

**LUDLUM 2224-1
СЧЕТЧИК/ДОЗИМЕТР**

Июль 2022 г.

Серийный № 125559 и последующие серийные номера

**LUDLUM 2224-1
СЧЕТЧИК/ДОЗИМЕТР**

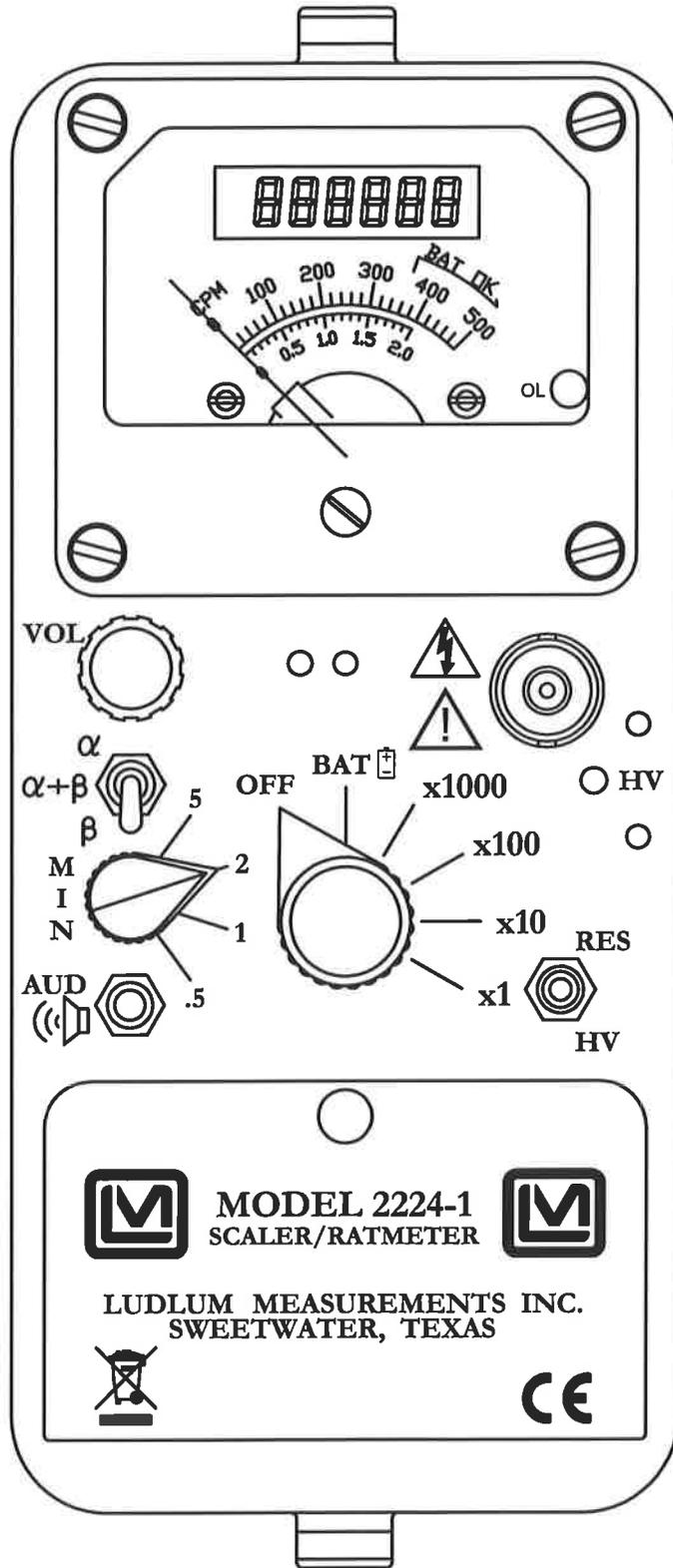
Июль 2022 г.

Серийный № 125559 и последующие серийные номера



LUDLUM MEASUREMENTS, INC
501 OAK STREET, P.O. BOX 810
SWEETWATER, TEXAS 79556
325-235-5494, FAX: 325-235-4672

REV #	ALTERATIONS	DATE	BY
1	VALID	6/26/95	PW
2	UPDATED ARTWORK	5/15/06	CMC



DRN	DATE	CHK	DATE	APP	DATE
CMC	5-15-06			<i>RP</i>	<i>15/06/06</i>
PART NUM	4390-105	SCALE	FULL <input checked="" type="checkbox"/>	OTHER	
TITLE	M 2224-1 SCALER/RATEMETER				
	LUDLUM MEASUREMENTS, INC. 501 DOW STREET SWEETWATER, TEXAS 75226	SERIES	390	SHEET	115

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Введение</i>	1
<i>Начало работы</i>	2
Распаковка и упаковка	2-1
Внутренние переключатели	2-1
Установка батареек	2-2
Подсоединение детектора к прибору	2-2
Проверка батареек	2-2
Работа с прибором	2-3
Принцип работы	2-3
<i>ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</i>	3
<i>ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ</i>	4
Органы управления	4-1
Внутренние средства управления	4-2
<i>Факторы безопасности</i>	5
Условия окружающей среды для нормального применения	5-1
Инструкции по очистке и меры предосторожности	5-1
Предупреждающие обозначения и символы	5-1
<i>Калибровка и техническое обслуживание</i>	6
КАЛИБРОВКА	6-1
Установка рабочих параметров	6-1
Калибровка дозиметра	6-2
Калибровка режима перегрузки прибора	6-4
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	6-5
Перекалибровка	6-5
Батареи	6-5
<i>Технический принцип работы</i>	7

<i>Поиск и устранение неисправностей</i>	8
<i>Утилизация</i>	9
<i>ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЛЕКТУЮЩИХ</i>	10
счетчик/дозиметр модели 2224-1	10-1
ПЛАТА УСИЛИТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ, чертеж 390 × 104	10-1
Плата процессора, чертеж 390 X 107	10-4
Калибровочная плата, чертеж 390 X 112	10-4
ПЛАТА ДИСПЛЕЯ, чертеж 390 X 127	10-5
СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ПЛАТА, чертеж 390 X 124	10-5
Принципиальная схема, чертеж 390 X 110	10-5
<i>ЧЕРТЕЖИ И ДИАГРАММЫ</i>	11



Введение

Модель 2224-1 – это портативный микропроцессорный дозиметр, измеряющий и распознающий альфа- и бета-излучение низкой интенсивности с использованием сцинтилляционного или пропорционального детектора.

Данные отображаются аналоговым отсчетным устройством и на счетчике с 6-разрядным ЖК-дисплеем. Шкала отсчетного устройства проградуирована от 0 до 500 отсч./мин, а с четырьмя линейными диапазонными увеличителями ($\times 1$, $\times 10$, $\times 100$ и $\times 1000$) общий диапазон составляет 0-500 000 отсч./мин. На ЖК-дисплее отображается суммарное количество отсчетов за установленный период измерений. На передней панели имеется переключатель для выбора одного из четырех периодов отсчета: 0,5, 1, 2 и 5 минут. Сброс и запуск счетчика осуществляются нажатием кнопки, расположенной на конце ручки для переноски.

На шкале дозиметра и ЖК-индикаторе также могут отображаться отсчеты только по альфа-излучению, только по бета-излучению и по общему альфа- и бета-излучению; режим выбирается посредством переключения тумблера в соответствующее положение. Каждый отсчет сопровождается звуковым щелчком, издаваемым через боковой динамик, причем можно выбрать тональность щелчков для различения отсчетов по бета-излучению (низкий тон) и альфа-излучению (высокий тон). Регистрация альфа- и бета-частиц и разделение отсчетов оптимизируются путем настройки порога их регистрации и окна.

Для работы широкого спектра сцинтилляционных детекторов используется регулируемый высоковольтный источник питания, подающий напряжение от 200 до 2000 В и обеспечивающий защиту детектора от перегрузки. Прочие функциональные особенности этого прибора включают в себя звуковое разделение отсчетов (только по каналу регистрации бета-частиц), двухпозиционный переключатель (внутренний) для выбора режима звукового разделения, гнездо для подключения наушников, регулятор громкости, кнопку тестирования батарей, кнопку отображения высокого напряжения и кнопку сброса показаний дозиметра.

Корпус устройства изготовлен из литого алюминия с герметичным корпусом из тянутого алюминия. Прибор работает от двух батарей типа D; диапазон рабочей температуры – от -10 до 50°C . Для работы при низких температурах (до -10°C) можно использовать полностью заряженные щелочные батареи или перезаряжаемые никель-кадмиевые аккумуляторы.

Раздел
2

Начало работы

Распаковка и упаковка

Достать поверочное свидетельство и убрать его в безопасное место. Извлечь прибор и принадлежности (батареи, кабель и т.д.) и проверить наличие всех позиций в коробке по упаковочному листу. Проверить серийные номера всех позиций и их соответствие поверочным свидетельствам. Серийный номер дозиметра модели 2224-1 указан на передней панели ниже батарейного отсека. На большинстве детекторов производства Ludlum Measurements, Inc. имеется маркировка на их основании или корпусе с наименованием модели и серийным номером.

Важно!

В случае получения нескольких комплектов детекторов и приборов не смешивать их. Каждый прибор откалиброван с определенным детектором, который и должен с ним использоваться.

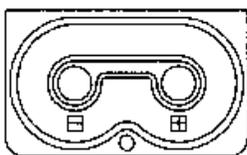
Прибор, возвращаемый для ремонта или калибровки, должен быть в достаточной мере упакован во избежание повреждения во время транспортировки. Также должна иметься соответствующая маркировка, предупреждающая о необходимости в бережном обращении. Для калибровки должны прилагаться детектор (детекторы) и соответствующий кабель (кабели). Включить краткую информацию о причине возврата, а также данные об обратной доставке:

- **адрес обратной доставки;**
- **наименование или контактное лицо заказчика;**
- **номер телефона;**
- **описание требуемого обслуживания и вся иная необходимая информация.**

Внутренние переключатели

Открыть защелки и снять крышку с прибора, не повредив проводку динамика. С помощью париковой ручки перевести переключатели в положение для выбора нужного звукового разделения и тона, как описано на стр. 4-3. Установить крышку на место и закрыть защелки.

Установка батареек



Селектор диапазонов должен быть установлен в положение OFF. Открыть крышку батарейного отсека, нажав на барашковый винт и повернув его на четверть оборота против часовой стрелки. Установить две батарейки типа D в отсек.

На внутренней стороне крышки имеются пометки «+» и «-». Установить батарейки с соблюдением полярности в соответствии с этими знаками. Закрыть крышку батарейного отсека, нажать на барашковый винт и повернуть его на четверть оборота по часовой стрелке.

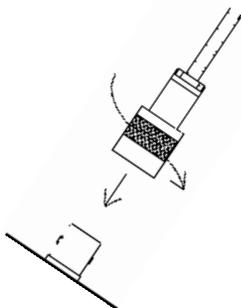
Примечание:

центральный штырь батареи является положительным полюсом. Батарей размещаются в отсеке в противоположных друг другу направлениях.

Подсоединение детектора к прибору

Осторожно!

Рабочее (высокое) напряжение подается на детектор через входной разъем. При прямом контакте с центральным штырем этого разъема можно получить несильный удар током. Выключить дозиметр модели 2224-1 перед подсоединением или отсоединением кабеля или детектора.



Подсоединить один конец кабеля детектора к самому детектору, плотно прижав соединители друг к другу и поворачивая их на четверть оборота по часовой стрелке. Выполнить ту же операцию для подсоединения другого конца кабеля к прибору.

Проверка батареек

Батарейки проверяются при каждом включении прибора. Перевести селектор диапазонов в положение ВАТ. При этом должен кратковременно загореться светодиодный индикатор перегрузки (OL) на передней панели. ЖК-индикатор отобразит последовательность инициализации, сначала

показав «88:8.8:8.8», потом текущую версию программного обеспечения, а затем «0». Стрелка должна находиться в части шкалы, относящейся к проверке батареек. При отсутствии реакции проверить правильность установки батареек. При необходимости следует заменить батарейки.

Работа с прибором

Подсоединить детектор к прибору, если это еще не было сделано. Снять показание по контрольному или калиброванному источнику, если он имеется. Убедиться, что показание находится в ожидаемом диапазоне. Убрать источник.

Если есть источник радиации, увеличить отсчет за пределы возможностей прибора, на что укажет загоревшийся светодиод перегрузки (OL) и зашкаливание стрелки.

Нажать кнопку сброса. Стрелка должна вернуться к нулю, а сигнальный контур отключится, что вызовет погасание светодиода.

Выбрать отображение требуемого счетного канала ($\alpha/\alpha+\beta/\beta$) и продолжительность цикла регистрации (MIN), после чего начать работу.

Принцип работы

Дозиметр модели 2224-1 используется вместе со сцинтилляционным или пропорциональным детектором альфа-и бета-излучения. Для разделения импульсов, связанных с регистрацией альфа- и бета-частиц, в приборе применяется амплитудный дискриминатор.

Отображение отсчетов при регистрации альфа-частиц включается путем перевода трехпозиционного селектора каналов (α , $\alpha + \beta$ и β) в положение α . В положении $\alpha + \beta$ показываются суммарные отсчеты по альфа- и бета-частицам, а в положении β – отсчеты только по бета-частицам. Для получения фактического количества отсчетов необходимо умножить показание (отсч./мин) на число, на которое установлен селектор диапазонов. При использовании ЖК-индикатора и селектора продолжительности цикла регистрации (MIN) отсчеты накапливаются по каждому из трех счетных каналов в течение этого цикла. Отсчеты по альфа-, альфа+бета и бета-частицам могут отображаться при выборе соответствующего канала (α , $\alpha + \beta$, β). Цикл регистрации запускается нажатием кнопки, расположенной на конце ручки для переноски.

Сброс стрелки на ноль выполняется путем нажатия кнопки сброса (RES). Рабочее напряжение детектора показывается на шкале (0-2 кВ) при нажатии переключателя HV. Лампа OL (перегрузка), расположенная в нижнем правом углу шкалы, загорается в случае насыщения сцинтилляционного детектора при пробе на его торце или воздействия поля излучения, превосходящего регистрирующую способность прибора. При загорании этой лампы аналоговая стрелка отклонится до конца шкалы.

Раздел

3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Питание: две стандартных батареи типа D.

Надежность батарей: калибровка прибора изменяется менее чем на 3% в пределах части шкалы для проверки батарей.

Ресурс батарей: более 350 часов с новыми щелочными батареями типа D.

Диапазоны: шкала дозиметра проградуирована от 0 до 500 отсч./мин, а с четырьмя линейными диапазонными увеличителями ($\times 1$, $\times 10$, $\times 100$ и $\times 1000$) общий диапазон составляет 0-500000 отсч./мин.

Пороговые значения: пороговые значения по бета- и альфа-излучению (BT и AT) могут изменяться в диапазонах -2 до -10 и -50 до -150 мВ, соответственно.

Окно (только для бета-излучения): может изменяться в диапазоне 20-40 мВ.

Звук: двух- или однотонный щелчок при каждом отсчете (только для бета-излучения) через встроенный динамик; громкость изменяется регулятором на передней панели; гнездо для наушников на крышке прибора.

Высокое напряжение: внешняя регулировка в диапазоне от 400 до 2000 В пост. тока.

Линейность: в пределах 10% от истинного значения для аналогового дозиметра, и 2% для счетчика с ЖК-индикатором.

Перекрестные помехи: не более 10% полного числа отсчетов по альфа-излучению в канале регистрации бета-частиц; не более 1% полного числа отсчетов по бета-излучению в канале регистрации альфа-частиц.

Время отклика: диапазонный увеличитель $\times 1 = 10$ сек, $\times 10 = 7$ сек, $\times 100 = 2$ сек, $\times 1000 = 1,5$ сек; все времена отклика измерялись в диапазоне 10-90% полной шкалы.

Аналоговое отсчетное устройство: прочный, 1 мА, с установкой на кернах, шкала 8,3 см, 250 градусов.

ЖК-индикатор: 6-цифровой индикатор с непосредственным управлением, цифры 6,4 мм, стрелка переполнения счетчика и разделительное двоеточие, указывающее на идущий процесс регистрации.

Разъем: стандартный, тип С (предлагаются и другие).

Размеры: высота 16,5 см (6,5 дюйма) × ширина 8,9 см (3,5 дюйма) × длина 21,6 см (8,5 дюйма) (без ручки).

Масса: 1,6 кг (3.5 фунта) (без детектора и батарей).

Диапазон температур: от -00 до +50 °С (от -4 до 122 °F).

Отделка: литой и тянутой алюминий с порошковым покрытием бежевого цвета.

Раздел

4

ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

Органы управления

Переключатель OFF/VAT/X1000/X100/X10/X1 (или селектор диапазонов): 6-позиционный поворотный переключатель, предназначенный для выбора диапазонного увеличителя аналоговой шкалы и проверки состояния батарей. В положении VAT стрелка должна отклониться за левую вертикальную метку линии VAT ОК или VAT TEST. Перевод этого селектора в одно из положений диапазонного увеличения ($\times 1$, $\times 10$, $\times 100$ и $\times 1000$) обеспечивает общий диапазон регистрации 0-500000 отсч./мин. Чтобы получить фактическое значение, показание по шкале умножается на соответствующий коэффициент.

При первом включении стрелка аналоговой шкалы отклоняется до ее конца примерно на 2 секунды, а затем возвращается на ноль. Затем на ЖК-индикаторе высветится «888888», отобразится версия программного обеспечения процессора, а затем появится «0».

Жидкокристаллический (ЖК) индикатор: 6-цифровой индикатор, отображающий количество отсчетов для выбранного канала регистрации. Он также показывает, что идет отсчет (два двоеточия). По завершении отсчета двоеточия пропадают. Если количество отсчетов превысило 999999, в верхнем левом углу индикатора появляется стрелка, указывающая на переполнение, и счетчик переходит на ноль и продолжает отсчет.

Ручка VOL: при повороте этой ручки по часовой стрелке громкость динамика увеличивается, а при повороте против часовой стрелки она уменьшается.

Примечание:

Когда в звуковых сигналах нет необходимости, громкость следует полностью убрать, чтобы снизить расход заряда батарей.

Селектор каналов $\alpha/\alpha+\beta/\beta$: трехпозиционный переключатель, предназначенный для выбора отображаемого режима регистрации: суммарно по альфа- и бета-частицам ($\alpha+\beta$), только по альфа-частицам (α) и только по бета-частицам (β). Он влияет на работу и дозиметра, и счетчика. Раздельные каналы дозиметра и счетчика будут работать независимо от положения селектора, функционируя, когда для отображения выбран другой канал. Это позволяет оператору

просматривать каждый канал по отдельности или вместе, просто переведя селектор в соответствующее положение.

Гнездо для наушников: гнездо 1/8 дюйма для подключения внешних наушников. При их подключении внешний однитонный динамик отсоединяется от аудиоконтура. Использовать ответный штекер 1/8 дюйма – № изделия LMI 21-9653.

Тумблер RESET/HV: двухпозиционный тумблер мгновенного действия; в положении HV показывается величина высокого напряжения на детекторе, а в положении RES происходит быстрый сброс показания на аналоговой шкале на ноль. Высокое напряжение показывается на шкале 0-2 кВ.

Кнопка начала отсчета (находится на ручке для переноски): при нажатии этой кнопки счетчик сбрасывается на ноль и включается таймер. Об идущем процессе регистрации сигнализируют двоеточия на ЖК-индикаторе.

Снять крышку калибровочного блока для получения доступа к следующему:

Регулятор высокого напряжения: это средство регулировки высокого напряжения в диапазоне от 200 до 2000 В.

Внутренние средства управления

Снять крышку прибора для получения доступа к следующим DIP-переключателям на S301:

DIP-переключатели 1 и 2 (выбор уровня звукового разделения): двухполюсный DIP-переключатель, использующийся для выбора коэффициента разделения 1, 10, 100, 1000.

Примечание:

Функция звукового разделения влияет только на низкочастотные тона по бета-излучению. Она не влияет на высокочастотные щелчки при регистрации альфа-частиц.

Коэффициент выбирается по следующей таблице. (О – разомкнут, С – замкнут)

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ		КОЭФФИЦИЕНТ
1	2	
		РАЗДЕЛЕНИЯ
С	С	1
О	С	10
С	О	100
О	О	1000

DIP-переключатели 3 и 4 (РЕЗЕРВ): не используются.

DIP-переключатель 5 (ТОН): однополюсный DIP-переключатель, предназначенный для выбора уровня различения тонов между каналами регистрации альфа- и бета-частиц. В режиме DUAL (замкнуто) генерируются звуковые сигналы как по альфа-, так и по бета-частицам при любом положении селектора каналов (т.е. при выборе канала только для альфа-излучения и детектировании бета-частиц вместе со звуком для первых будет слышен звук и для вторых, и наоборот).

В режиме SNGL (разомкнуто) генерируются звуковые сигналы и для альфа-, и для бета-частиц, если выбран режим $\alpha+\beta$; однако сигналы для альфа-частиц не будут слышны при выборе канала регистрации только бета-частиц, и наоборот.

DIP-переключатель 6 (РЕЗЕРВ): не используется.

Следующие средства управления используются исключительно во время калибровки и регулируются только квалифицированным специалистом по калибровке.

MTR: многооборотный потенциометр для калибровки дозиметра по показанию отсчетов.

AT: многооборотный потенциометр для изменения порога по альфа-излучению в диапазоне от 40 до 700 мВ.

BW: многооборотный потенциометр для изменения верхней границы окна по бета-излучению от порога по бета-излучению до уставки порога по альфа-излучению и в любой точке между этими двумя параметрами. Это окно можно исключить путем поворота регулятора BW по часовой стрелке в крайнее положение; при этом верхний порог по бета-излучению станет равным порогу по альфа-излучению.

BT: многооборотный потенциометр для изменения порога по бета-излучению в диапазоне от 2 до 15 мВ.

OL: многооборотный потенциометр, позволяющий изменять уставку детектора по токовой перегрузке.

LIM: многооборотный потенциометр для установки максимального высокого напряжения до 2000 В пост. тока.

HV: многооборотный потенциометр для настройки тестового показания высокого напряжения в соответствии с фактическим высоким напряжением на выходе. Этот режим выбирается с помощью тумблера RES/HV.

LB: многооборотный потенциометр для настройки минимального уровня напряжения батарей в соответствии с индикацией низкого заряда на шкале. Во время настройки селектор диапазонов должен находиться в положении BAT.

Раздел

5

Факторы безопасности

Условия окружающей среды для нормального применения

Только внутри помещений.

На небольшой высоте над уровнем моря.

Температура от -10 до +50 °C (от 14 до 122 °F).

Максимальная относительная влажность – менее 95% (без конденсации).

Уровень загрязнения 3 (как определено стандартом IEC 664).

Инструкции по очистке и меры предосторожности

Внешние поверхности дозиметра модели 2224-1 очищаются влажной тканью (смачивать только водой). Не погружать прибор в жидкость. При очистке принять следующие меры предосторожности:

1. Повернуть селектор диапазонов в положение OFF и извлечь батарейки.
2. Не трогать прибор в течение 1 минуты, затем начать очистку.

Предупреждающие обозначения и символы

Осторожно!

Оператор или ответственная организация предупреждается о том, что использование данного прибора вразрез с установленным компанией Ludlum Measurements, Inc. порядком может нарушить обеспечиваемую им защиту.

На дозиметре модели 2224-1 имеются следующие символы:



ОСТОРОЖНО (согласно ISO 3864, № В.3.1) – указывает на опасное напряжение и риск поражения электрическим током. Внутренние компоненты во время нормальной работы находятся под напряжением, и контакт с ними опасен для жизни. Перед доступом к внутренним компонентам прибор должен быть обесточен или отсоединен от источника опасного напряжения. Этот символ находится на передней панели. **Принять во внимание следующие меры предосторожности:**

Предупреждение!

Оператор настоятельно предупреждается о необходимости принятия следующих мер предосторожности во избежание контакта с внутренними частями, находящимися под высоким напряжением и доступ к которым осуществляется с помощью специального инструмента:

1. Выключить питание прибора и удалить батарейки.
2. Не прикасаться к внутренним компонентам прибора в течение 1 минуты.



ОСТОРОЖНО – РИСК ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ (согласно ISO 3864, № В.3.6) – указывает клемму (соединитель) для подвода напряжения более 1 кВ. Прикосновение к таким соединителям при включенном приборе или сразу после его выключения может привести к поражению электрическим током. Этот символ находится на передней панели.



«**Перечеркнутый мусорный контейнер на колесах**» предупреждает потребителя о том, что данное изделие не должно утилизироваться вместе с несортированными бытовыми отходами; все его материалы должны быть разделены. Этот символ находится на крышке батарейного отсека. Дополнительная информация об утилизации содержится в разделе 9.

Раздел

6

Калибровка и техническое обслуживание

КАЛИБРОВКА

Примечание:

Местные регламенты могут превалировать над приведенными ниже инструкциями.

УСТАНОВКА РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ

Рабочие параметры детектора устанавливаются путем настройки его рабочего напряжения (HV), порога по альфа-излучению и окна регистрации бета-излучения для определения оптимальной эффективности сцинтилляционного или пропорционального детектора альфа-и бета-частиц.

Параметры порога и окна можно изменять для оптимизации разделения отсчетов альфа- и бета-частиц и эффективности отсчета, а также минимизации «перекрестных помех» между каналами. Рекомендуемые настройки порога и окна приведены в руководстве по эксплуатации или поверочном свидетельстве для соответствующего детектора. Задав пороговые значения и настройки окна, необходимо установить зависимость между рабочим напряжением и скоростью отсчета для каналов регистрации альфа- и бета-частиц, используя источники альфа- и бета-излучения.

Ниже приведена примерная методика определения рабочего напряжения для сцинтилляционного или пропорционального детектора:

1. Подсоединить генератор импульсов Ludlum модели 500 или его аналог к прибору 2224-1.
2. Перевести селектор каналов на приборе в положение β . Установить потенциометр ВТ (порог по бета-излучению) на 3,5 мВ, а потенциометр ВВ (окно) – на 30 мВ. Дозиметр 2224-1 должен фиксировать отсчеты генератора импульсов $3,5 \pm 1$ мВ; импульсы свыше 30 мВ не должны регистрироваться.

3. Перевести селектор каналов в положение α . Настроить генератор импульсов на выходной импульс 120 мВ и отрегулировать потенциометр АТ так, чтобы дозиметр показал отсчеты.
4. Нажать кнопку HV и настроить потенциометр HV на 0,4-0,5 кВ на шкале 0-2,0 кВ. Подсоединить сцинтилляционный детектор и перевести селектор каналов в положение β . Расположить источник альфа-излучения у торца детектора.
5. Медленно поворачивать потенциометр HV в сторону увеличения, наблюдая увеличение, уменьшение и снова увеличение отсчетов. Поворачивать потенциометр HV в сторону уменьшения напряжения, чтобы дозиметр показал минимальную наблюдаемую скорость отсчета по установленной только что зависимости. Нажать кнопку HV и отметить уставку высокого напряжения.
6. Нарисовать график зависимости между высоким напряжением и скоростью отсчетов с шагом 25 В по 50 В в каждую сторону от показания, установленного в предыдущем шаге (т.е., уставка высокого напряжения для минимума скорости отсчетов = 675 В; начать график с 625 В и довести его до 725 В с шагом 25 В). Отложить отсчеты по источникам альфа- и бета-излучения и фону при положениях селектора каналов α и β .
7. Определить по графику оптимальное рабочее напряжение, при котором имеет место оптимальная эффективность источников альфа- и бета-излучения без превышения предельно допустимого уровня перекрестных помех между каналами.
8. Выбрать режим отображения нужного счетного канала и начать работу.

КАЛИБРОВКА ДОЗИМЕТРА

Требуется генератор импульсов Ludlum модели 500 или его аналог. Если генератор не показывает значения высокого напряжения, использовать вольтметр с высоким входным сопротивлением (не менее 1000 МОм) для измерения напряжения на детекторе.

1. Убедиться, что механизм измерительной части имеет правильный механический нуль. Регулятор установки нуля находится на лицевой стороне рамки-держателя отсчетного устройства. При установке на ноль селектор диапазонов должен находиться в положении OFF.
2. Подсоединить генератор импульсов модели 500 к прибору 2224-1 с помощью подходящего кабеля. Повернуть селектор диапазонов на приборе в положение $\times 100$. Установить селектор каналов в положение $\alpha + \beta$.

3. Установить генератор на 40000 отсч./мин и настроить амплитуду импульсов на величину, в два раза превышающую пороговый уровень по бета-излучению (т.е., этот порог = 3,5 мВ, а амплитуда импульсов – 7-10 мВ).
4. Снять крышку прибора и отрегулировать потенциометр MTR так, чтобы стрелка на шкале показала 400 отсч./мин. Настроить генератор импульсов на 10000 отсч./мин; при этом, дозиметр должен показывать 100 отсч./мин $\pm 10\%$. Переключать диапазонный увеличитель генератора и прибора в положения $\times 1000$, $\times 10$ и $\times 1$ для проверки линейности показаний. Она должна быть в пределах 10% от каждого показания.
5. Установить период регистрации ЖК-индикатора 1 минута. Настроить генератор импульсов на 40000 отсч./мин. Нажать кнопку начала отсчета; после завершения периода регистрации показание на ЖК-индикаторе должно быть в пределах 2% от числа входящих импульсов.
6. Настроить потенциометры VT, WV и AT на соответствующие уставки, как описано в предыдущем разделе («Установка рабочих параметров»).
7. Подсоединить вольтметр с высоким входным сопротивлением (можно использовать генератор импульсов модели 500, если он оснащен вольтметром для измерения высокого напряжения) и установить регулятор HV на 1000 В пост. тока.
8. Нажать кнопку HV и настроить расположенный на главной монтажной плате потенциометр HV так, чтобы стрелка показывала 1,0 кВ. Изменить выходное высокое напряжения от 500 до 1500 В пост. тока и убедиться, что каждое показание вольтметра прибора 2224-1 соответствует показанию внешнего вольтметра ($\pm 10\%$).
9. Извлечь батарейки из отсека и подсоединить источник питания пост. тока к двум винтовым клеммам на задней стороне батарейного отсека. Положительный ввод питания подключается к клемме с красным проводом, а отрицательный – к клемме с черным проводом.
10. Установить напряжение питания 2,2 В пост. тока и перевести селектор каналов прибора 2224-1 в положение $\alpha + \beta$. Нажать кнопку VAT и отрегулировать потенциометр LB так, чтобы стрелка совместилась с меткой низкого заряда батареи на шкале.

11. Установить крышку прибора 2224-1 на место и начать работу.

КАЛИБРОВКА РЕЖИМА ПЕРЕГРУЗКИ ПРИБОРА**Примечание:**

Перед данной калибровкой необходимо определить и установить рабочее напряжение детектора (HV). При изменении этого напряжения также проводится повторная регулировка режима перегрузки.

1. Повернуть регулятор OL против часовой стрелки до упора.

Примечание:

Когда детектор насыщен, показания дозиметра больше не увеличиваются с ростом интенсивности поля излучения.

2. Для сцинтилляционных детекторов альфа- и бета-излучения: подвергнуть фотоумножитель (PMT) несильному световому воздействию, ослабив окно детектора. В корпусе некоторых детекторов имеется винт, при удалении которого имитируется пробой на торце детектора или попадание фотонов. По мере насыщения сцинтиллирующего вещества фотонами показания дозиметра должны начать снижение к нулю.
3. Воздействовать светом в той степени, при которой начинается снижение показаний. Изменять положение регулятора OL до тех пор, пока светодиод перегрузки на шкале не начнет мигать. При этом стрелка должна отклониться за крайнюю точку шкалы.
4. Загерметизировать окно детектора и установить детектор в поле источника излучения, под воздействием которого стрелка отклонится почти до конца шкалы. При этом светодиод не должен загореться, а стрелка должна оставаться в пределах шкалы.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание данного прибора заключается в его чистке и периодической проверке батарей и калибровки. Дозиметр модели 2224-1 может очищаться влажной тканью (смачивать только водой). Не погружать прибор в жидкость. При очистке принять следующие меры предосторожности:

1. Выключить питание прибора и удалить батарейки.
2. Не прикасаться к внутренним компонентам прибора в течение 1 минуты.

ПЕРЕКАЛИБРОВКА

После каждого технического обслуживания или любой настройки прибора осуществляется его перекалибровка. После очистки прибора и замены батареек или кабеля она обычно не требуется.

Примечание:

Компания Ludlum Measurements рекомендует проводить перекалибровку не реже одного раза в год. Определить требуемые интервалы между калибровками по соответствующим нормативным документам.

Компания предлагает полный спектр услуг по ремонту и калибровке. Мы можем отремонтировать и откалибровать не только приборы собственного производства, но и оборудование большинства других производителей. Заказчики, решившие самостоятельно произвести калибровку своих приборов, получают методики калибровки по запросу.

БАТАРЕИ

При каждой отправке прибора на хранение из него извлекаются батарейки. Протекшие батарейки могут вызвать коррозию на контактах; ржавчина соскребается и (или) смывается водным раствором пищевой соды. Отвинтить изоляторы батарейных контактов с помощью рожкового ключа, чтобы получить доступ к внутренним контактам и прижимным пружинам батареек. Снятие ручки для переноски прибора облегчает доступ к контактам.

Примечание:

Не хранить бездействующий прибор с установленными батарейками дольше 30 суток. Хотя данный прибор будет работать и при очень высокой температуре окружающей среды, уплотнение батарей может повредиться даже при температуре 100 °F.



Технический принцип работы

См. чертеж 390 × 104 «Схема платы усилителя/блока питания» в отношении следующего:

Вход детектора/усилитель

Отрицательные импульсы подаются от детектора на усилитель U021 через C021. R023 и CR021 защищают вход U021 от случайных замыканий. Усилитель U021 с внутренним подмагничиванием обеспечивает усиление пропорционально R021 с делением на R022. Усиление происходит на транзисторных контактах 4, 5 и 6 на U021. Контакты 12 и 15 на U021 соединены для подачи постоянного тока на контакт 6 (U021). Выход подмагничивается до 2 В между базой и эмиттером (примерно 1,4 В) на контакте 7 усилителя U021. Это обеспечивает ток подмагничивания на контакте 6 усилителя U021, достаточный для создания полного постоянного тока. Положительные импульсы от контакта 7 усилителя U021 подаются на дискриминаторы через R011 и C011.

Дискриминатор альфа- и бета-излучения

Положительные импульсы от усилителя U021 поступают на контакт 6 компаратора U012 и контакты 6 и 2 U011 для дискриминирования альфа- и бета-излучения, соответственно. R103 (порог по альфа-излучению) обеспечивает контрольное напряжение для компаратора U012 (альфа-излучение). R106 (порог по бета-излучению; определяется как нижняя граница окна отсчета бета-частиц) обеспечивает контрольное напряжение на контактах 1, 2 и 3 компаратора U011 (бета-излучение). R102 (окно регистрации бета-излучения; определяется как верхняя граница окна отсчета бета-частиц) обеспечивает контрольное напряжение на контактах 5, 6 и 7 компаратора U011 (окно регистрации бета-излучения).

Логическая схема дискриминатора альфа- и бета-излучения

Импульсы по альфа-излучению от U012 подаются на моностабильный вибратор U111. Импульсы на контакте 6 вибратора U111 инвертируются Q111 для сброса сигналов (R) на контактах 3 и 13 на U101. Контакт 9 U111 обеспечивает подсчет импульсов микропроцессором (μP). Импульсы от контакта 9 U111 подаются на контакт 3 U111, создавая временную задержку

для завершения тактового цикла микропроцессора до того, как им будет распознан следующий импульс по альфа-излучению.

Импульсы по бета-излучению от контакта 1 компаратора U011 подаются на моностабильный вибратор U101. Импульсы подаются на микропроцессор от контакта 7 вибратора U101, пока амплитуда импульсов на контактах 3 и 13 компаратора U011 остается высокой (+5 В). При наличии сигнала по альфа-излучению и (или) окну по бета-излучению действует функция сброса (контакты 3 и 13 вибратора U101), и амплитуда импульса на контакте 7 на U101 остается высокой. Импульсы с контакта 7 микропроцессора подаются на контакт 13 вибратора U101, создавая временную задержку для завершения тактового цикла микропроцессора до того, как им будет распознан следующий импульс по бета-излучению.

Источник низкого напряжения

Питание от батарей подается на импульсный регулятор U201 и связанные с ним компоненты, обеспечивая напряжение +5 В на операционных усилителях и логических схемах. Выход генератора подкачки заряда (ср), C202, CR211, CR212 и C201 образуют цепь удвоения напряжения для подачи +9 В на усилитель U201. U001 и связанные с ним компоненты создают контрольное напряжение +2,5 В (HV SET) для регуляторов дискриминатора альфа- и бета-излучения. R201 (LO BAT) настраивается так, чтобы стрелка стала на левую вертикальную отметку линии BAT OK или BAT TEST при подаваемом от батарей напряжении 2,2 В.

Источник высокого напряжения

Высокое напряжение создается путем блокирования осциллятора Q421, T321, C412 и выпрямления умножителем напряжения CR221-CR224, C221-C223, C211 и C114. Высокое напряжение растет по мере увеличения тока через Q421, достигая максимума при насыщении Q421.

Высокое напряжение подается обратно через R123 на контакт 2 (для операционного усилителя) на U311. Резистивная цепь R211-214 замыкает высоковольтную цепь на землю. R214 ограничивает высокое напряжение значением 2,0 кВ, когда регулятор HV SET на калибровочной плате находится в положении максимума. Настроенное выходное высокое напряжение регулируется с помощью потенциометра HV, расположенного под крышкой калибровочного блока на передней панели. Он обеспечивает контрольное напряжение для контакта компаратора 3 (U311). При устойчивой работе напряжение на контакте 2 (U311) сравнивается с напряжением на контакте 3 (U311). Контакт 1 (U311) будет увеличивать или уменьшать проводимость Q312 до тех пор, пока не будет достигнут стабильный уровень. R115 (HV TEST) калибрует аналоговый измеритель на выходное высокое напряжение, выбранное с помощью тумблера мгновенного действия RES/HV.

Перегрузка детектора

На R121 возникает перепад напряжения, который определяется компаратором U012 по увеличению тока на детекторе. Когда напряжение на контакте 3 компаратора U012 становится ниже напряжения на контакте 2, напряжение на контакте 1 падает, в результате чего загорается светодиод OL, а стрелка отклоняется до конца шкалы. Задание уставки по перегрузке производится через R211 (Overload).

Измерительный механизм отсчетного устройства

Импульсы подаются с платы микропроцессора (см. принципы работы микропроцессора) на шлюз Q302. Q302 инвертирует эти импульсы, а R403 и C401 интегрируют их. Полное управляющее напряжение подается от P1-13 на контакт 5 (U311) через переключатель батареи (BAT) и HV TEST. Отсчетное устройство приводится в движение эмиттером Q111 в качестве повторителя напряжения с контактами 6 и 7 U311. Настройка R406 (Meter Cal) обеспечивает калибровку показания измерителя ионизирующих излучений в соответствии с количеством входящих отсчетов. R407 и R408 обеспечивают температурную компенсацию изменений сопротивления измерителя, вызванных колебаниями температуры.

См. чертеж 390 × 107 «Схема платы микропроцессора» в отношении следующего:

Источник питания

Питание от батареек подается на импульсный регулятор U321 и связанные с ним компоненты, обеспечивая напряжение +5 В на микропроцессоре и драйверах дисплея U211 и 212. R101, C101, Q101 и Q201 формируют реле с задержкой времени, позволяющее U321 стабилизироваться до подачи тока нагрузки на источник +5 В.

Микропроцессор (μP)

Микропроцессор U311 (Intel N87C51FA) управляет всеми данными, входящими управляющими сигналами и отображаемой информацией. Тактовая частота стабилизируется кварцем Y211 и соответствующими компонентами на 6,144 МГц. Микропроцессор имеет внутреннюю память (ROM), в которой хранится программная информация. C311 производит сброс данных микропроцессора при подаче питания для запуска программы. Во время цикла программы микропроцессор отслеживает все входные переключатели по срабатыванию или изменению состояния и реагирует соответствующим образом.

Для контроля аналогового дозиметра в микропроцессоре используется широтноимпульсная модуляция. Аналоговый выход (RATE, P3-3) делится на

255 инкрементов по периоду 166 мкс. При полном отклонении стрелки период слабого импульса (между передними фронтами) составит 166 мкс, при 500 отсч./мин – 130 мкс, 400 отсч./мин – 104 мкс, 200 отсч./мин – 52 мкс, 100 отсч./мин – 26 мкс, и при 0 – нет импульса, или +5 В. Импульсы инвертируются Q302 на плате усилителя/источника питания, а затем интегрируются R403, C401.

Управление ЖК-индикатором

Цепь управления жидкокристаллическим индикатором состоит из U211 и U212. Отображаемая информация направляется из микропроцессора на U211 и 212 через каналы передачи данных BUS0-3 и ADD0-1. Когда микропроцессор отключает канал SELECT, данные передаются и сохраняются в драйверах до тех пор, пока эта линия снова не будет отключена. Хранящиеся отсчеты, полученные от микропроцессора, отображаются соответствующими высвечивающимися цифрами и сегментами.

АУДИО

Звуковые сигналы при регистрации альфа- и (или) бета-частиц, частота которых задается микропроцессором, передаются на Q202. Q202 инвертирует импульсы и подает их на сторону низкого напряжения трансформатора звуковых частот T201. С помощью регулятора громкости (VOL) на передней панели подается напряжение смещения на сторону высокого напряжения трансформатора T210. Вторичная обмотка T201 подсоединяется к униформному динамику через гнездо акустического входа на передней панели.

Раздел

8

Поиск и устранение неисправностей

Некотрые неисправности прибора или детектора LMI можно устранить на месте эксплуатации, что позволит сэкономить на времени и стоимости возврата прибора в нашу компанию для его ремонта. Для этих целей техники-электронщики LMI выработали следующие указания по поиску и устранению наиболее распространенных неисправностей. Если для решения проблемы указано несколько шагов, выполнять их по очереди, пока проблема не будет устранена. Иметь в виду, что самые распространенные проблемы в эксплуатации данного прибора связаны со следующим: (1) кабели детектора; (2) залипание стрелки; (3) контакты батареек.

Следует отметить, что сначала необходимо выяснить, связана ли проблема с электроникой или с детектором. Неоценимую помощь при этом может оказать генератор импульсов Ludlum модели 500, поскольку он способен одновременно проверять высокое напряжение, входную чувствительность (или пороговые уставки) и электронику (на правильность отсчета).

Мы надеемся, что данные указания помогут вам. При невозможности решить проблему самостоятельно или возникновении вопросов звоните в нашу компанию.

Поиск и устранение неисправностей электроники приборов с пропорциональным или сцинтилляционным детектором

ПРИЗНАК

Нет питания (или стрелка не доходит до отметки BAT TEST или BAT OK).

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ

1. Проверить батарейки и заменить, если они разряжены.
2. Проверить полярность (см. метки на внутренней стороне крышки батарейного отсека). Батарейки установлены в противоположном направлении?

ПРИЗНАК**ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ**

Нет питания (или стрелка не доходит до отметки ВАТ TEST или ВАТ ОК) (продолжение).

3. Проверить батарейные контакты. Очистить грубой наждачной бумагой или использовать гравировальный инструмент для очистки их концов.
4. Проверить на наличие плохо закрепленных или оборванных проводов, особенно между главной и калибровочной платами.

Нелинейные показания

1. Проверить высокое напряжение (HV) с помощью генератора импульсов Ludlum модели 500 (или его аналога). Если для проверки используется мультиметр, он должен иметь высокое полное входное сопротивление, поскольку стандартный мультиметр при такой операции может быть поврежден.
2. Проверить отсутствие помех в кабеле детектора, отсоединив детектор, установив прибор на самый нижний диапазон и подергав кабель в разные стороны, наблюдая, насколько при этом изменяются показания по шкале.
3. Проверить, свободно ли перемещается стрелка. Изменяется ли показание при постукивании по дозиметру? «Залипает» ли стрелка в каком-либо положении?

Стрелка отклоняется до максимума или выходит за стопорный штифт.

4. Проверить «ноль прибора». Отключить питание. Стрелка должна установиться на «0».
1. Заменить кабель детектора, чтобы определить, поврежден ли он (создает чрезмерную помеху).
2. Проверить правильность уставки высокого напряжения и, по возможности, входного порога.

<u>ПРИЗНАК</u>	<u>ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ</u>
Стрелка отклоняется до максимума или выходит за стопорный штифт (продолжение).	<ol style="list-style-type: none">3. Открыть герметичный корпус прибора и проверить, не произошло ли отсоединения каких-либо проводов.4. Убедиться в правильном креплении герметичного корпуса прибора. Если он закреплена правильно, динамик будет находиться на левой стороне прибора. Если корпус установлен задом наперед, взаимно создаваемые помехи между динамиком и входным предусилителем станут причиной шума.
Нет отклика на излучение.	<ol style="list-style-type: none">1. Заменить «заведомо исправный» детектор и (или) кабель.2. Установилось ли правильное рабочее напряжение? Надлежащее рабочее напряжение указано в поверочном свидетельстве или руководстве по прибору. Если прибор работает с несколькими детекторами, убедиться, что уставка высокого напряжения соответствует используемому в настоящее время детектору.
Нет звуковых сигналов.	<ol style="list-style-type: none">1. Убедиться, что регулятор громкости VOL включен.2. Снять корпус прибора и проверить соединение между монтажной платой и динамиком. При необходимости вставить 2-штырьковый соединитель.

Раздел
9

Утилизация

Компания Ludlum Measurements, Inc. поддерживает принцип утилизации производимых ею электронных продуктов с обеспечением защиты окружающей среды и соблюдения требований всех региональных, национальных и международных организаций, содействующих внедрению рентабельных и экологически безопасных систем утилизации. В этих целях Ludlum Measurements, Inc. стремится предоставлять потребителям своей продукции информацию, касающуюся утилизации и переработки множества различных типов материалов, используемых в произведенном компанией оборудовании. Многие общественные и частные организации, работающие в этом направлении, предлагают огромное количество методов переработки материалов. Поэтому компания Ludlum Measurements, Inc. не указывает один предпочтительный метод, а просто информирует потребителя о наличии пригодных для вторичного использования материалов в своем оборудовании, так что он получает свободу действий в рамках требований всех местных и федеральных законов.

В электронном оборудовании производства Ludlum Measurements, Inc. имеются следующие типы материалов, утилизируемых отдельно и подлежащих вторичной переработке. Данный перечень не является исчерпывающим и не указывает на то, что в каждой единице оборудования присутствуют все материалы.

Батареи	Стекло	Алюминий и нержавеющая сталь
Печатные платы индикатор	Пластмасса	Жидкокристаллический

Продукция Ludlum Measurements, Inc., продажи которой начались после 13 августа 2005 г., снабжена международно признанным символом «перечеркнутый мусорный контейнер», который предупреждает потребителя о том, что данное изделие не должно смешиваться с несортированными бытовыми отходами при утилизации; все его материалы должны быть разделены. Этот символ размещается рядом с гнездом питания переменного тока, за исключением портативного оборудования, где он наносится на крышку батарейного отсека.

Этот символ выглядит следующим образом:



Раздел
10

ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЛЕКТУЮЩИХ

Ид. №	Наименование	№ изделия	
Модель 2224-1 СЧЕТЧИК/ДОЗИМЕТ Р	УСТРОЙСТВО собранный счетчик/дозиметр модели 2224-1	Полностью 48-2679	
	ПЛАТА Полностью собранный Плата усилителя/источника питания	5390-099	
Плата усилителя/источник а питания, чертеж 390 x 104 КОНДЕНСАТОРЫ	C001	100 пФ, 100 В	04-5661
	C002	47 пФ, 100 В	04-5560
	C011-C012	0,1 мкФ, 50 В	04-5663
	C013	0.01 мкФ, 50 В	04-5664
	C014-C016	0.001 мкФ, 100 В	04-5659
	C015	0,1 мкФ, 50 В	04-5663
	C017	10 мкФ, 20 В	04-5655
	C021	10 пФ, 100 В	04-5673
	C022	100 пФ, 3 кВ	04-5532
	C101-C102	47 пФ, 100 В	04-5560
	C111-C113	47 пФ, 100 В	04-5560
	C114	0,0047 мкФ, 3 кВ	04-5547
	C121-C122	0,0047 мкФ, 3 кВ	04-5547
	C201-C202	10 мкФ, 20 В	04-5655
	C203	330 пФ, 100 В	04-5657
	C211	0,0047 мкФ, 3 кВ	04-5547
	C212	68 мкФ, 6.3 В	04-5654
	C213	1 мкФ, 35 В	04-5656
	C214	0.01 мкФ, 50 В	04-5664
	C221-C223	0,0047 мкФ, 3 кВ	04-5547
	C301	68 мкФ, 6.3 В	04-5654
	C311	0.01 мкФ, 50 В	04-5620
	C401	0,1 мкФ, 50 В	04-5663
	C411	0,1 мкФ, 50 В	04-5663
	C412	1 мкФ, 35 В	04-5656
	C421	68 мкФ, 6.3 В	04-5654
	C500	100 пФ, 3 кВ	04-5532

	Ид. №	Наименование	№ изделия
ТРАНЗИСТОРЫ	Q111	2N7002L	05-5840
	Q301	MMBT4403LT	05-5842
	Q302	2N7002L	05-5840
	Q311-C312	MMBT3904T	05-5841
	Q421	MJD210	05-5843
ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ	U001	LM285M-2.5	06-6291
	U011-U012	TLC372ID	06-6290
	U021	CMX3906TRLF	05-5890
	U022-U023	CMX3904TRLF	05-5888
	U101	CD74HC4538M	06-6297
	U111	CD74HC4538M	06-6297
	U201	MAX631AESA	06-6285
	U301	CD74HC4066M	06-6323
	U311	TLC27M7ID	06-6292
ДИОДЫ	CR021	MMBD7000LT1	07-6355
	CR111-CR112	MMBD914L	07-6353
	CR211-CR212	BAT54	07-6354
	CR221-CR225	GI250-2	07-6266
	CR411	MMBD914L	07-6353
ТЕРМИСТОР	R407	03006-165.9-55G100	07-6366
ПОТЕНЦИОМЕТРЫ	R102	5 кОм, КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЯ (MTR)	09-6907
	R104	10 кОм, ПОРОГ ПО БЕТА-ИЗЛУЧЕНИЮ	09-6921
	R115	1 МОм, ПОКАЗАНИЕ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ (HV)	09-6906
	R201	50 кОм, ПОРОГ ПО АЛЬФА-ИЗЛУЧЕНИЮ	09-6920
	R202	200 кОм, НИЗКИЙ УРОВЕНЬ ЗАРЯДА БАТАРЕЙ (LB)	09-6908
	R211	1 МОм, ПЕРЕГРУЗКА	09-6906
	R214	1 МОм, ПРЕДЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ	09-6906
	R406	5 кОм, КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЯ (MTR)	09-6907
СОПРОТИВЛЕНИЯ	R001	22,1 кОм, 1%, 125 мВт	12-7843
	R002	249 кОм, 1%, 125 мВт	12-7862
	R003	22,1 кОм, 1%, 125 мВт	12-7843
	R004	1.0 кОм, 1%, 125 мВт	12-7832
	R011	100, 1%, 125 мВт	12-7840
	R012	22,1 кОм, 1%, 125 мВт	12-7843
	R013	33.2 кОм, 1%, 125 мВт	12-7842
	R014	10.0 кОм, 1%, 125 мВт	12-7839
	R015	22,1 кОм, 1%, 125 мВт	12-7843

	Ид. №	Наименование	№ изделия
	R016	10.0 кОм, 1%, 125 мВт	12-7839
	R021	392 кОм, 1%, 125 мВт	12-7841
	R022-R023	10.0 кОм, 1%, 125 мВт	12-7839
	R024	33.2 кОм, 1%, 125 мВт	12-7842
	R025	22,1 кОм, 1%, 125 мВт	12-7843
	R026	1М	10-7028
	R101	100 кОм, 1%, 125 мВт	12-7834
	R103	4.75 кОм, 1%, 125 мВт	12-7858
	R105	22,1 кОм, 1%, 125 мВт	12-7843
	R106	100 кОм, 1%, 125 мВт	12-7834
	R107	5.11 кОм, 1%, 125 мВт	12-7909
	R108	274 кОм, 1%, 125 мВт	12-7963
	R111	100, 1%, 125 мВт	12-7840
	R112	1G	12-7686
	R113-R114	100 кОм, 1%, 125 мВт	12-7834
	R116	249 кОм, 1%, 125 мВт	12-7862
	R121	4,7 МОм, 125 мВт	10-7030
	R122	1М	10-7028
	R123	1G	12-7686
	R212-R213	100 МОм, 1%, 125 мВт	12-7844
	R215	100 МОм, 1%, 125 мВт	12-7844
	R301	2.21 кОм, 1%, 125 мВт	12-7835
	R302-R303	22,1 кОм, 1%, 125 мВт	12-7843
	R311	10.0 кОм, 1%, 125 мВт	12-7839
	R312	22,1 кОм, 1%, 125 мВт	12-7843
	R313	2.21 кОм, 1%, 125 мВт	12-7835
	R314	10.0 кОм, 1%, 125 мВт	12-7839
	R401	200, 1%, 125 мВт	12-7846
	R402	221 кОм, 1%, 125 мВт	12-7845
	R403	7.5 кОм, 1%, 125 мВт	12-7847
	R404	1 кОм, 1%, 125 мВт	12-7832
	R405	100 МОм, 1%, 125 мВт	12-7844
	R408	301, 1%, 125 мВт	12-7863
	R411	200, 1%, 125 мВт	12-7846
	R412	10.0 кОм, 1%, 125 мВт	12-7839
	R500	100 МОм, 1%, 125 мВт	12-7844
ИНДУКТИВНОСТИ	L301	220 мкГн	21-9678
ТРАНСФОРМАТОРЫ	T321	L8050	40-0902
ПРОЧЕЕ	P1	CONN-1-640456-5, МТА100	13-8355
	P2	CONN-640456-3, МТА100	13-8081

	Ид. №	Наименование	№ изделия
Плата процессора, чертеж 390 X 107	ПЛАТА	Полностью собранный Плата процессора	5390-100
КВАРЦ	Y211	6,144 МГц	01-5262
КОНДЕНСАТОРЫ	C101	0.15 мкФ, 50 В	04-5665
	C201	47 мкФ, 10 В	04-5666
	C211-C212	27 пФ, 100 В	04-5658
	C221	68 мкФ, 6.3 В	04-5654
	C311-312	10 мкФ, 20 В	04-5655
	C321	330 пФ, 100 В	04-5657
	C322	68 мкФ, 6.3 В	04-5654
ТРАНЗИСТОРЫ	Q101	2N7002L	05-5840
	Q201	MMBT4403L	05-5842
	Q202	2N7002L	05-5840
	Q311	MMBT4403L	05-5842
ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ	U211-U212	ICM7211AMIQH	06-6294
	U311	N87C51FA	06-6303
	U321	MAX631AESA	06-6285
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ	S301	90HBW06S	08-6710
СОПРОТИВЛЕНИЯ	R101	100 МОм, 1%, 125 мВт	12-7844
	R102	10 кОм, 1%, 125 мВт	12-7839
	R211	2.21 кОм, 1%, 125 мВт	12-7835
	R221	150 кОм, 1%, 125 мВт	12-7833
	R222	100 кОм, 1%, 125 мВт	12-7834
	R301-R306	22,1 кОм, 1%, 125 мВт	12-7843
	РЕЗИСТИВНАЯ СЕТЬ	RN401	220К
ИНДУКТИВНОСТЬ	L311	150 мкГн	21-9677
ТРАНСФОРМАТОР	T201	АУДИО	4275-083
ПРОЧЕЕ	P3	CONN-1-640456-6, MTA100	13-8134
	P4	CONN-640456-2, MTA100	13-8073
	P6	CONN-640456-3, MTA100	13-8081
	*	РОЗЕТКА-44Р	06-6293
Калибровочная плата, чертеж 390 X 112	ПЛАТА	Полностью собранный Калибровочная плата	5390-104

	Ид. №	Наименование	№ изделия	
СВЕТОДИОД	DS1	HLMP4700, ПЕРЕГРУЗКА	07-6356	
	*	ПРОСТАВКА СВЕТОДИОДА 457-570	07-6357	
ПОТЕНЦИОМЕТР	R3	250 кОм, УСТАВКА ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ	09-6819	
ПРОЧЕЕ	P7	CONN-640456-5 MTA100	13-8057	
Плата дисплея, чертеж 390 X 127	ПЛАТА	Полностью собранный Плата дисплея	5390-118	
ДИСПЛЕЙ	DSP1	LCD 7728-365-481	07-6351	
СОЕДИНИТЕЛЬ	J6	CONN-52 POS CP50	13-8410	
Соединительная плата, чертеж 390 X 124	ПЛАТА	Полностью собранный Соединительная плата	5390-117	
СОЕДИНИТЕЛЬ	J5	CONN-52 POS CP50	13-8410	
Принципиальная схема, чертеж 390 X 110	S1	РА-600-210	08-6501	
	S2	55D36-01-2-AJN	08-6514	
	S3	MPS-103F	08-6699	
	S4	ГНЕЗДО ДЛЯ НАУШНИКОВ TINI #42A	21-9333	
	S5	ТУМБЛЕР 7103SYZQE	08-6720	
	S6	ТУМБЛЕР 7103SYZQE	08-6720	
ПОТЕНЦИОМЕТР	R1	10 кОм, БЕЗ ФИКСАЦИИ	09-6753	
СОЕДИНИТЕЛИ	J1	CONN-1-640442-5 MTA100	13-8383	
	J2	CONN-640442-3 MTA100	13-8135	
	J3	CONN-1-640442-6 MTA100	13-8187	
	J4	CONN-640442-2 MTA100	13-8178	
	J7	CONN-640442-5 MTA100	13-8140	
	J8	Серия "С" UG706/U	13-7751	
	J9	CONN-640442-3 MTA100	13-8135	
	J10	ГНЕЗДО ДЛЯ НАУШНИКОВ 1/8 ДЮЙМА	18-9080	
	АУДИО	DS1	ОДНОТОННЫЙ ДИНАМИК	21-9251
	БАТАРЕЙКА	B1-B2	Батарея Duracell, тип D	21-9313
ПРОЧЕЕ	M1	ИЗМЕРИТЕЛЬ В СБОРЕ	4390-136	
	*	РУЧКА В СБОРЕ	4408-178	

Раздел
11

ЧЕРТЕЖИ И ДИАГРАММЫ

ПЛАТА УСИЛИТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ, чертеж 390 × 104
КОМПОНОВКА ПЛАТЫ УСИЛИТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ,
чертеж 390 × 105А (2 листа)

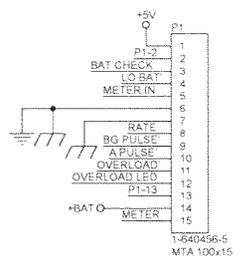
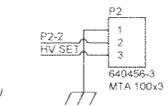
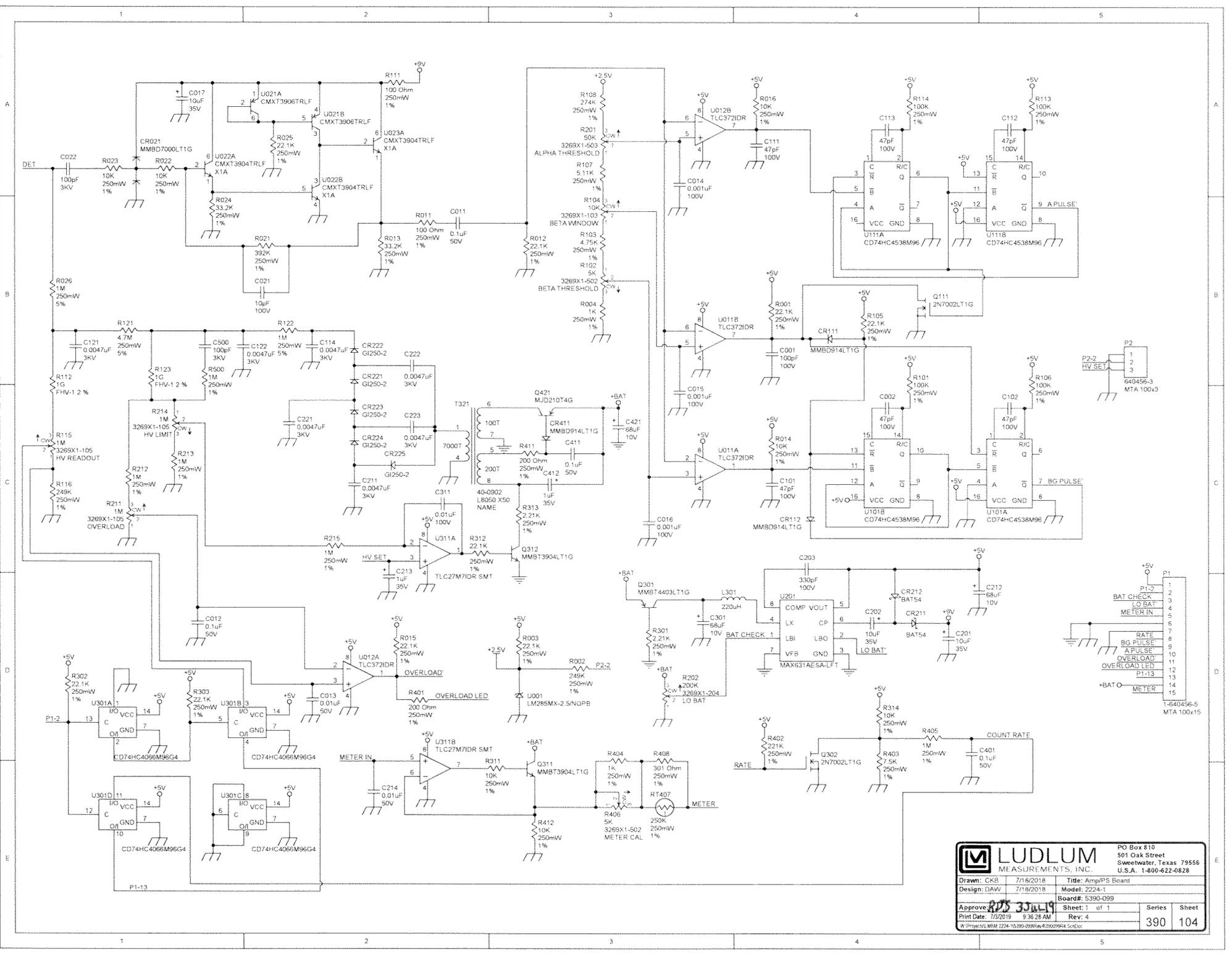
ПЛАТА ПРОЦЕССОРА БЕЗ E.L., чертеж 390 X 107
КОМПОНОВКА ПЛАТЫ ПРОЦЕССОРА БЕЗ E.L., чертеж 390 X 108

КАЛИБРОВОЧНАЯ ПЛАТА, чертеж 390 X 112
КОМПОНОВКА КАЛИБРОВОЧНОЙ ПЛАТЫ, чертеж 390 X 113 (2
листа)

ПЛАТА ДИСПЛЕЯ, чертеж 390 X 127
КОМПОНОВКА ПЛАТЫ ДИСПЛЕЯ, чертеж 390 X 128 (2 листа)

СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ПЛАТА, чертеж 390 X 124
КОМПОНОВКА СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ПЛАТЫ, чертеж 390 X 125

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА, чертеж 390 X 110



LUDLUM
MEASUREMENTS, INC.

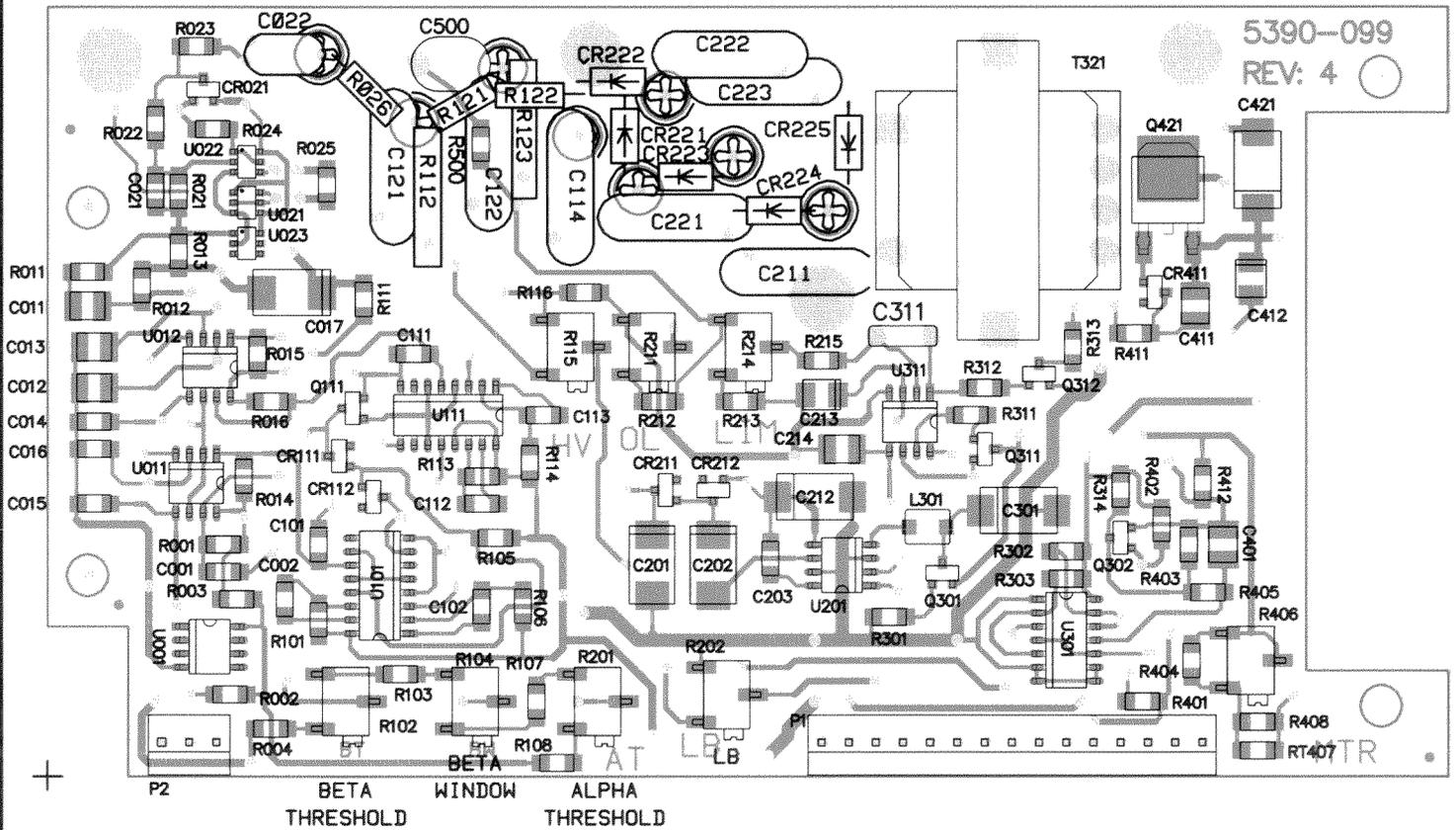
PO Box 810
501 Oak Street
Sweetwater, Texas 79556
U.S.A. 1-800-622-0829

Drawn: CKB 7/18/2018 Title: Amp/PS Board
Design: DAV 7/16/2018 Model: 2224-1
Board#: 5390-099

Approved: *[Signature]* Sheet: 1 of 1
Print Date: 7/5/2019 9:38:28 AM Rev: 4

Series	Sheet
390	104

W:\Projects\MM 2224-10-990-09964-03002964-0400



LUDLUM
MEASUREMENTS, INC.

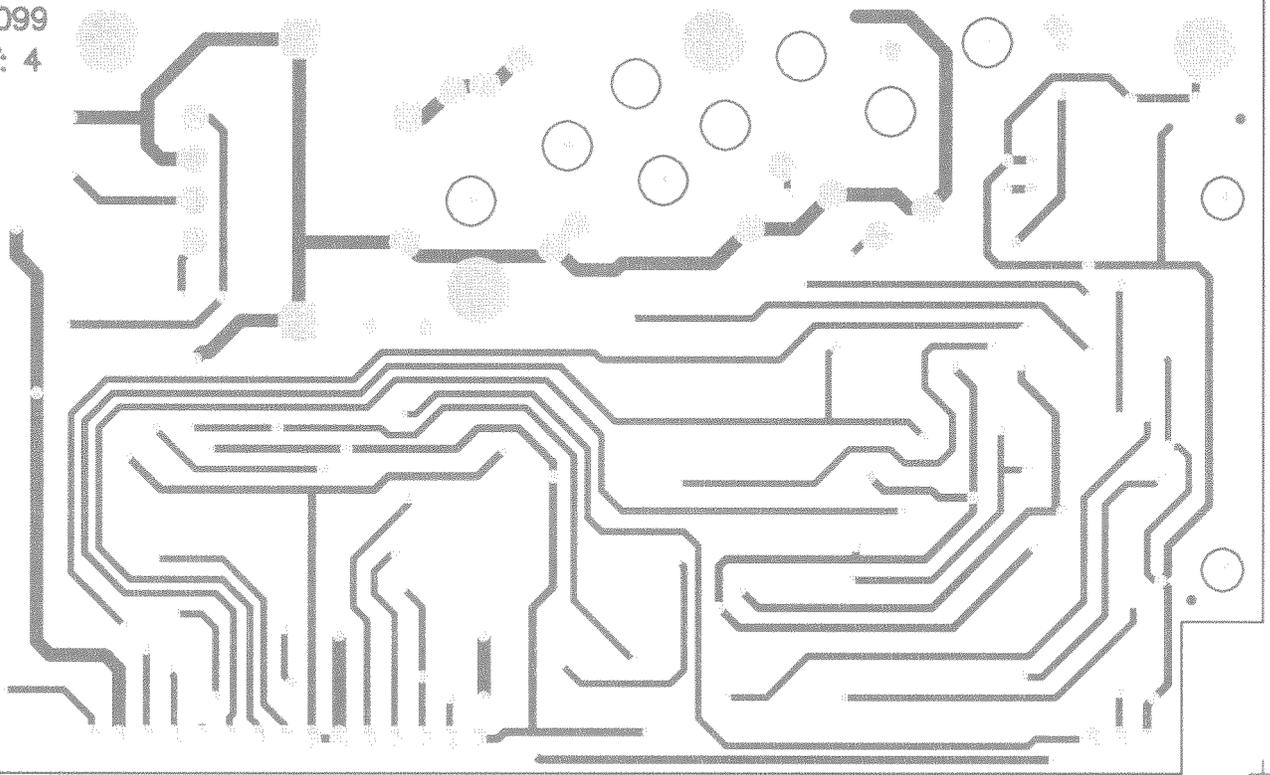
PO Box 810
501 Oak Street
Sweetwater, TX 79556
U.S.A. 1-800-622-0828

Title: Amp/PS Board			
Drawn: PAB	7/18/2018	Model: 2224-1	
Design: RDS	7/18/2018	Board#: 5390-099	
Approve: <i>RDS</i>	<i>29 July 19</i>	Rev: 4	
PCBA Drawing		SCALE: 1.08	Series Sheet
Print Date: 7/29/2019 10:42:37 AM		Top Overlay	390 105A

W:\Projects\LMM\2224-1\5390-099\Rev4\390099R4_Assy_Pcb.Doc

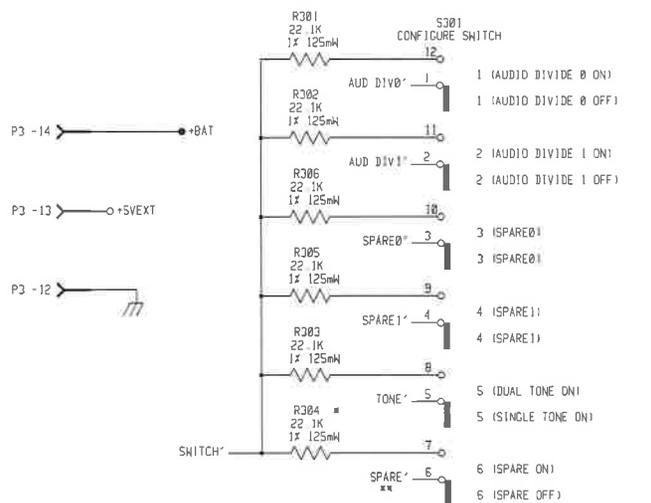
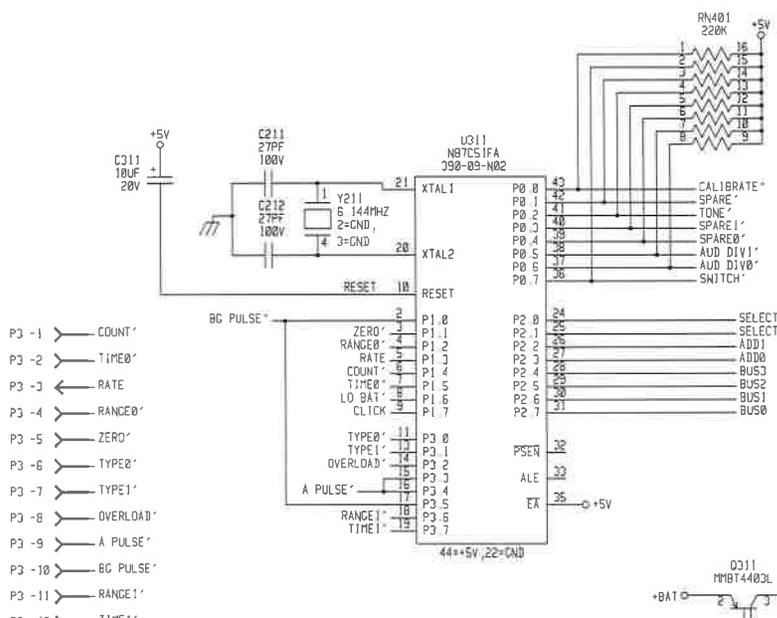
5390-099

○ REV: 4

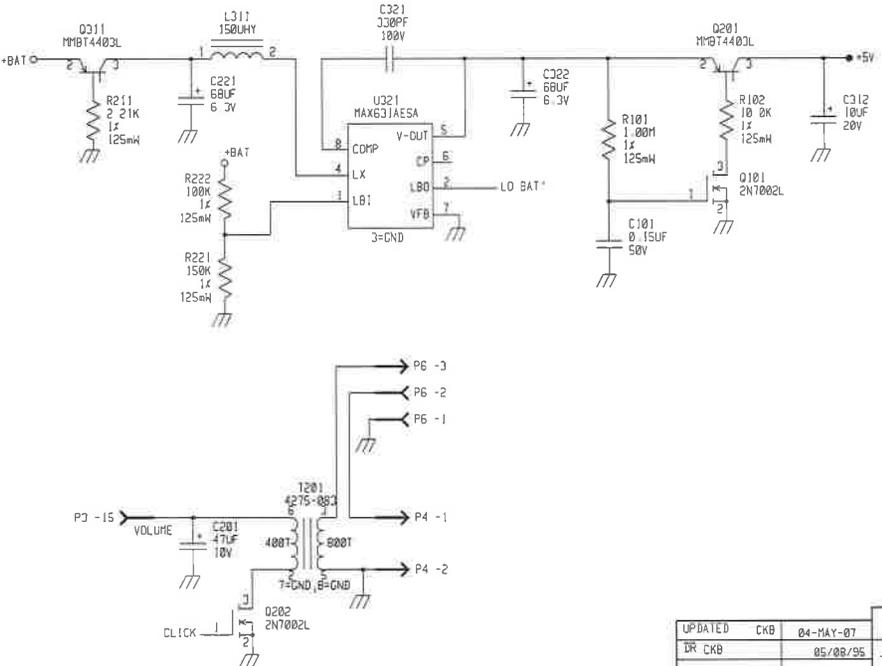
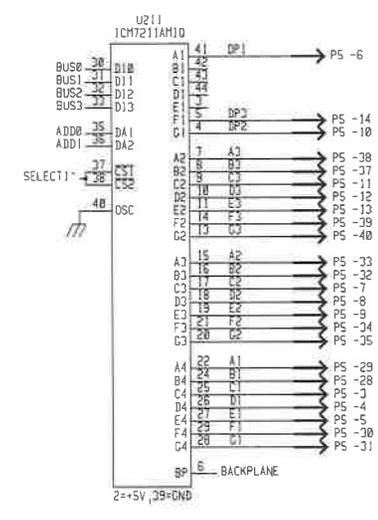
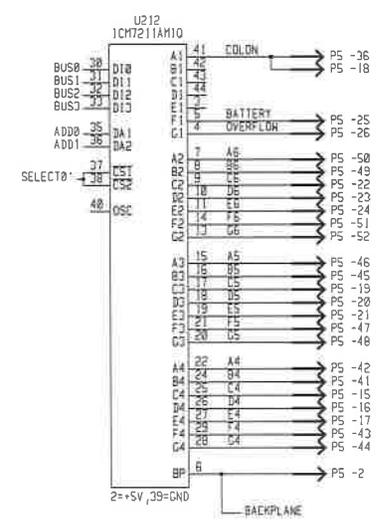


 LUDLUM MEASUREMENTS, INC.		PO Box 810 501 Oak Street Sweetwater, TX 79556 U.S.A. 1-800-622-0828	
Title: Amp/PS Board			
Drawn: PAB	7/18/2018	Model: 2224-1	
Design: RDS	7/18/2018	Board#: 5390-099	
Approve: <i>R/S</i>	<i>29 Jul 19</i>	Rev: 4	
PCBA Drawing		SCALE: 1.08	Series Sheet
Print Date: 7/29/2019	10:42:42 AM	Bottom Overlay	390 105A
<small>W:\Projects\LMM\2224-1\5390-099\Rev4\390099R4_Assy.PcbDoc</small>			

REVISIONS						
EFF	AUTHORITY	ZONE	LT/R	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



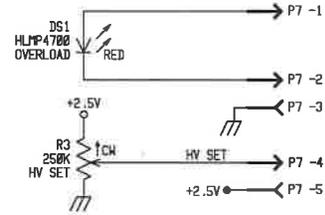
* REMOVE RESISTOR R304 FOR M2224-3
 ** JUMPER WIRE FROM PIN 6 (SPARE') TO SELECTOR SWITCH



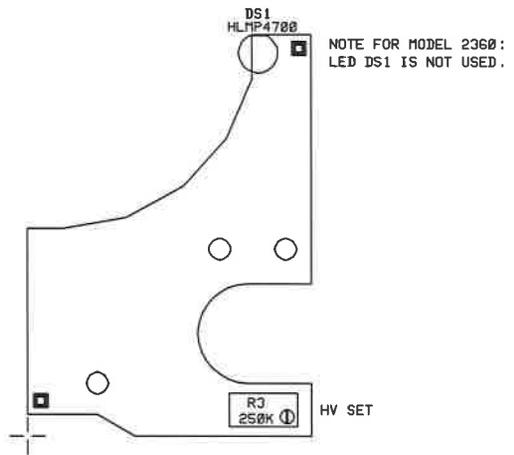
UPDATED	CKB	04-MAY-07	LUDLUM MEASUREMENTS INC.			
DR	CKB	05/08/95	TITLE: PROCESSOR BOARD W/D E.L.			
DSGN	DN	05/20/95	BOARD# S390-100			
APPD	C	2224-1/2224-3	SIZE	MODEL	SERIES	SHEET
						107
16-05-24		4-MAY-07	58398 (NO)			SHEET 0F 1

REVISIONS						
EFF	AUTHORITY	ZONE	LTR	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

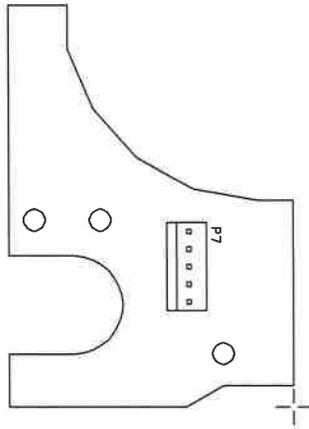
NOTE FOR MODEL 2380:
LED DS1 IS NOT USED.



UPDATED	-	LUDLUM MEASUREMENTS INC.			
DR CKB	05/31/95	TITLE: CALIBRATION BOARD			
CHK <i>P.W.</i>	<i>6-2-99</i>	BOARD# 5390-104			
DSGN PH	05/22/95	SIZE	MODEL	SERIES	SHEET
APPD <i>ES</i>	<i>6-2-99</i>	C	2224-1	390	112
NEXT HIGHER ASSY.					
16732108	2-Jun-99	58390104	SHEET 1 OF 1		

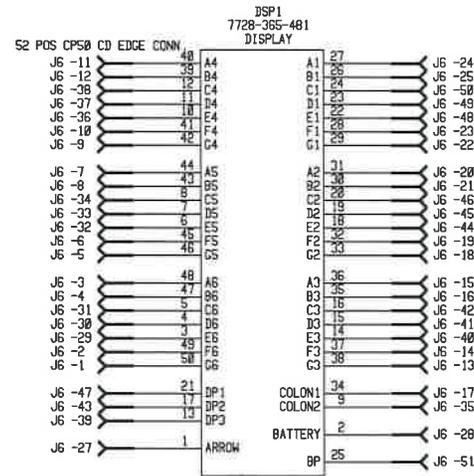


<input checked="" type="checkbox"/> LUDLUM MEASUREMENTS INC. SHEETWATER, TX.				
DR	CKB	08/03/95	TITLE: CALIBRATION BOARD	
CHK	P	6-2-99	BOARD: 5390-104	
DSCN			MODEL: 2224-1	
APP	DS	6-2-99	FILENAME: BS390104	
COMPONENT		SOLDER	16:46:44	2-Jun-99
OUTLINE		OUTLINE	REVISION	SHEET
			1.0	390 113



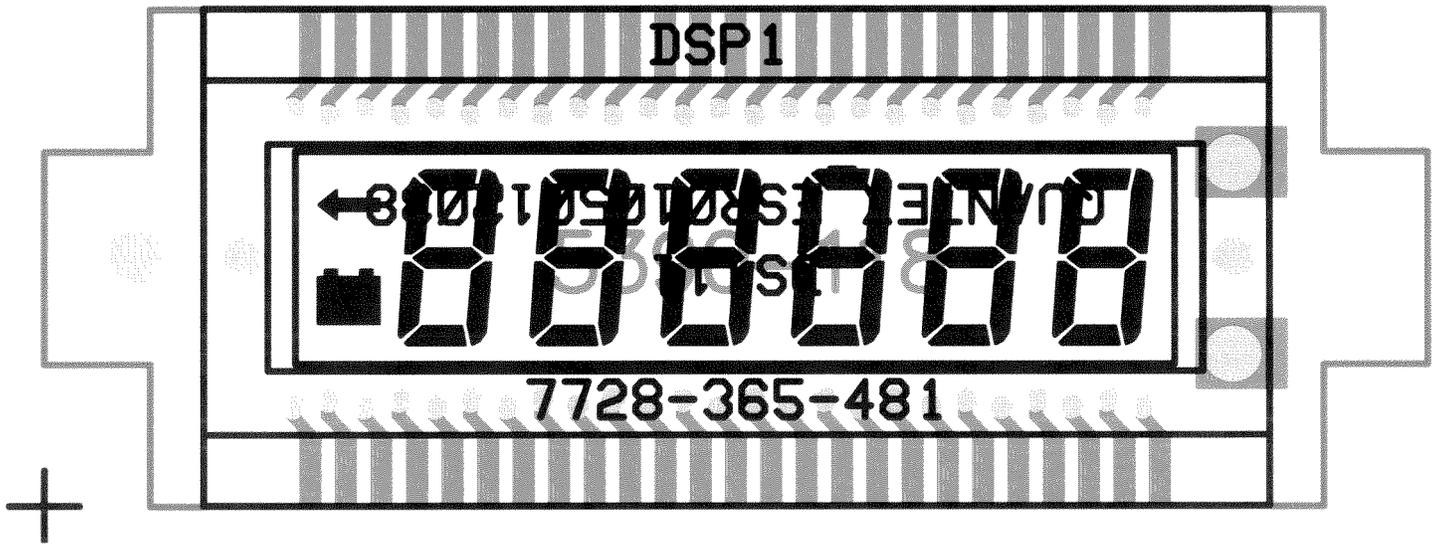
 LUDLUM MEASUREMENTS INC. SWEETWATER, TX.			
DR	CKB	03-AUG-95	TITLE: CALIBRATION BOARD
CHK	P.W.	6-27-90	BOARD# 5390-104
DSGN			MODEL 2224-1 SERIES 390 SHEET 113
APP	DS	6-2-97	COMP ARTWORK <input type="checkbox"/> SLDR ARTWORK <input type="checkbox"/>
			COMP OUTLINE <input type="checkbox"/> SLDR OUTLINE <input checked="" type="checkbox"/>
			COMP PASTE <input type="checkbox"/> COMP MASK <input type="checkbox"/> SLDR PASTE <input type="checkbox"/> SLDR MASK <input type="checkbox"/>

REVISIONS				
EFF	AUTHORITY	ZONE	LTR	DATE

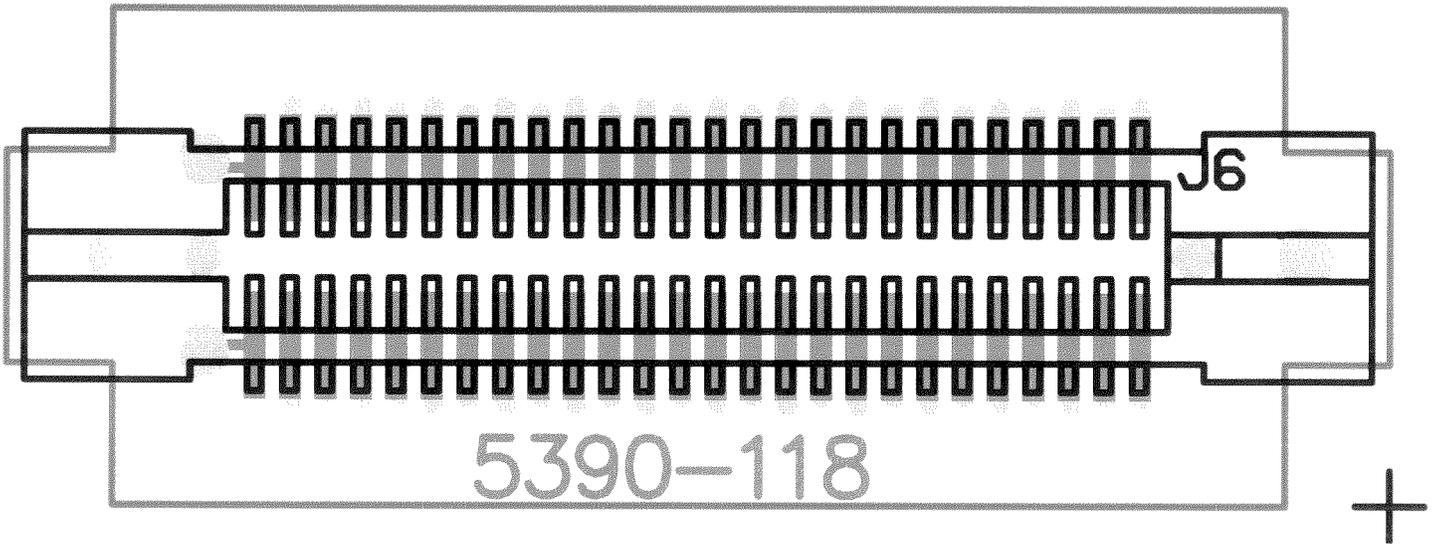


UPDATED	-	LUDLUM MEASUREMENTS INC.			
DR	ACF	02-JUN-99	TITLE: DISPLAY BOARD		
CHK	<i>P.W.</i>	10-2-99	BOARD# 5390-118		
DSGN	JCH	17-JUL-95	SIZE	MODEL	SERIES
APPD	<i>RSS</i>	6-2-99	C	2224/2224-1	390
NEXT HIGHER ASSY.			SHEET	127	
18-17-95	2-JUN-99	58390118	SHEET 1 OF 1		

4



		PO Box 810 501 Oak Street Sweetwater, TX 79556 U.S.A. 1-800-622-0828	
Title: Display Board			
Drawn: PAB	2/12/2020	Model: 2224	
Design: JGW	2/12/2020	Board#: 5390-118	
Approve: <i>RJP</i>	<i>JGW</i>	Rev: 2	
PCBA Drawing		SCALE: 1.08	Series Sheet
Print Date: 2/12/2020 9:43:11 AM		Top Overlay	390 128
<small>\\freedom\pcb\Projects\LMIM 2224\5390-118\Rev2\390118R2_Assy.PcbDoc</small>			



LUDLUM
MEASUREMENTS, INC.

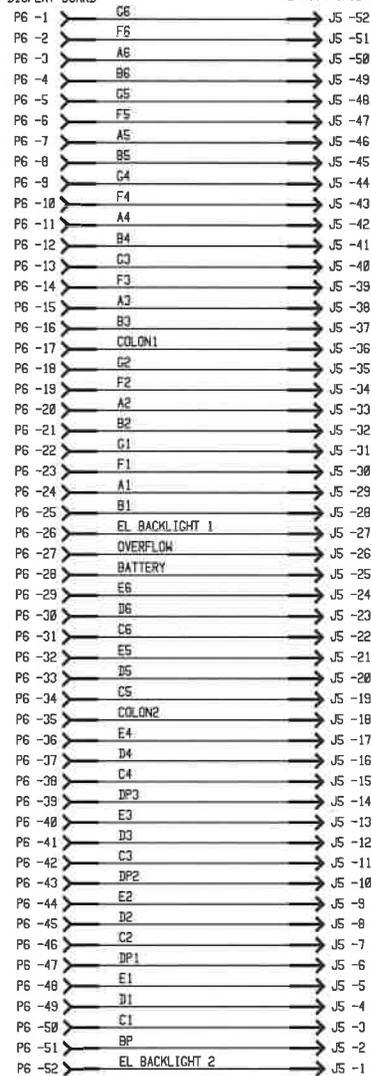
PO Box 810
501 Oak Street
Sweetwater, TX 79556
U.S.A. 1-800-622-0828

Title: Display Board			
Drawn: PAB	2/12/2020	Model: 2224	
Design: JGW	2/12/2020	Board#: 5390-118	
Approve: <i>PAB</i>	<i>12/12/2020</i>	Rev: 2	
<i>PCBA Drawing</i>		SCALE: 1.08	Series Sheet
Print Date: 2/12/2020	9:43:15 AM	Bottom Overlay	390 128
<small>\\freedom\pcb\Projects\LMM\2224\5390-118\Rev2\390118R2_Assy.PcbDoc</small>			

REVISIONS				
EFF	AUTHORITY	ZONE	LTR	DATE

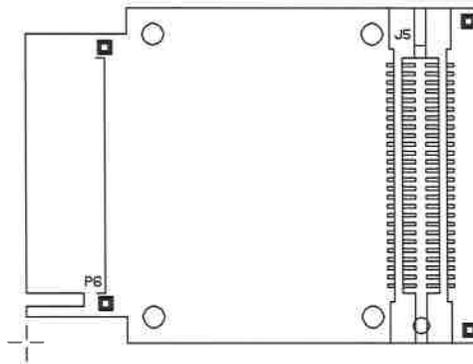
5390-118
DISPLAY BOARD

M 2224 PROCESSOR BOARD 5390-095
M 2224-1 PROCESSOR BOARD 5390-100
52 POS. CP50 CD EDGE CONN.



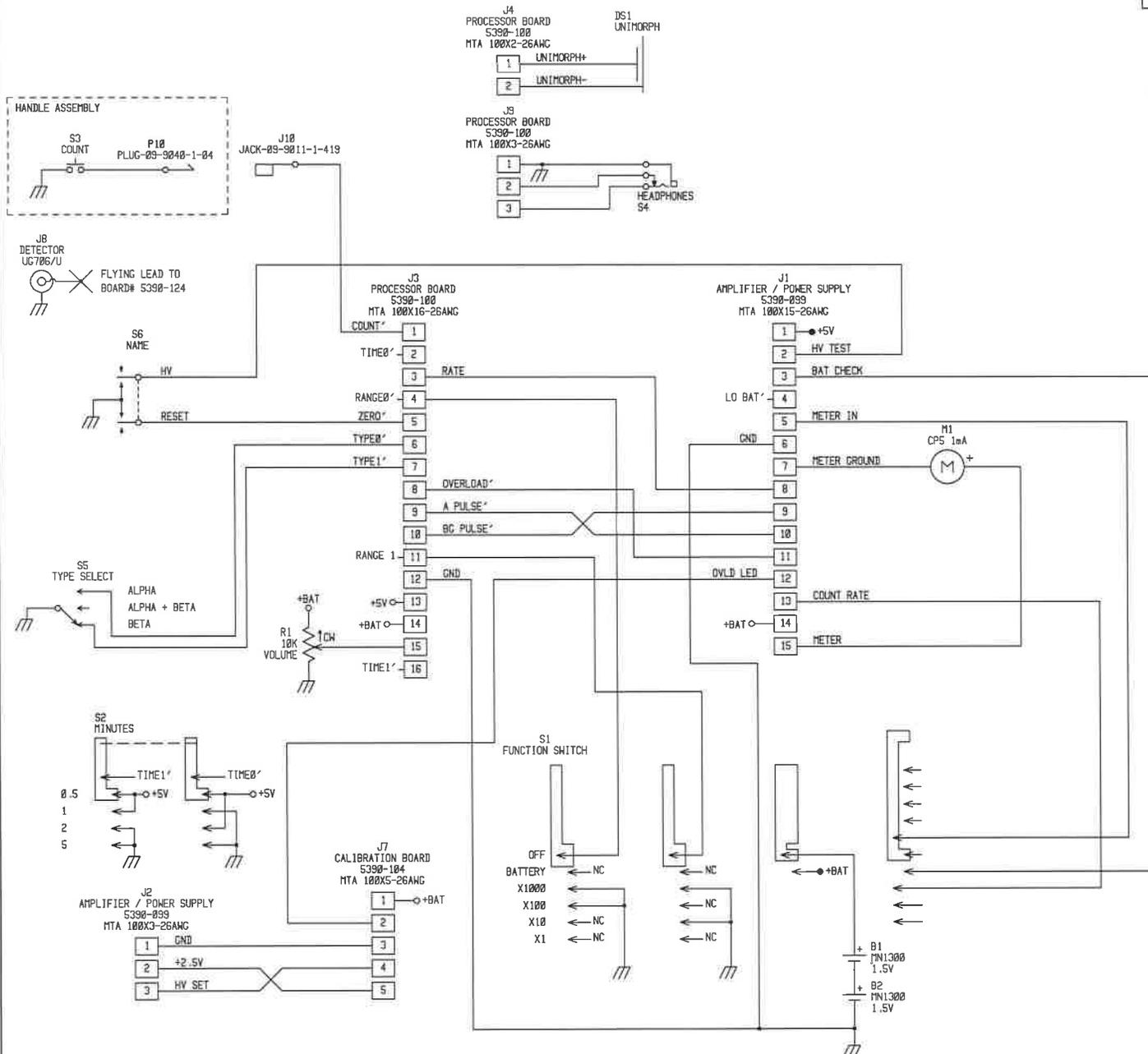
UPDATED	-	LUDLUM MEASUREMENTS INC.			
DR CKB	07/17/95	TITLE: DISPLAY INTERCONNECT BOARD			
CHK F.W.	6-16-99	BOARD# 5390-117			
DSCN JCM	07/17/95	SIZE	MODEL	SERIES	SHEET
APPD ROS	16 JUN 99	C	2224/2224-1	390	124
NEXT HIGHER ASSY.	-	SHEET 1 OF 1			
09:23:52	16-Jun-99	58390117			

VF



 LUDLUM MEASUREMENTS INC. , SHEETWATER, TX.			
DR	CKB	07/17/95	TITLE: DISPLAY INTERCONNECT BRD.
CHK	<i>JK</i>	<i>6-2-98</i>	BOARD: 5390-117
DSGN	JCH	07/17/95	MODEL: 2224
APP	<i>DSS</i>	<i>6-2-97</i>	FILENAME: BS390117
COMPONENT		SOLDER	13:34:28 1-Jun-99
OUTLINE		OUTLINE	1.0 390 125

REVISIONS					
EFF	AUTHORITY	ZONE	LTR	DATE	APPROVED



P5 PROCESSOR BOARD 5390-100 52 PIN EDGE CARD	J5 INTERCONNECT BOARD 5390-117 52 PIN EDGE CONN.	P6 INTERCONNECT BOARD 5390-117 52 PIN EDGE CARD	J6 DISPLAY BOARD 5390-118 52 PIN EDGE CONN.
1	1	52	1
2	2	51	2
3	3	50	3
4	4	49	4
5	5	48	5
6	6	47	6
7	7	46	7
8	8	45	8
9	9	44	9
10	10	43	10
11	11	42	11
12	12	41	12
13	13	40	13
14	14	39	14
15	15	38	15
16	16	37	16
17	17	36	17
18	18	35	18
19	19	34	19
20	20	33	20
21	21	32	21
22	22	31	22
23	23	30	23
24	24	29	24
25	25	28	25
26	26	27	26
27	27	26	27
28	28	25	28
29	29	24	29
30	30	23	30
31	31	22	31
32	32	21	32
33	33	20	33
34	34	19	34
35	35	18	35
36	36	17	36
37	37	16	37
38	38	15	38
39	39	14	39
40	40	13	40
41	41	12	41
42	42	11	42
43	43	10	43
44	44	9	44
45	45	8	45
46	46	7	46
47	47	6	47
48	48	5	48
49	49	4	49
50	50	3	50
51	51	2	51
52	52	1	52

UPDATED	-	LUDLUM MEASUREMENTS INC.		
DR CKD	05/31/95	TITLE: WIRING DIAGRAM		
CHK	A.W. 6-3-99	BOARD# 390-101		
DSGN IN	05/08/95	SIZE	MODEL	SERIES
APPD	RSS 6-3-99	C	2224-1	390
NEXT HIGHER ASSY.				SHEET
				110
06:37:30	3-Jun-99	M390101		SHEET 1 OF 1