors: 计算校准常数，计算基于确定下来的波长和电压的关系进行。

wavelength: 输入带通滤片的最大通过波长。

lower - Scan: 做低波长滤片的校准扫描。

Volt: 该电压显示对应峰值波长的电压。

wavelength: 输入带通滤片的最大通过波长。

upper- Scan: 做高波长滤片的校准扫描。

Volt: 该电压显示对应峰值波长的电压。

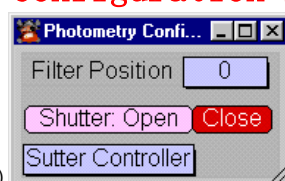
15.1.1.1 Calibrating the different TILL monochrometers

Polychrome I and Polychrome II: 使用两个单独的带通滤片。分别输入对应的波长，做两次扫描。然后按**Compute Factors** 计算校准常数。

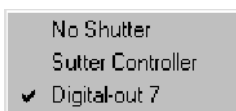
Polychrome IV: 提供了一个三波段的滤片。限制扫描电压的范围，保证每次扫描时只得到一个峰值。

一般取首尾两个波长进行校准。

Polychrome V: 该型光源是自校准的。请联系TILL联系校准数值表，例如380/505nm分别对应的控制电压。然后把波长和电压填写进去，然后按**Compute Factors** 计算校准常数。

15.2 Photometry Configuration DG4/DG5 and Lambda-10

Filter Position: (1-15)



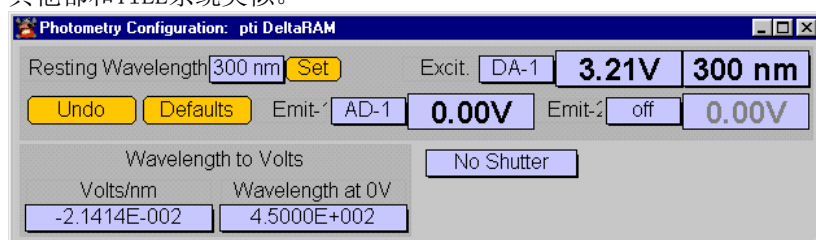
Shutter Open/Close: 开快切换快门。

Shutter Selection:

- . No Shutter: No shutter available.
- . Sutter Control: Shutter can be closed/opened via buttons.
- . Digital-out 7: Shutter control via Digital Output.

15.3 Photometry Configuration pti DeltaRam

其他都和TILL系统类似。



Wavelength to Volt

Volts/nm 和 波长@ 0 V是内部校准参数，必须由DeltaRAM系统给出。PTI系统在施加的电压和波长之间是线性关系。

16. Software Lock-In Extension

16.1 Introduction

膜电容测量已经被广泛用于研究细胞分泌和内吞。当前广泛使用的测量膜电容的技术是利用正弦电压刺激，然后用相位敏感的探测器或“lock-in amplifier”处理结果中的正弦电流。

在EPC9/10中，“lock-in amplifier”构成了独特的虚拟仪器，非常方便进行膜电容研究。甚至当电流监视信号被电容补偿和串联电阻补偿所深读影响，仍能准确测量膜电容。是对等效电路参数的估计(而不仅仅是相对变化)。

16.1.1 “Sine+dc” (SDC) versus “piecewise-linear” (PL) techniques

有两种不同的技术广泛用于估计 C_m 的变化(see Gillis, 1995 for details)。这两种技术可通过LockIn的不同模式来实现。

每种技术采取不同的手段来解决使用正弦波刺激带来的难题(只能提供幅度和相位)。而全细胞记录模式的等效电路却有3个未知的参数(G_s , G_m , and C_m)。

第一个方法叫做“piecewise-linear” (PL) 技术(Neher and Marty, 1982)，没有试图得到实际的导纳值或者3个等效电路参数中任何一个，而是只得到参数的变化部分。该技术基于以下近似： C_m 的小偏移会带来等效电路导纳的线性变化，与 G_m 或 G_s 的小的偏移带来的等小电路导纳正交(Neher and Marty, 1982; Joshi and Fernandez, 1988; Fidler and Fernandez, 1989)。所以，如果膜片钳放大器的输出信号也输出到一个相位敏感的并设置合适相角的探测器，则该探测器的输出与 C_m 小变化成线性比例，但对电阻参数的变化相对不敏感。同时也从正交相位设置中产生一个信号来反映 G_s 或 G_m 小的变化。在PL模式的LockIn中， G 是指两个信号： ΔG_s 和 ΔG_m 。每个都近似反映了它们各自的参数的变化。

注意： ΔG_s 和 ΔG_m 这两个信号对于同一个trace实际上有不同的比例。但在PL模式下， G_s 的改变无法和 G_m 的改变区分开。

第二个方法叫做sine + dc method (SDC)。直流电流和导纳的实部虚部提供了3个必要的信息(Lindau and Neher, 1988)。由于使用了DC电流，就必须知道膜电导的反转电位(E_{rev})。这个限制常常不是那么严重，在 $G_s \gg G_m$ 的条件下(Gillis, 1995)，假设一个 E_{rev} 带来的误差并没有那么临界。

显然SDC方法提供了超过PL方法的优点，SDC方法能产生等效电路的3个实际参数数值而不是相对变化。为什么PL仍然是高分辨率导纳记录最流行的方法呢？一个重要的原因是得到真实的导纳测量需要对多个参数进行跟踪。另一方面，用一般的PL技术来校准“C” trace只需要偏置电容补偿电路一个固定量。该过程自动考虑刺激正弦波的幅度，放大器增益，和其他有关的因素。另外，所需要的相角设定也可通过串联电阻抖动来确定，而无须字节测量相移。

注意：LockIn使用了一个计算的方法设定相角和校准PL模式下的trace，可避免串联电阻抖动带来的误差。

PM和epc10/9联合使用的优势是，所有能影响一个导纳测量的仪器设置，对软件来说都是已知的。

注意：SDC模式是推荐的LockIn标准模式。

16.1.2 Applicable Sine Wave Frequencies

用于LocIn测量的正弦波频率范围和等效电路有关:

- . **Whole-Cell, Frequencies up to 3 kHz:** 在一个典型的全细胞模式中, 正弦波频率范围在500 – 3000 Hz , 可得到最低噪音的记录。这个频率范围, Sine+DC 和PL方法都可用。
- . **On-Cell, Frequencies up to 40 kHz:** on-cell模式下, 可以用高得多的频率。此时的等效电路是膜电容和膜电阻并联。最高的频率与AD/DA的转换速度有关。例如在200kHz采样率下, 40kHz的正弦波只能有5个数据点。但这依然足够LockIn方法产生可靠的结果。典型的On-Cell模式的频率是10–30kHz。

16.1.3 Different Methods of Determining the Internal Phase Shift

当使用相位敏感探测器测量一个等效电路的导纳时, 总是必要考虑测量系统引进的相移。这通常利用测量一个容易知道数值的元件(例如纯电阻或者纯电容)。可以选择电阻或者电容(抖动)来调整相位, 而混合数值(例如当电阻抖动时调整电容, 或者反过来)改变为0。

. **Measure the phase of a resistor, Measured Calibration:** 一个纯电阻不引进任何相移。这意味着, 测量到的电压和电流间的相差时测量系统自己引进的。请注意不要有残存的分布电容可能引起测量误差, 在高频正弦波时非常重要。在电容上的高频相位测量是更好的方法。

. **Measure the phase of a capacitor:** 一个纯电容将引入90度的相移到输出电流中。为了确定测量系统引进的相移, 必须矫正掉纯电容引进的90度相移。

. **Capacitance Dithering:** 在高频时, 电容电流变得非常大可能引起放大器的饱和, 此时利用电容的小的变化通常是较好的方法。

. **Resistance Dithering,** 没有实现。

. **Calculate the phase shift due to the instrument, 计算校准Calculated Calibration:** 在测量系统是良好调整的情况下(例如放大器和滤波器设置), 有可能计算出系统的相移。注意该方法需要考虑不同硬件设备的区别。所有相关元件的累计误差可能带来相角的误差。对于单独的设备, 可使用LockIn configuration中的Phase Shift函数进行矫正。

16.1.4 High time resolution measurement of C_m and low time resolution display

不同的实验条件一般导致不同的 C_m 变化的速率。例如, 当通过电极引入缓冲的钙溶液或者其他刺激物质, C_m 在数秒到数分钟范围内增加。而胞吞引起 C_m 的减小在一个相对慢的时间尺度上。另一方面, 在去极化脉冲或者flash引起细胞内钙升高的实验, 需要 C_m 高时间分辨率记录。匹配合适的采样率可明显减少存储的压力。另外, PM分配的内存也给长时间高速无间隙采样 C_m 带来了限制。

注意: 在PM中, 所有数据都以高时间分辨率存储。而在线分析可以用于显示高时间分辨率数据点vs时间的平均。

高速采集产生每个争先周期产生一个Cm数值，例如典型的是1000点/秒。这种高速采集可以在sweep内不受干扰进行。Sweep持续时间可以超过60秒，如果分配的buffer大小设置合适。对于在示波器窗体中的显示，典型的连续重画模式，用来显示超过1秒的sweep。如果整个gap-free数据被采集，将使用数秒长度的sweeps的采集。对于大多数应用，重复采集小的间隔隔开的短的sweeps，已经足够了。这叫做低时间分辨率测量。该模式允许将对sweep的Online analysis的分析结果以chart样式显示。

每个sweep (Imon) 的原始数据必须保存，以允许Cm被在线重新计算。高时间分辨率的Cm被存储在第二个trace中。

低时间分辨率测量最适合采集多个sweeps, 然后用在在线分析来显示。

从一个sweep的一个段来的数据平均得到一个Cm点/每sweep。Cm(Gm Gs) 被Online Analysis显示出来。典型的，每个sweep利用100个正弦波输出，然后是100ms的间隙，然后再是一个sweep，这样可得到约5Hz的Cm记录。

在一个实验过程中，这两种采集速率可以很容易混合。考虑去极化引起的Cm增加的例子，包含去极化脉冲的以及包含电压门控电流Ica的Sweep在示波器窗口中以高时间分辨率显示。而在这些sweeps之前和之后，可以采集短的sweeps并显示在Onlinewindow中。时间控制的连接可以通过protocol来实现。

在线分析的结果和高时间分辨率数据可以输出到IGOR中进一步分析。

16.2 LockIn Configuration

在这里设定不同的LockIn模式。

LockIn Mode: 设置一个LockIn Mode，有这些选择：

- **OFF:** 没有设置LockIn Mode。
- **Sine + DC:** 计算LockIn的3个数值Cm, Gm, Gs的绝对数值，是更好的方法。缺点：软件必须

知道所有硬件设置，只能在Epc9/10中实现。

· **Piecewise Linear:** 是一个比较老的，简单的方法。只计算Cm, GsorGm的相对变化。

· **On Cell:** 在On Cell模式时使用的替代方法。此时Rs，通常公式中的分母，接近0。因此需要替代的计算方法。

Calibration Mode: Sine+DC方法计算4个值，一个实部，一个虚部，一个直流值，一个相移。需要两个校准参数，放大器的相移(y)和衰减(a)。校准可以测量或计算来实现。

- **Measured:** 这是硬件校准，更精确。但如果任何关键参数(filter, gain, frequency, ...)变化，就必须重新测量。该方法可用于超过2kHz频率的正弦波。
- **Calculated:** 容易处理，精度足够，因此推荐2kHz正弦波使用。
- **Manual:** 可以用于手动设置LockIn软件的相位和衰减。该模式用于：
 - 如果用户用特殊方法估计出了相位和衰减I。例如在On-Cell模式的Cfast抖动，在10-40kHz，Cfast抖动可以得到非常精确的结果。
 - 当使用了不是EPC9/10的放大器。

注意: 如果你相对多个traces用LockIn测量，就只能用calculated 校准了。

Phase Shift: 在等效电路参数被计算之前，用户可指定一个相移作用到”残余”的导纳。相移只作用于实际测量的电流，并且没有Cslow补偿。这个特征可以用在“拧”出测量或计算校准的相位。另一个例子是，如果数据是在一系列的临界参数下记录的，这些参数和那些用测量校准得到的不同(如果是epc9/10，会防止出现这个结果。但对其他放大器，这可能出现)。可执行新的测量校准来确定相位差，并可作为Phase Shift指定给回放记录到的数据。

当使用手动校准，Phase Shift设置Lock-In软件的绝对相位。

注意: 一般Phase Shift 应该是0.0。

Attenuation: 这是一个电流信号的幅度比例因子，可用于矫正整个系统的传递函数。衰减系数在计算等效电路参数之前作用于“残存”的导纳。

注意: 一般Attenuation 应该是1.0。

当使用手动校准时，衰减应当设置到手动校准估计到的数值。一般，衰减可以设置成1，如果传递函数不是理想的，例如正弦频率高于电流滤波器频率，或者正弦频率接近放大器的最大带宽。

PL-Phase: 如果使用PL模式，该选项可用。PL Phase是在仪器引入的相移得到矫正之后，lock-in放大器的设置。理想情况下，该相位的设置结果是Cm输出，对电容的变化有最大的敏感，而对Gs/Gm不敏感。该参数可手动输入或者按“compute”按钮从当前的C-Slow和G-Series计算得到。

Compute: 从当前的C-Slow和G-Series计算得到PL-Phase。

Calib. Sequence: 用户可指定一个序列作为校准刺激，用于执行测量的校准或者计算PL-Phase。

Perform Measured Calibration: 开始测量的校准。关于如何执行请参看16.6节的导引。

注意: 为了计算PL-Phase，或者执行测量的校准，你必须至少存储一个正弦段。否则没有电容测量，也就没有校准了。

Write to Notebook: 把lockIn结果写到notebook中。

Generate Traces for: 如果使用epc10-2/3/4, 由于完整实现LockIn软件测量Cm, 膜电容测量可以和其他放大器同步工作。epc10-2/3/4可以连接到一个电脑, 并且受一个PM控制。因此, 当使用多放大器, 需要额外的控件来产生traces作用于活动放大器/所有放大器/被选择的放大器。

Offline Computation: 该部分用于从以前存储的电流traces中计算LockIn数据。除了Cm/Gm/Gs/Real/Imaginary/DC外, 还有一个正弦平均选项。正弦平均是trace中所有正弦周期的平均, 结果是一个短的trace, 只包含一个平均周期的正弦波。

Generate Traces for:	
Active Amplifier Only	
All Amplifiers	
✓	1. Amplifier
✓	2. Amplifier
✓	3. Amplifier
✓	4. Amplifier
✓	5. Amplifier
✓	6. Amplifier
✓	7. Amplifier
✓	8. Amplifier

Default Y-ranges: 用户需要为结果LockIn traces提供“Default Y-ranges”。显然, PM不知道数据的范围, 因为这依赖细胞的大小。因此, 用户必须提供一个缺省范围例如(0 to 40 pF)。

V-reversal: 这是一个全局的反转电位, 用于计算。

Skip: 一个全局的数字, 是可以跳过的周期的数目。

注意: 当激活全局设置V-rev and Skip, 会比PGF中Wave Parameters里的设定的优先级别高。

16.3 Using LockIn in Sine+DC mode

这里我们可做第一个电容测量, 使用细胞模型, 来看看LockIn如何与电容补偿一起工作。

1 在Configuration window 中激活LockIn extension。

注意: 这个步骤只是首次用LockIn时做。

LockIn Configuration window 自动打开。

2. 设置LockIn Configuration

The screenshot shows the LockIn Configuration window with the following settings:

- LockIn Mode: Sine + DC
- Calibration Mode: Calculated
- Phase Shift: 0.0
- Attenuation: 1.000
- PL-Phase: 0.0 (with a Compute button)
- Calib. Sequence: Sine1k
- Perform Measured Calibration (yellow button)
- Write to Notebook: ☐
- Generate Traces for: all amplifiers
- Offline Computation - Traces to create:
 - ☒ CM ☐ Real ☐ DC
 - ☐ GM ☐ Imaginary
 - ☐ GS ☐ Sine Average
- Compute LockIn of Marked Targets (yellow button)
- Default Y-ranges:

CM	40.00 pF	Real	1.000
GM	1.000 nS	Imag.	1.000
GS	10.00 μS	DC	1.000
☐ V-rev	0.000 V	☐ Skip	0
- Done (yellow button)

按如图中内容设置。

3. 连接细胞模型到放大器探头。设置开关在10M欧。

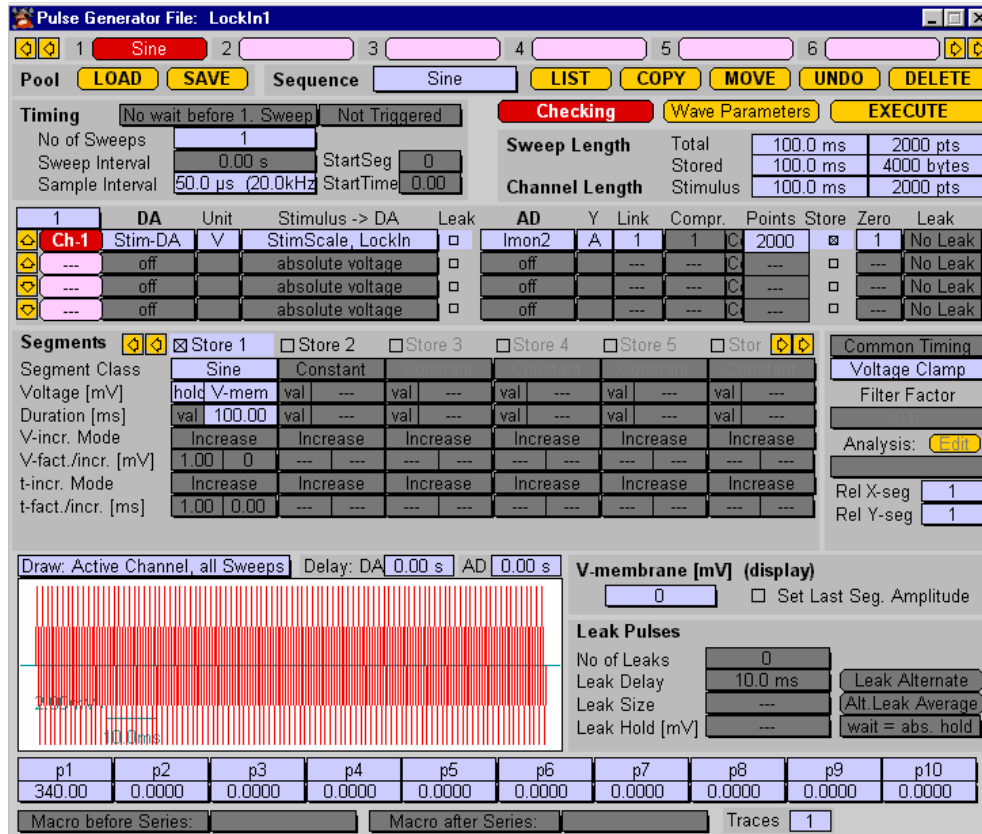
4. 激活放大器窗体。

- 按下Set-Up按钮执行Auto Voffset 补偿。
- 设置细胞模型的开关到中间位置 (“on cell”)。
- 按On-Cell 按钮执行Auto CFast 补偿。

- (d) 把细胞模型开关放到0.5 G欧位置 (“ whole cell”).
- (e) 设置Gain= 1.0 mV/pA, V-membrane = -50 mV. 。选择Imon2和Whole Cell modes. Set Filter 1 to Bessel 10 kHz, Filter 2 to Bessel 2.9 kHz, and Stim to 20 μ s. 让CSlow, RsComp, Leak Comp and Stim, External in the OFF position.

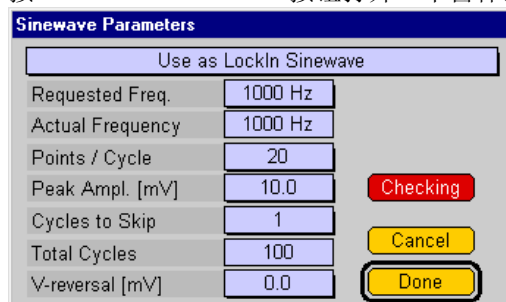
5. 确保Notebook窗体是打开的。选择Notebook →Buffered Output.

6. 在PGF中创建一个简单的正弦波Series。打开PGF窗体，按图复制创建，并取名Sine。



注意: Note that Store is de-selected. (11i:???)

按 “ Wave Parameter “按钮打开一个窗体，复制如图设置。



7. 在Protocol Editor窗体中执行新的” Sine” series。这个Series输出1kHz正弦波电压100周期，测量结果的正弦电流，并且输出平均估计值到notebook。典型数值如下：

Calculated LockIn Calibration:

Est. Int. Phase: 291.3 Est. Att.: 0.955

ReAvg: 67.42nS ImAvg: 86.23nS DCAvg: 2.101nS

Phase: 52.0 RS: 5.517M Ω RM: 470.4M Ω CM: 22.108pF

' ReAvrg' and ' ImAvrg' 代表了导纳的实部和虚部, 包括了对记录设备引入的衰减和相移的矫正。' DCAvrg' 是DC电导。

注意: 这些值是在电容补偿关闭的条件下得到的。一般希望能使电容瞬态消失, 以便使用去极化脉冲, 防止放大器饱和。

8. 执行Auto CSlow 补偿。

在执行" Sine" series。此时notebook中的结果和前面的有些区别:

ReAvrg: 64.88nS ImAvrg: 87.23nS DCAvrg: 2.095nS Phase: 53.4
RS: 5.374MOhm RM: 471.9MOhm CM: 21.557pF

为什么这些数值有区别?

注意示波器中显示的正弦电流在慢电容补偿开和关的情况下非常不同。慢电容补偿会“抵消”正弦波电流的一些部分, 就象在方波电压下抵消瞬态伪迹那样。但是需要用原始的未”抵消”的电流来估计3个等效参数。因此在处理参数估计时, 软件” adds back” 被抵消的电流(see Gillis, 1995 for details)。LockIn可以计算要” adds back” 的部分, 因为在epc9/10里面, 软件总是知道仪器的C-Slow和 R-Series设置。这个处理一般非常精确, 但是不够完美。

Cslow补偿和细胞模型可能表现不够理想, LockIn中会发生小的相位误差。在Cslow补偿打开的条件下, LockIn得到的参数估计可被认为是一种” 混合” 估计, 这个混合是指: 慢电容电路抵消电流的估计, 不做慢电容补偿得到的参数估计, 这二者的混合。

当正弦电流的形状被抵消时, 从慢电容电路得到的估计支配着LockIn估计。

注意: 上面产生的LockIn估计本质上与C-Slow和R-Series一致。这种情况具有重要的后果: 一个慢电容更新会导致LockIn产生的Cm估计值小的跳变, 而与细胞吞吐无关。

一旦你意识到这个可能性, 这很少会产生实际问题。Auto CSlow updates应当在去极化脉冲之间的“等待”周期内执行, 而不在脉冲期间或刚结束或马上开始这些时间段里做。这样可以完全避免对Cm估计的扰动。

只有在慢时间分辨率采样时可能有问题。

注意: 高时间分辨率测量Cm的变化, 不受 sweep前后立即执行的Cslow更新的影响。

9. Set CSlow = 17.0 pF, RSeries = 7 M欧, Range = 1000 pF, 显然这种补偿并不准确。

再次执行" Sine" series, 典型的输出如下:

ReAvrg: 65.74nS ImAvrg: 87.08nS DCAvrg: 2.092nS Phase: 53.0
RS: 5.408MOhm RM: 472.7MOhm CM: 21.754pF

Note: 尽管两次补偿的数值有超过20%的误差, 但LockIn计算出的结果误差在1%之内。

16.4 Using LockIn in piecewise-linear mode

PL方法是最常见的膜电容变化测量技术。通常, 要做C-Slow补偿, 这可以对结果的正弦电流抵消体积。剩余的电流通过相位敏感探测器处理, 该相位敏感探测器设置到合适的相角以产生与Cm的变化成线性比例的输出。

最通常设置相角的途径是使串联电阻产生一个变化, 然后计算相位设置, 产生一个输出对Rs的变化不敏感(相位跟踪)。这种方法会由于在分析时忽略了电极电容而产生误差。通常通过offseting慢电容补偿来做校准。

LockIn通过从C-Slow, G-Series and an estimate of G_m 来计算PL Phase” phase tracking” 以避免误差。

G_m 在自动Auto Cslow补偿时产生。计算过程略。

理论上, 在通常记录条件下, 使用这个相差可导致 ΔC_m 对 G_s 的变化不敏感, 而且略微对 G_m 的变化敏感。如果不是用epc9/10, G_m 被假设为0。这种情况下, 相位导致 ΔC_m 对 G_m 的变化不敏感, 并略微对 G_s 的变化敏感。

注意: 使用计算的相差需要知道被记录设备引入的相移。这对LockIn不是问题, 因为相位校准是软件的一个功能。

输出traces的校准也自动被LockIn使用Neher and Marty (1982)给出的公式来执行。因此对于校准, C-Slow设置的替换是不必要的, 但可以用来测试校准和相位设置。

例如:

1. 继续前面这个例子。将使用” Sine” series 。
2. 执行一个自动C-Slow补偿。C-Slow 读数21.72 pF.
3. 打开LockIn Configuration window ,把LocinIn模式改成PL,输入” Sine” 位Clib.Sequence。按compute按钮计算PL-Phase。这自动关闭LockIn Configuration window , 并把PL-Phase的结果送到notebook。这个结果大约是286。

4. 执行” Sine” series。可以在notebook中得到如下结果:

Calculated LockIn Calibration:

Est. Int. Phase: 291.3 Est. Att.: 0.955

ReAvg: 405.8pS ImAvg: -111.0pS Phase: 344.2

dGS: -1.150nS dGM: 638.9pS dCM: -27.81fF

5. 在这个例子, 我们减小C-Slow到21.62 pF。再执行” Sine” series 。结果如下:

Calculated LockIn Calibration:

ReAvg: 405.8pS ImAvg: 296.3pS Phase: 36.1

dGS: -1.150nS dGM: 638.9pS dCM: 74.26fF

两种条件下” dCM” 的差别是102.1 fF。这表示在两种条件下(替换了C-Slow设置与不替换) ΔC_m trace的计算的校准有约2%的差异。

理想情况下, 不同的C-Slow offset一般不会引起” dGS” or ” dGM” 没有变化。我们如何评估如果实际的变化引起了问题呢? 略。。

16.5 Using LockIn in On-Cell mode

在On-Cell模式, LockIn返回如下参数:

$$C_m = I_m / (2 \pi f)$$

$$G_m = Re$$

$$G_s = 0$$

被补偿的快电容将不加回到 C_m (compare Sine+DC mode)。

16.5.1 Measurements using high frequency sine waves

对于On-Cell模式下动力学测量或者小的电容变化, 通常用数kHz的正弦波。当正弦波频率超过filter2的截止频率, 就可能需要去使用filter1。这种情况下, 活动放大器的电流信号可从MUX 通

路记录。所有Lock-In的结果都要从MUX通路得到，而不是Imon2。

16.5.2 Finding the Appropriate Phase and Attenuation Settings

Dithering of the CFast compensation

Calibration the amplitude of Cm using CFast compensation

16.6 Performing a Measured Calibration

1. 创建一个基本series (叫做” Sine”), Actual Frequency 和Points/Cycle的数值将用于你的所有实验Series。指定正弦段至少有100ms宽度。正弦波的Peak Ampl应当是20 mV (如果你在 $\geq 50\text{mV/pA}$ 的高增益部分, 用1 mV)。
2. 在epc9/10放大器窗体, 设置Filter 1, Filter 2, Stim time 常数, 增益范围。CSlow 补偿应当关闭。
3. 我们已经发现细胞模型的10M欧档在约2kHz频率是工作很好。连接细胞模型。
4. 设置细胞模型的开关到中间位置, 然后执行一次快电容补偿。然后把细胞模型又切换到10M欧位置。
5. 执行一个Auto Voffset补偿。然后设置V-membrane=-20mV (如果 $\geq 50\text{mV/pA}$ 的高增益部分, 用-1 mV)。
6. window→LockIn, 打开LockIn 窗体, 并且设置Calibration Mode = Measured。LockIn Mode 应当是Sine+ dc。在Calib. Sequence box中输入” Sine” 。
7. 按下Perform Measured Calibration 按钮。
8. 可在notebook中看到Phase and attenuation, 且被内部保存了。测量校准就完成了。现在你可以切换细胞模型到0.5G欧位置测试新的测量校准, 执行” Sine”, Notebook中可看到一些东西象RS: 5.2 M RM: 510 M CM:22 pF。

16.7 Using LockIn with amplifiers other than EPC 9/10

16.8 Tips on the use of the LockIn

16.9 References 略

17. Solutions

在大多数电生理实验中，实验过程中，浴池溶液发生变化。因此，需要跟踪细胞膜两边溶液的变化，这极其重要。

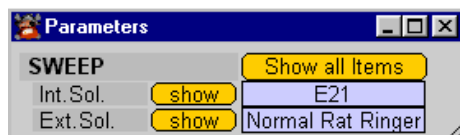
除了在数据tree各个级别(Root, Group, Series, Sweep)上使用文本说明溶液，PM提供了 2 个额外的方法：

Internal Solution	20
External Solution	1

· 一个简单的方法是用I/O Window 中的Internal Solution and External Solution部分的输入域。你可以手动设置这些数值，或通过ProtocolEditor中的Set Solutions Event来设置。这些数字可以是一个外部溶液列表的Entry，或者是PM溶液数据库指定的溶液的序号。溶液需要和记录数据一起保存。并可在Parameter Window中回放。

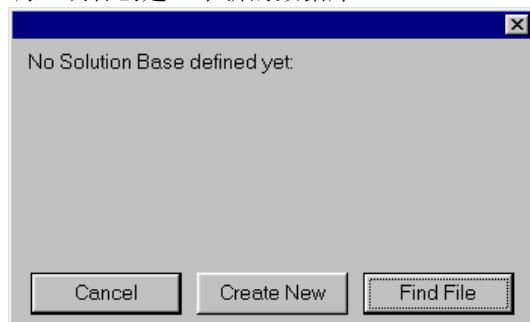
· 一个更先进的方法是创建一个溶液数据库(*.sol)。这种数据库是一个溶液entry的数据树。

Internal Solution	21
21: E21	
External Solution	1
1: Normal Rat Ringer	



17.1 Activating the Solution Base

首先在Configuration window中打开Solution Base。如果没有调入的溶液数据库，程序会要求调入或者创建一个新的数据库。



在实验过程中，溶液可以通过I/O Control窗体设置或者用Set Solutions event设置。

17.2 Using Solution Indices

溶液序号可以任意给，但如果遵守一些规则会有好处。由于溶液序号的范围在0 and 2' 147' 483' 648，比实验室里你能找到的药瓶多得多，所以有很大的自由度来组织这些溶液序号。

例如：通常会有几种标准溶液，经常使用，有时略微调整用于不同的实验。可以指定能被1000或1000整除的序号给他们。这样就有999或9999修改的可能性。

再如，一定浓度的毒素加到标准溶液1000中产生1001到1099的序列溶液。另一种毒素可以占用1100到1199。

注意：给内部和外部溶液的序号指向同样的溶液数据库。例如，你可以用奇数千的序号给外部溶液，而用偶数千的序号给内部溶液。

17.3 Solution Data Base

在Windows→ Solution Base, 可打开或创建一个溶液数据库。会给出一个对话框。

Index	Ingredient	Conc.
1	NaCl	125. M
2	KCl	2.50mM
3	NaH2PO4	1.25 M
4	NaHCO3	26.0 M
5	CaCl2	2.00 M
6	MgCl	1.00 M
7	glucose	20.0 M

Solution Index: 溶液的序号。

Name: 溶液的名称。

Numeric Name: 一个可编辑的区域, 可放置一些通过序号不方便表达的溶液的特性 (e.g., free calcium concentration, etc.)。

pH: 放置溶液和物质的pH的数值。

Osmol.: 放置溶液的渗透压数值osmolarity。

Ingredient / Conc.: 根据其序号定义每种成分, 以及溶液的浓度。

Entries: 溶液数据库的entry的数目。

Create / Duplicate / Delete Entry: 用于创建/拷贝/删除数据库种的Entry。

Next / Last Entry: 改选项通过选择next/last可用的溶液, 在数据库中移动。

Export Label: 该选项用于输出被显示的溶液的标号

- . ASCII File:
- . Igor Text:
- . Printer:

Export Listing: 该选项用于输出溶液文件的entry的列表。

- . ASCII File: Exports the solution file as ASCII text.
- . Printer: Prints the solution file.

Save: 保存文件写盘。

Undo: 取消所做的编辑操作。

Done: 退出对话框。

18. Macros



除了Protocol Editor提供的自动化功能，还可以用macro来实现。

PM可以在放大器窗体中处理多达39个macro。例如象SET-UP, ON-Cell and WHOLE-Cell这3个预先定义好了macro。Macro#1-#3在放大器窗体上部, Macro#4-#7在放大器窗体左下部, 而Macro#8-#39在放大器窗体右部。Macros #1 to #16也可以通过Macros菜单访问。

注意： Configuration Window 中显示了Macro file and Path。

18.1 Creating Macros

可以通过PM的放大器窗体上的Record按钮以及Macros→ Start Recording来创建简单的macro。如果开始记录一个macro, Record按钮闪烁提示。如果你想完成记录, 可再点击Record按钮停止记录, 或者点击任何macro按钮赋予记录的结果。如果你想放弃激烈, 可再点击Record按钮停止记录。

18.1.1 The Macros Editor of Patchmaster

Macros→ Open Macros Editor打开一个编辑窗体, 这是一个文本编辑器。为了输入macro信息, 选择 Macros→ Merge Macros Text。Macro还依赖于放大器的类型, 例如Epc7.mac, Epc8.mac, Epc9.mac and Epc10.mac。

18.1.2 Rules for Macros Commands

直接参考一个macro文件。

19. Appendix I: File Overview

19.1 File Types

- *.amp: 放大器文件(只在使用多放大器例如epc10-2/3/4)。
- *.dat: 数据文件, 包含测量的数据。
- *.dia: 窗体文件。如果没有对应的窗体文件, 程序启动时会使用缺省的窗体文件。
- *.epc: 放大器的校准参数文件, SCALE-[serialnumber].epc, CFAST-[serialnumber].epc
- *.key: 快捷键文件。缺省是patchmaster.key。
- *.mac: 宏文件。
- *.onl: 在线分析文件。
- *.pgf: PGF刺激文件
- *.pro: protocol文件。
- *.pul: 采样参数文件。
- *.set: 设置文件。
- *.tpl: 临时文件。
- *.txt: notebook文本文件。

20. Appendix II: Data Format

20.1 Data Files

当创建一个新的数据文件时，PM产生如下5个文件：

1. The Data file (file extension *.dat).
2. The Stimulus Templates file (file extension *.pgf).
3. The Acquisition Parameters file (file extension *.pul).
4. The Notebook file (file extension *.txt).
5. The Amplifier file (file extension *.amp).

如果选择了Make Bundle Files选项，所有这5个文件将合并到一个文件中，其后缀为*.dat。除了原始数据和notebook文件，其他文件都有树形结构。整个树放在内存中，当需要时，才从硬盘调入原始数据。

20.1.1 Stimulation Template: Stim

存储刺激定义。树形结构为：

Root→ Stimulation→Channel→Segment。

20.1.2 Data Description: Pulsed

存储参数例如增益，电容等。

树形结构为：

Root→ Group→Series→Sweep→Trace。

20.1.3 Amplifier file: AmplTree

树形结构为：

Root→ Series→Amplifier State

20.1.4 Raw Data

原始数据是连续的存储，每个数据点是16位单整数或32位IEEE实数，这可在PGF中定义。

当存储一个sweep，PM按顺序存储不同的traces。如果有漏数据，则主数据是用漏数据矫正后的，漏数据一般在主数据之后存储。

20.1.5 Notebook File

Part II

Focus on PATCHMASTER Features

23. Patchmaster for Pulse Users

这部分是为那些熟悉Pulse程序的用户写的。将比较Pulse和Patchmaster的区别。

23.1 General

PM看上去和PS很象，但PM经过了很多的改进。使用这些增强的功能需要付出一些和原来使用PS时不同的代价。大多数情况下，这些代价是在使用PM前根据个别的要求设置一些定义。因此，通过一些导引例程可解释为什么虽然在PS中老的方式工作得很好，而在PM中却要换一种方式。

有3个主要的改变：

- 支持多路输出和输入
- 并行任务处理的支持，例如执行采集时输入文本。
- 去掉了任务自动化的隐含函数

增加了的通路需要指定使用、显示、分析哪些通路。如果只有1或2路通路，那么就没有太多的事情要调整。

PM试图提供并行处理的的支持，如果用户想编辑一些文本或者改变窗体而程序正在采集数据。

由于PM有完全自动化的能力，所有的功能都可以通过Macro 或Protocol来实现。因此，所有隐含的函数和按键定义(在Pulse中)都去掉了。按键指定只用在对窗体按钮和下拉菜单的直接连接。所有这些按键的定义存储在PatchMaster.key中。利用该文件，大多数按键的行为和在Pulse中类似。

一些例子：

Pipette pressure. 在Pulse中，有隐含键指定来设置pipette pressure (e.g., `S`=suction, `P`=positive pressure, etc.)，在PM中，它们被去掉了。

为了在PM中得到类似的行为，用户可以记录一个macro，来增加或减少某个控制pipette pressure控制器的DA的输出，而执行这个macro，可以指定一个按键，这样使PM工作起来感觉象PS。

Store pipette resistance. 在Pulse中，SealResistance的值通过`W`键存储起来。而在PM中通过放大器窗体中的新按钮(R. Seal -> R. Pipette)来实现。而`W`可以指定给这个按钮，这样使PM工作起来感觉象PS。

23.2 Major Changes

Patchmaster is a multi-channel acquisition program

PS可以支持1个DA/2个AD通路，为了支持trigger pulses，需要定义3个单独的trigger channels。但是这些trigger channels只能用于非常简单的pulse花样。而PM理论上支持无数的输出输入通路。依据所用的采集装置，现在可以支持16路输出和输入通路。对于EPC10，有4路DA(1路刺激输出用，另3路空闲DA)+16路数字输出(前面板上有3路可用)。输入通路大多数情况下是8路AD+16路数字输入。

通路数目的扩展需要重新设计pulse发生和数据采集，可以为每个被选择的DA通路输出各自独立的脉冲花样。由于不再需要单独的trigger channels了，那些用做trigger signals的短的脉冲必须按照一个常规输出通路来设计。为了简化并行输出通路的同步和后续分析的需要，可以产生固定脉冲段花样的输出。为了这个目的，PM的PulseGenerator提供了Common Timing的功能，当该功能有效，只有第一个刺激通路的各个段的时间宽度可以改变，而其他通路的对应段都与第一个刺激通路相同。

在后期的分析中，AD channels必须在逻辑上和DA channels关联，对于每个输入通路必须指定一个这样的关联。由于增加了DA/AD的数目，在某些情况下必须明确选择要处理的通路(e.g., in the Display and Online Analysis).

Input channels do not need to have identical sampling intervals

在采集过程中，所有输入通路都以相同的采样率读数据。但在存储数据时，这些输入通路可以被压缩。可以为每个通路指定一个压缩系数和模式。而且，使用Virtual Traces功能，可以产生衍生的输入通路。

Zeroline subtraction can be performed on any segment

不象在Pulse中，在PM中可以对每个输入通路的任意指定段执行zeroline subtraction。

Leak handling

在PM中可以对单独的输出通路产生Leak pulses，打开Leak功能，指定Leak参数。在关联的AD通路里，必须打开Leak来告诉程序采集leak信号。另外，需要指定是否和如何存储这些leak脉冲(no storage, store average - like in Pulse, or store all individual leak responses)。

Start segment

由于再没有单独的trigger channels了，PM就不需要隐含的假设数据在第一个触发之后存储。而是可以在指定的StartSegment and StartTime开始存储数据。

What' s new in Segments?

数据段的安排和PS有点不同。主要的改变是幅度和持续时间可以用全局变量P0, . . . , P9来替换。另外，可以为每个递增的变量指定对数递增模式。不再需要条件段了。对于每个段都可以指定是否存储。Store=off的行为更象以前PS中的Conditioning Segment。但其实现和细节是不同的(also see chapter 24 on page 301)。

和在PS中类似，对于Store=off段，不产生P/n leak pulses。

和在PS中不同，Store=off段总是明确输出和采集。只有完成采集后，相关的数据才被去掉。

这样处理的好处是Store=off段的持续时间现在和其他的段一样精确。而且，可以使用不是常数的段(e.g. conditioning stimulation with a sine wave)。对于长的conditioning段，需要巨量的数据空间。因此，用户需要确信在Configuration Window中设置足够的最大采集点数(只受可用内存的限制)

Global parameters

在编辑刺激波形的各个段时，除了Holding和指定数值，幅度和持续时间还可以用全局参数P1, . . . , P10。在执行时，这些参数将被填写进刺激花样中。这使得一次修改那些有单独参数的多个段变得容易多了(e.g. a train of pulses to a given voltage P1) (also see chapter 24 on page 301)。

Sequence Timing

PS用户可能希望在PM中能发现连接到Sequence and Repeat的sequence timing参数。PM通过Protocol Editor提供了一个更灵活的sequence timing。

Amplifier adjustments, updates

和sequence timing一样, 放大器调整例如C-fast, C-slow, G-series 也从Pulse Generator 去掉了, 而改通过Protocol Editor来提供。

Protocol Editor.

这是全新的。允许定义复杂的实验方案。

Display

显示外观没有改变太多。由于现在需要同时显示更多的轨迹线, 比例参数颜色等可以对每个trace 单独指定。在PS的示波器窗体中的一些按钮支持的功能被移动到了显示下拉菜单中(e. g. Subtract ZeroCurrent)。按键指定到Display→ ShowLeakPulses这样的功能必须由用户单独自己定义。

Pipette pressure

Pipette pressure不再作为隐含输出了。用户必须使用I/O Control Window来定义相应的压力值。

Online Analysis

online analysis功能被完全重新设计。现在的分析更灵活更强大。对PS用户来说, 现在不再有缺省分析了。因此, 如果没有定义online functions, 就没有online analysis。

相对PS的主要改进有:

- . 任意数目的分析和更丰富的分析函数。
- . 可以产生眼生数据。
- . 分析结果可以根据需要显示在Notebook window中。
- . 分析结果可以画到两个图形窗口中的多个图形中。
- . 可以存储没有限制的analysis protocols
- . Online Analysis可以直接被输入数据触发(在pulse generator 中指定Analysis method)。

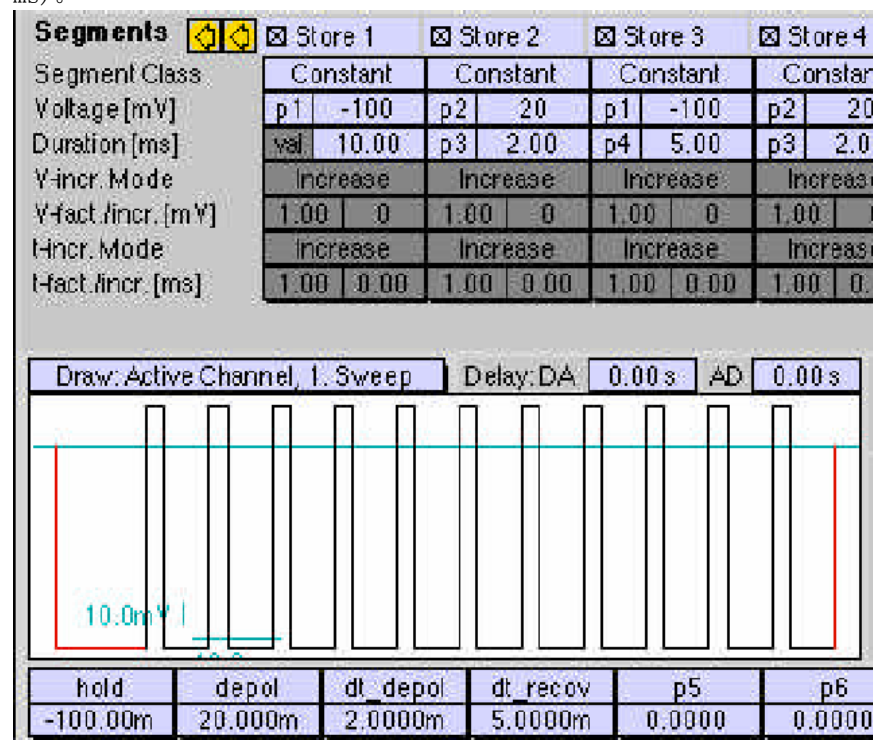
24. Global Variables in Patchmaster

24.1 Introduction

PM中有两种全局参数，PGF Parameters 和Values。

24.2 PGF Parameters

参数p1..p10 存储在一个pgf pool 文件里，可以在Pulse Generator中编辑，或者通过Protocol Editor设置。这些参数一般用做刺激波形各段的持续时间。例如如果一个pulse protocol包含一串相同电压的train脉冲，该电压就可通过一个参数指定。编辑这个参数就可以改变很多的段而无需去逐一编辑。在Pulse Generator中参数的可以取方便识别的名字。下面这个例子如何指定一串train脉冲。注意PGF中要使用参数必须使用SI 单位制， i.e. in volts and s (not mV and ms)。



24.3 Values

Values (0-15) 用于Protocol Editor和Online Analysis中的计算。另外，还可用于两个程序模块间交换数据。在Online Analysis中设置values，在Protocol Editor中读取对应values，（在一个条件event IF . . . THEN），protocol可对分析结果做出响应。

另外，可在Protocol Editor中设置values。

Set a value in the Protocol Editor:

在Online Analysis中设置一个Value(例如存储一个分析结果为后续的计算象归一化或背景剪除)。



在Online Analysis中读一个Value(例如读取以前存储的分析结果然后用于其他计算)



在Protocol Editor中的条件event中读一个Value(例如读以前存储的分析结果，和某个值比较，以决定一个实验是中断还是继续执行)



25. Non-stored segments in the Pulse Generator

25.1 Introduction

在每个段的顶部有一个选择框定义该段数据是否存储。当在重要数据之间有很长的conditioning intervals时，而该conditioning segments又不是感兴趣的数据段，该特征可以节省存储空间。PM将为这样的段输出模板，以便使用在所有其他的段(i.e. 可产生常数段，斜坡段，正弦段，方波段constant, ramp, sine, or square segments as specified)。这些段期间数据仍然采集，但是在存储前丢弃。因此，如果non-stored segments定义得很长，就要考虑PM是否有足够内存临时放数据。

25.2 Using non-stored Segments

Segments	☒ Store 1	☒ Store 2	☒ Store 3	☐ Store 4	☒ Store 5	☒ Store 6
Segment Class	Constant	Constant	Constant	Constant	Constant	Constant
Voltage [mV]	val -100.	val 50.	val -100.	val -100.	val -100.	val 50.
Duration [ms]	val 10.00	val 20.00	val 4.00	val —	val 4.00	val 20.00
V-incr. Mode	Increase	Increase	Increase	Increase	Increase	Increase
V-fact./Incr. [mV]	1.00 0.	1.00 0.	1.00 0.	1.00 0.	1.00 0.	1.00 0.
t-incr. Mode	Increase	Increase	Increase	Increase	Increase	Increase
t-Fact./Incr. [ms]	1.00 0.00	1.00 0.00	1.00 0.00	2.00 50.00	1.00 0.00	1.00 0.00

一个non-stored segment可以是一个relevant X-segment，不能是一个relevant Y-segment，因为这期间没有数据存储下来用于后期的分析。而且一个non-stored segment不能是Start Segment。

假设有一个模板，其中segment # 4不存储。该段是一个 -100mV的conditioning segment，在第一个sweep中该段长度是0，然后使用t*Fact./Incr. 模式递增，(factor of 2 and an Increment of 50 ms, 产生 0, 50, 100, 200, 400ms. . .)。该protocol可用来测量在第一个去极化(segment # 2)中失活的恢复时程。

Advantage 1. 使用non-stored segments 的主要好处是节省那些漏响应对后期分析影响不大的段的漏处理时间。non-stored segments不考虑漏处理。

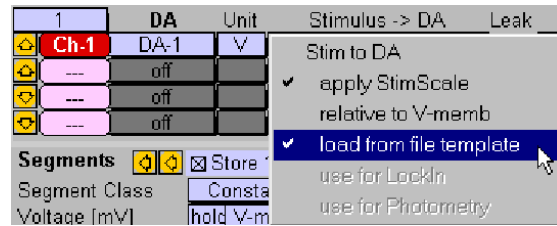
Advantage 2. 有时，把细胞holding维持在漏holding附近对细胞可能有很大压力。因此，减少漏脉冲的时间可增加记录的稳定性。

使用non-stored segments去掉了漏减部分的直接缺点是，在这些段的变换过程中没有P/n校正。因此，如果这些区间的P/n矫正是必要的，可以考虑采用相同电压的常数段来” sandwich” non-stored segments。例如上面这个例子，segment # 4是不存储段，则考虑segments # 3 and # 5夹着，这两个段的长度应让电压跳变引起的瞬态充分进入稳态，在例子中是4ms，则(4 + 4 = 8 ms)。在后期的分析恢复时程时，需要把8ms加进去，产生8, 58, 108, 208, 408ms, . . 在Online Analysis中定义一个8ms的常数加入到Segment # 4中。

26. Using a Recorded Waveform as Stimulus

26.1 Introduction

PM输出的刺激模板还可以从一个文件中得到。通过PGF窗体DA刺激部分的”load from file template”命令，可以使用PM无法通过计算得到的复杂波形。甚至可以用以前记录到的电压曲线例如动作电位给细胞做刺激。



26.2 Rules

当使用”load from file template”功能时要考虑：

1. 定位template file: 该文件必须在pgf-files 所在的目录或子目录(子目录名字和template file名字要相同)。
2. 命名约定: templates 文件名定义如何使用该templates 。PM提供如下选项: The file names of the
 - (a) 每个DA通路的一个template file对series的所有sweeps都是公共的，该选项导致的名称应该是.” [stimulus name] [channel number].tpl” . E. g., 如果刺激名是” IV” , PM将把” IV_1.tpl” 作为所有DA-1通路的sweeps的template file。
 - (b) 每个DA通路和sweep使用不同的template files. 该选项导致的名称为” [stimulus name] [channel number] [sweep index].tpl” 。如果刺激名是” IV” , PM将把” IV_1_1” 作为通路1的第一个sweep的刺激模板, ” IV_1_2” 作为通路1的第二个sweep的刺激模板。
3. 数据格式: Data format: 模板文件必须每个刺激点包含一个电压值。电压值必须是4字节短整数，或IEEE浮点数。所有数值必须是电压类型，例如如果需要的是-80mV作为输出，则模板文件中必须是-0.080。

26.3 An Example

下面演示如何使用”File Template”功能，我们用一个预先记录的数据作为刺激模板，可以在细胞模型上做这个测试。

1. **PGF Series for recording the template:** 为了记录一个动作电位，我们产生一个简单的Pulse Generator Series，取名”RecTemplate”（只有一个Sweeps，有3个常数的段(20/10/50ms)）。第一和第三段设置到holding current，第二段注入一些电流进细胞(Imem, 100 pA, Imem)。采样率取100us，只采集一个输入通路(AD = Imon)。
2. **PGF Series for applying the template:** pgf Series 和该Series 使用的模板必须有相同的基本名称。因此我们从”RecTemplate”拷贝创建一个名为”ApplyTemplate”的Series。在”Stimulus→ DA”位置，我们选择”load from file template”并调整其他参数(例如切换到”VC”，采样电流信号等)
3. **Setting up the model circuit and amplifier measuring mode:**
如果你用细胞模型，首先建立全细胞记录状态，选择合适的放大器设置，例如使holding电位=-80mV。然后切换到CC模式。
4. **Record the template:** 在Protocol Editor window, 执行”RecTemplate”刺激。你应该看到相应的电压响应(我们假设这就是动作电位的形状)。假设响应是80mV的电压幅度。注意，示波器窗体中的”Store”按钮必须有效。

5. Export the template file: 在Replay window中选择要输出的Trace，然后用” Export Trace→ As Stimulus Template” 命令。取名” ApplyTemplate_1，并把它存储在Patchmaster pgf-files所在的目录。

6. Apply template 最后，在Protocol Editor window. 中执行” ApplyTemplate” 刺激。文件模板被读入，你应当看到相应的电流响应。你也可以使用象IgorPro来产生刺激模板文件。

28. Using the EPC 10 in Current Clamp Mode

28.1 Introduction

EPC10的电流钳模式时真正的电压跟随电路，这和Epc7/8/9的电流钳不同。

28.1.1 The Gains in Current Clamp

CC-Gain: EPC10有3档电流钳输出增益范围CC-gain。CC-gain本质上是输出增益，其行为和刺激衰减类似。

- . 0.1 pA/mV = +/- 1 nA range
- . 1.0 pA/mV = +/- 10 nA range
- . 10.0 pA/mV = +/- 100 nA range

当放大器在VC(typically On-Cell or Whole-Cell)时，可以预先选择CC-gain。一般应尽可能操作在最低的CC-gain以得到最好的分辨率。

如果细胞漏得很厉害难以在选择的CC-gain范围内引发出动作电位，可以切换回VC，选择更高的CC-gain范围。

注入细胞的总电流受到反馈电阻的限制，例如，如果用5.1Mohm电阻(CC-Gain = 10 pA/mV)，0.51电压将产生100nA电流，这些电流将全部流进细胞，从这个角度看，甚至可以注入产生更大的电流。

但在测量膜电位时，就要考虑串联电阻了，这就会带来限制，在串联电阻上的电压降可能超过1V，这在注入电路里还不算什么。但这些电压要放大10倍再做AD转换，因此探头输入端超过1V的电压就会引起饱和。

Current Gain: 放大器窗体中的Gain control用来设置电流增益。在CC模式这个gain是当读回电流刺激时使用的增益。

28.1.2 Bridge Balance

CC模式的平衡电桥的思路是注入电流进细胞时，仍能测量真正的膜电位(设法在测量结果中去除串联电阻上的电压)。

当放大器从VC切换到CC，RSeries control就转换到了Bridge control。为了打开桥，可设置时间常数到最小值(here 10 μ s)，并设置百分比到100%。此时，桥就以C-slow补偿时得到的串联电阻的值进行补偿。

注意: 当Bridge control设置到一个较慢的值(e.g. 100 μ s)，当注入阶跃电流时可看到电压瞬态，这就很难识别出瞬态是来自未补偿的快电容还是慢桥补偿。在CC模式，慢电容自动关闭。

28.1.3 C-fast Compensation

CC模式下的快电容补偿和VC下类似，但禁止做自动快电容补偿。C-fast设置对放大器稳定性影响很大，因此，C-fast在CC模式时内部减少了0.5pF(切换回VC时复位到最大值)。

28.1.4 Filtering in Current Clamp Mode

- Filter 1 : 设置到10 kHz (固定).
- Filter 2 : 设置电流监视器输出信号的带宽。
- 电压输入通过一个时间常数进行滤波, 该时间常数等于给定的 $R_s \cdot C_{\text{fast}}$ (串联电阻乘未补偿的 C_{fast} , 典型的 $5 \mu\text{s} = 10\text{M}\Omega \cdot 0.5 \text{ pF}$)。

28.2 Tutorials

28.2.1 Prerequisites

以下例子需要用到Epc10放大器和PM version 2.20。

28.2.1.1 The Model Circuit

利用细胞模型做测试, 该细胞模型包含:

- 50 M Ω 并联4.7 pF, 模仿进入溶液并有分布电容的高阻电极。
- 4.7 pF only: 模仿堵塞电极或者理想on-cell, 只有分布电容。
- 4.7 pF 并联100 M Ω (串联电阻)再串联(500 M Ω parallel to 47 pF): 模仿穿刺细胞或者在全细胞条件下使用非常高阻抗的电极。

28.2.1.2 PATCHMASTER Configuration

CC模式下, 如果能够比例化测试脉冲的显示, 有助于手动桥平衡调节和电容补偿。该选项可在Configuration window中设置。在放大器窗体的右侧可输入测试脉冲的电流/电压曲线的比例系数和偏移量。选择放大器窗体上部的Show All显示这些控件。

28.2.2 Tutorial 1:

Intracellular voltage recording using sharp electrodes

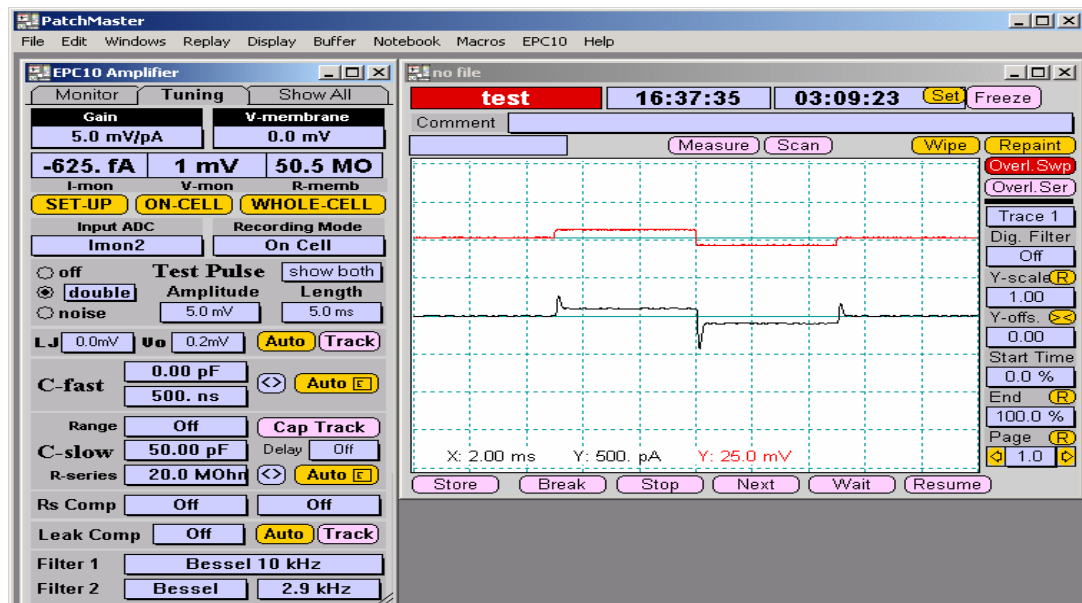


Figure 28.1: 电极入水, VC模式, On Cell。增加了测试脉冲的V-Scale以得到较好的电压脉冲视觉效果。

在这个例子中, 尖锐电极具有50 M Ω 阻抗并足够尖锐以刺破细胞。

把上面描述过的细胞模型连接到epc10放大器探头，并置于50 Mohm位置(电极入水)。

按SET-UP宏复位放大器，让在放大器工作在VC模式并且做电位归零。

Figure 28.1: 电极入水，VC模式，On Cell。增加了测试脉冲的V-Scale以得到较好的电压脉冲视觉效果。

使用一个测试脉冲，可在R-memb 区域读到一个50.5 Mohm的阻抗。

现在把放大器切换到CC/Bridge模式，并使桥平衡。首先在R-Series位置输入50.5 Mohm，然后选择C-Clamp为记录模式。

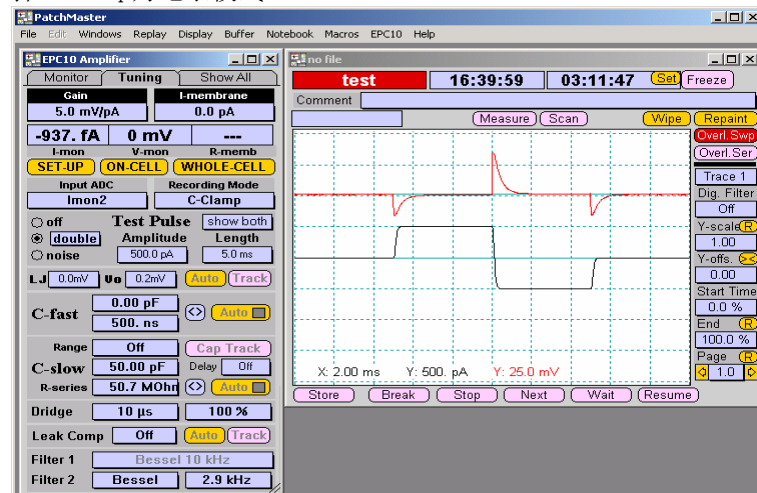


Figure 28.2: 电极入水，做了桥平衡。放大器切换到CC模式后，V-scale要减小。

切换到CC模式后，你必须立刻设置Bridge到10 μ s and 100%，并调整测试脉冲幅度和持续时间。这些设置将保存下来，当再次切换回CC时会自动设置。

我们观察到Bridge已经被很好的平衡了，没有观察到注入电流产生的电压台阶。但是，由于电极分布电容还没有补偿，电容瞬态仍然存在。在CC模式，可手动调整C-fast控件来补偿这些瞬态。我们慢慢增加补偿的电容值直到曲线变平坦。

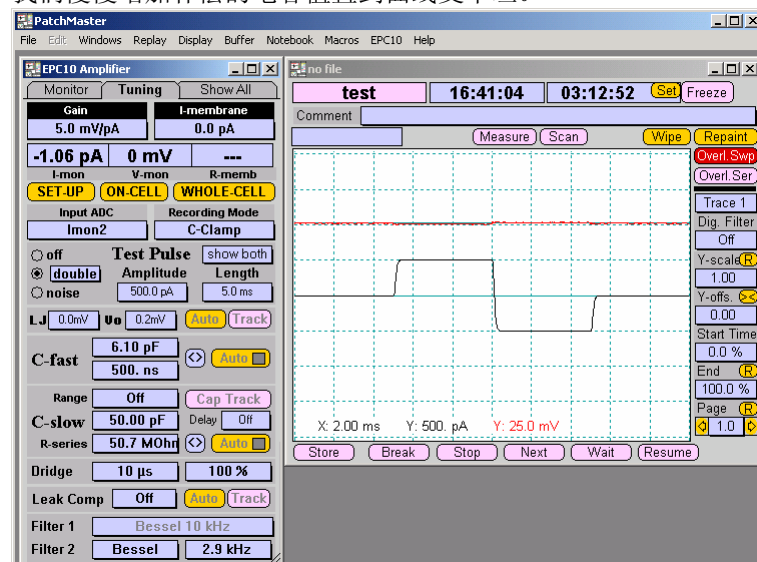


Figure 28.3: 电极入水，C-fast 补偿了。

注意：C-fast的过补偿很容易引起放大器震荡！！补偿时不要太快，每步不要超过0.1pF 。

现在我们来刺破细胞。

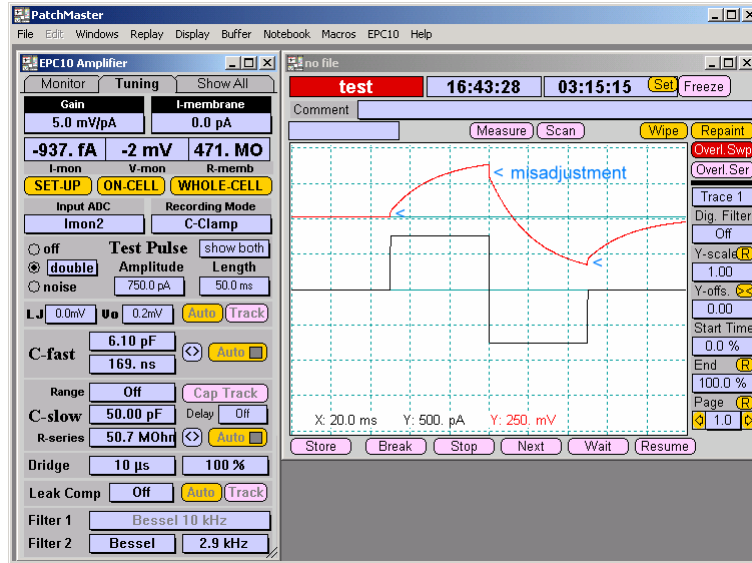


Figure 28.4: 细胞被刺破

由于刺破细胞时串联电阻发生改变(通过把细胞模型开关放到100 Mohm位置模仿串联电阻增加),我们清楚看见电流脉冲引起的电压台阶。现在我们必须重新通过R-series value来调整桥平衡。

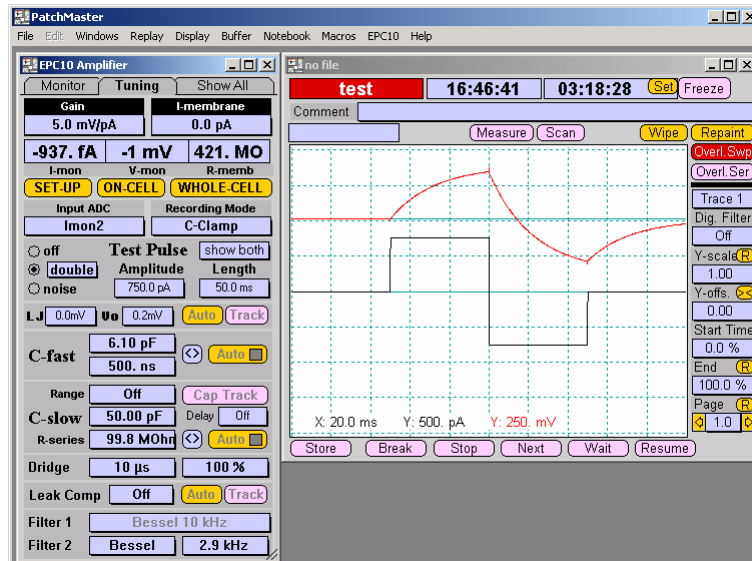


Figure 28.5: 细胞刺破。桥平衡重调。注意Rseries从50 Mohm增加到99.8 Mohm。

28.2.3 Automation of Bridge Balancing

桥平衡的自动化操作可以通过切换回VC模式，测量和补偿R-Series/C-fast，然后再切换到CC模式，并设置刚才测量到的数值。这个过程可在电极入水，刺破细胞，或全细胞条件下做。

28.2.3.1 电极入水时的桥平衡 Balancing the bridge while the electrode is in the bath

PROTOCOL "BridgeBath"

Amplifier (0.000s): OnCell

Command (0.000s): "E CSlowRange 0"

Command (0.000s): "E PulseOn True"

TestPulse (0.000s)

Command (0.000s): "E SaveRPip"

Amplifier (0.000s): C-fast

Value (0.000s): Value-1 = "I PipetteResistance"

```
Value ( 0.000s): Value-1 MUL 1.0000 , copy to "E RSeries"
Amplifier ( 0.000s): CClamp
Value ( 0.000s): Value-1 = 1.0000, copy to "E RSComp"
Command ( 0.000s): "E PulseOn True"
Switch ( 0.000s): "Amplifier"
```

28.2.3.2 细胞内记录过程中的桥平衡 Balancing the bridge during intracellular recording

```
PROTOCOL "BridgeCell"
Amplifier ( 0.000s): C-slow, WholeCell
Amplifier ( 0.000s): CClamp
Command ( 0.000s): "E RSComp 100% "
Command ( 0.000s): "E PulseAmp 1000"
Command ( 0.000s): "E PulseDur 50"
Command ( 0.000s): "E PulseOn True"
Switch ( 0.000s): "Amplifier"
```

28.2.4 Tutorial 2: Current clamp recordings with high resistance patch pipettes

高阻抗patch pipettes的CC记录

使用高阻抗的patch electrodes(减小washout)
在常规膜片钳VC条件下形成全细胞。从全细胞VC模式的holding电位切换到CC模式。如果CC-Gentle Switch有效,则holding电流将自动调整到某个电流,该电流使此时的膜电位等于刚才VC模式下holding电位。这样的切换比较平稳。

现在我们打开测试脉冲,打开桥补偿并设置百分比到100%。然后我们继续按照前面介绍的过程调整桥模式。

28.3 Related Topics

28.3.1 Automatic stimulus adjustment to elicit APs

我们为电流钳设置一个pgf sequence,通过一个pgf-parameter控制刺激的幅度。

在the Online Analysis中我们分析刺激过程中的峰值电压。一个protocol包含了控制阶梯增加刺激幅度的循环。当电压低于某个阈值(诱发动作电位),我们继续增加电流幅度(增加pgf-parameter)。如果电压超过某个阈值,我们知道刺激已经诱发出了动作电位。因此,protocol中的递增循环就要停止下来,然后我们继续做实验,例如施加一串优化刺激幅度的train刺激。

下面是这个protocol,

```
PROTOCOL "AP-Stim"
SetOsci ( 0.000s): WipeOnline, Tr(N)= 1111111111111111
SetPgf ( 0.000s): PgfParam-10 = 0.0000
REPEAT ( 0.000s): inf 1.000s
    Series ( 0.000s): "StimTest", "", ""
    IF ( 0.000s): Online-2 > 10.000m
        BREAK ( 0.000s): repeat
    END_IF
    SetPgf ( 0.000s): PgfParam-10 INC 10.000m
END_REPEAT
Series ( 0.000s): "Stim", "", ""
Comments:
```

- . Online function 1 returns the amplitude of the stimulus.
- . Online function 2 returns the voltage peak.

28.3.2 Adjusting the holding current to keep the cell at its resting potential

28.3.2.1 The Low Frequency Voltage Clamp (LFVC)

该模式是硬件实现的，因此与数据采集sequence无关。如果该模式打开，总是有效的。

- . 去CC模式
- . 为LFVC设置静息电位：
 - 使用V-membr，拷贝VC模式下最后的V-membrane，
 - 使用V-mon，拷贝当前V-monitor 的数值（相应的I-hold设置）
 - 手动输入电位。
- . 打开LFVC，并设置合适的时间常数。.
- . 在pgf sequence中使用相对于I-hold 的刺激。

28.3.2.2 Adjustment of the holding current via a protocol

如果该模式的硬件实现不能使用，holding电流的调整可通过一个protocol实现。

- . 首先需要测量膜电位。这可以在online analysis 中做或者直接从放大器窗体里相应的控件中读。（use the SetValue command）.
- . 然后比较该值与设定的膜电位，以决定是增加还是减少holding电流。

利用这种循环，holding电流可大约每秒调整一次。

28.3.3 Automatic oscillation detection

自动的震荡检测可以在各种测量的基础上编程实现。测量测试脉冲的基线(例如第一段)的电压曲线(CC模式)或者电流曲线(VC模式)的变化。

在实验开始时，记录典型的波动数值，然后设置波动阈值，如果达到该阈值，则自动调整引起震荡的参数。例如在VC时自动减小Rs补偿率，或者在CC时减小C-fast的数值。