

Uniel

ПРИЛОЖЕНИЕ К РУКОВОДСТВУ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

**для модулей
управления автоматикой Uniel**

UCH-M121UX/0808 и UCH-M121RX/0808



www.uniel.ru

В данном приложении рассмотрены примеры применения модулей автоматик.

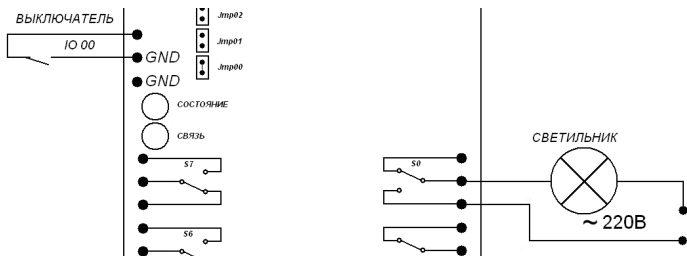
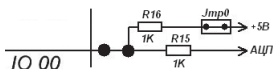
1. Простой выключатель

Одно из преимуществ использования модуля – это возможность реализовать питание выключателей, используя не 220, а всего 5 В, что служит дополнительной защитой от случайного поражения током.

Как было показано на общей схеме, силовые цепи и цепи управления гальванически развязаны.

Для примера подключим обычный выключатель к нулевому входу, а светильник – к реле 0. Замыкаем контакты *Jmp 00* прилагаемой перемычкой и выставляем порог 127.

Максимальное значение порога 255, что соответствует 5 В. При включении контакт замыкается, и входное напряжение составляет 0 В, т. к. все 5 В приходятся на сопротивление 1 кОм (например, *R16* для входа *IO 00*).



Реле	Порог включения реле	Порог выключения реле	Вход
Реле 0 Вход	127	127	255
Реле	Порог включения реле	Порог выключения реле	Вход
Реле 0 Вход	127	127	000

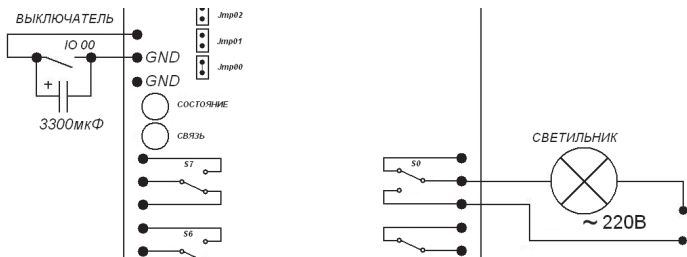
Сверху – контакт разомкнут, напряжение на входе 5 В, поэтому свет отключен.

Снизу – контакт замкнут, напряжение на входе 0 В, поэтому свет включен.

2. Простой выключатель с задержкой выключения

Иногда при выходе из помещения требуется, чтобы свет оставался гореть некоторое время, например, чтобы запереть дверь или осветить дорогу до автомобиля в гараже. Или при выходе из бани после щелчка выключателя еще нужно взяться за ручку двери.

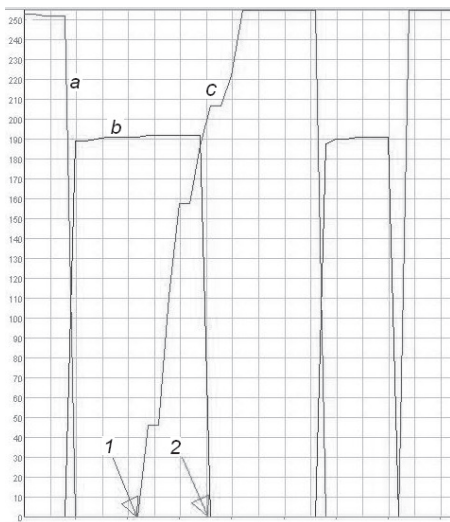
Для реализации выключения с задержкой к простому выключателю добавляется конденсатор, например 3 300 мкФ. Перемычка *Jmp 00* установлена.



Когда мы размыкаем контакты выключателя (выключаем свет), конденсатор начинает заряжаться через резистор 1 кОм (установлен в модуле). Время зарядки t рассчитывается по формуле $t = C \cdot R$, где C – ёмкость конденсатора, R – сопротивление резистора.

Если ёмкость выражена в мкФ, а сопротивление в кОм, то для времени в секундах получаем $t = C \cdot R / 1000 = 3,3$ секунды (зависимость зарядки конденсатора от времени нелинейная, поэтому время рассчитывается приблизительно, так в данном примере за 3,3 секунды конденсатор зарядится примерно на 78%), что соответствует порогу $0,78 \cdot 256 = 200$.

Ниже на графике (инструкции по выводу графика находятся в главе Эксперимент) линия «a» – это значение сигнала на входе, линия «b» – состояние реле. В момент времени 5 сек выключатель замыкается (свет включается). В момент $t = 11$ секунд (стрелка 1) мы разомкнули выключатель, и конденсатор начинает заряжаться, напряжение на входе растёт (линия «c»). В момент времени $t = 18$ секунд (стрелка 2) напряжение на входе достигает 200 единиц (соответствует 4 В), реле размыкается (свет выключается). Свет погас с задержкой, что и требовалось.





Сверху – конденсатор заряжен (свет не горит).

Снизу – конденсатор заряжается до порога 200 (свет горит).

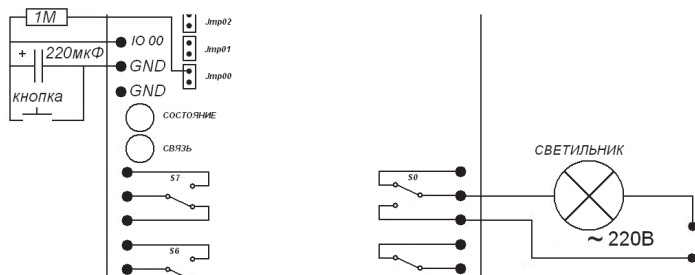
Выбором ёмкости конденсатора и величины порога мы можем выбрать необходимое значение задержки.

В качестве выключателя можно подключать и датчик движения с нормально разомкнутым контактом.

При необходимости установки большого времени задержки можно использовать модуль управления освещением UCH-M111RX/0808 или UCH-M111UX/0808 с задержкой от 1 до 255 минут.

3. Кнопочный выключатель с задержкой выключения

Существуют помещения, в которых надо свет включить на несколько минут, а потом уйти, не занимая рук выключением. Например, прихожая или погреб (балкон) с овощами. Чтобы через заданное время свет отключился сам, можно применить следующую схему:



Замыкание кнопки разряжает конденсатор (напряжение на входе – 0). После отпускания кнопки конденсатор заряжается через резистор. Резистор 1 МОм подключается напрямую к питанию 5 В (перемычка *Imp 00* не стоит).

Сопротивление $R = 1 \text{ МОм}$.

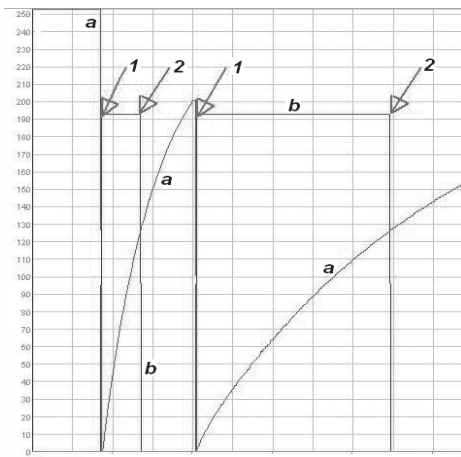
Ёмкость $C = 220 \text{ мкФ}$.

Выставляем порог 127.



Сверху – свет выключен (кнопочный выключатель разомкнут).

Снизу – выключатель замкнули (свет включен). Напряжение на входе постепенно растет.



На графике:

Стрелками «1» обозначены моменты включения (замыкания) кнопочного контакта).

Стрелками «2» – моменты выключения света (слева для $C = 220 \text{ мкФ}$, $R = 1 \text{ МОм}$, справа для $C = 220 \text{ мкФ}$, $R = 5 \text{ МОм}$).

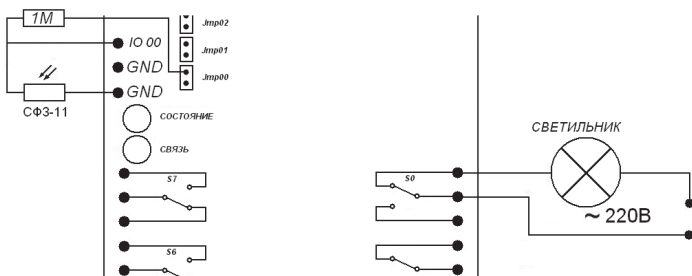
Линия «a» – значение сигнала на входе.

Линия «b» – состояние реле.

В качестве выключателя можно подключить датчик движения с нормально разомкнутым контактом.

4. Дежурное освещение

Чтобы свет включался только при наступлении темноты, например, освещение дорожек в саду, используем фоторезистор. Резистор 1 МОм подключается напрямую к питанию 5 В (перемычка *Imp00* не стоит).



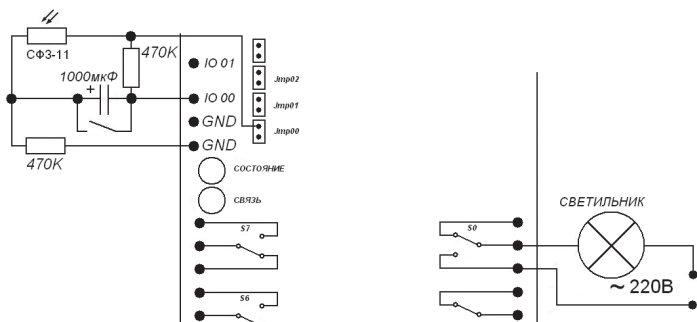
Когда освещенность высокая, сопротивление фоторезистора и соответственно напряжение на входе *IO 00* мало, выходное реле *S0* переключает *COM* на *NO*. Поэтому, чтобы свет горел в темное время суток, светильник подключаем к контактам *COM* и *NC*.

При наступлении темноты сопротивление фоторезистора растет, соответственно на входе напряжение повышается. При достижении порога *COM* переключится на *NC*, тем самым замкнув выходную цепь (включится свет).

Внимание! Необходимо расположить фоторезистор так, чтобы включаемый свет не был напрямую на него направлен.

5. Дежурное освещение с задержкой

Если нужно держать свет не постоянно, а включать на некоторое время, например, для прогулки по саду или посещения подвала, можно использовать следующую схему:



Перемычка *Jmp00* не стоит.

При нажатии кнопки свет включается только в темноте и выключается с задержкой.

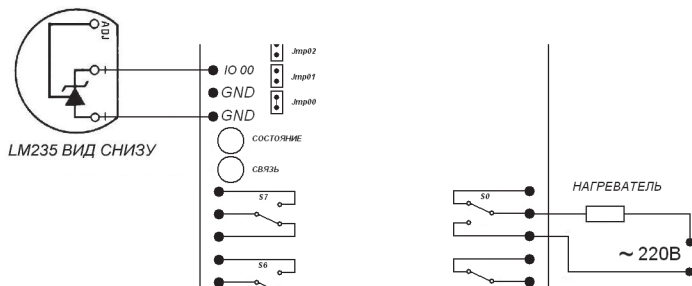
Полное время задержки определяется произведением емкости конденсатора на сопротивление резисторов.

Свет можно включать и датчиком движения, имеющим нормально разомкнутый контакт.

6. Поддержание температуры

6.1. Датчик температуры типа LM235

На схеме показано подключение датчика температуры и нагревателя (установлена перемычка *Imp 00*).



Область применения:

- Поддержание температуры воды в аквариуме. Датчик приклеивается теплопроводным клеем к доньшку изнутри пробирки, в другую пробирку помещается нагреватель, например, резистор необходимой мощности. Нагреватель (резистор) лучше выбирать с низким (12 В) напряжением питания.
- При травлении печатных плат в хлорном железе для радиолюбительских целей. Датчик приклеивается в пробирке, нагрев – через реле феном. Раствор перемешивается, и температура поддерживается.
- Поддержание нужной температуры в теплицах, оранжереях, террариумах. При небольшой разнице температур нагревателем может служить лампа накаливания.
- Теплый пол.

- Подогрев слабозащищенных участков водопровода (в колодце, например). Оборачиваем трубопровод проводом теплого пола, по сигналу датчика включаем подогрев при $t < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Поддержание необходимой температуры в овощехранилище.

Пример1. Поддержание температуры 50 градусов Цельсия при травлении хлорным железом

Вычисляем нужное значение порога: $U = 140.27 + 50 \cdot 0.512 = 166$.

Реле	Порог включения реле	Порог выключения реле	Вход
Реле 0 Вход	166	166	149
Реле	Порог включения реле	Порог выключения реле	Вход
Реле 0 Вход	166	166	166

Мы выставили порог, соответствующий $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Нагреватель включен (сверху). Температура достигла $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, и подогрев выключился (снизу).

На графике справа:

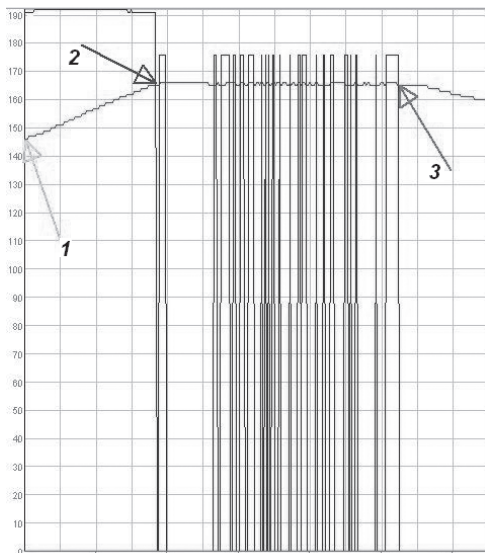
Стрелка 1 – порог выставлен, нагреватель включен.

Стрелка 2 – температура дошла до 50 градусов, нагреватель выключился. Нагреватель включится, когда температура упадет. Так продолжается периодически, нагреватель включается и выключается, поддерживая температуру.

Стрелка 3 – процесс завершен, температура раствора падает естественным путем.

6.2. Датчики температуры типа LM35, LM34

Некоторые датчики имеют отличное от LM235 подключение, и откалиброваны так, что в нуле Цельсия выходное напряжение – около нуля, поэтому для вычисления порога по температуре нужно применять выражение $U = 0.512 \cdot T$, а для вычисления температуры

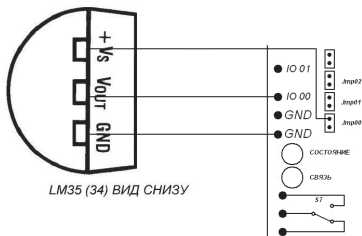


по значению $T = U \cdot 1.96$. Диапазон измеряемой температуры 2–150 градусов Цельсия.

При необходимости улучшить точность измерения (поддержания) температуры в 1,8 раза, можно применить калиброванный в градусах Фаренгейта датчик LM34. Диапазон измеряемой температуры от –15 до 149 градусов Цельсия. Порог считается по температуре согласно выражению $U = (T + 17,8) \cdot 0,92$. Определение температуры по значению показания прибора осуществляется по формуле: $T = U \cdot 1.085 - 17,8$, где температура T в градусах Цельсия.

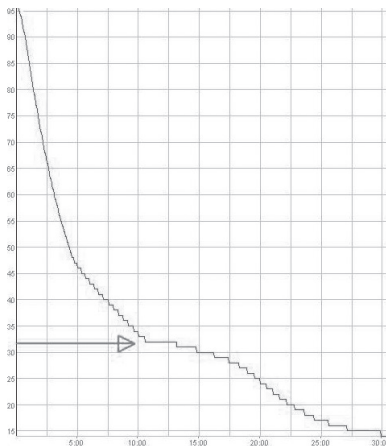
Для перевода градусов Цельсия в градусы Фаренгейта и обратно используются выражения: $F = C \cdot 9/5 + 32$ и $C = (F - 32) \cdot 5/9$, где F – температура в градусах Фаренгейта, C – Цельсия.

Датчики LM35 (LM34) подключаются следующим образом (переключатель *Imp 00* снят):

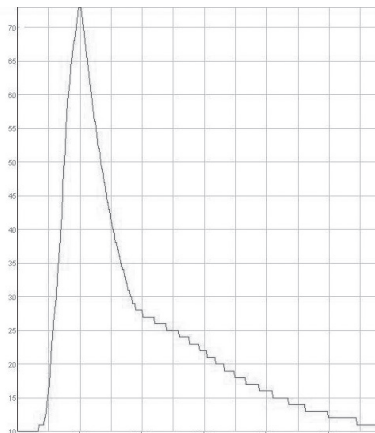


Ниже приведены результаты измерения остывающего сплава Вуда, нагрев и остывание стеарина (парафина) с помощью датчика LM35.

Полочке на первом графике около 32 соответствует температура 63 градуса, что отлично соответствует литературным данным – 65 градусов Цельсия (для сплава Вуда).



Расплавленная свечка (следующий график) состоит из разных парафинов и не имеет определенной температуры плавления.



7. Контроль влажности

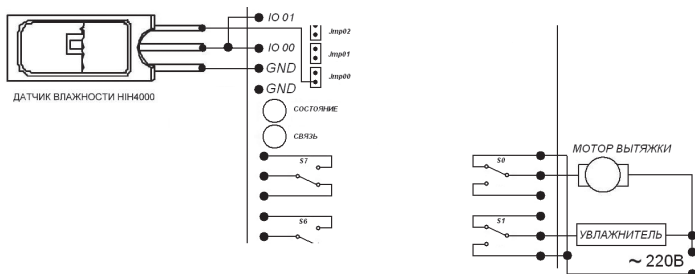
Задача – включить вентилятор ванной или кухни при повышенной влажности (просушка белья).

Выходное напряжение датчика НН4000 почти линейно зависит от влажности. В показаниях прибора $U = 41 + 1.43h$, где h = влажность в %. И наоборот, влажность по показаниям $h = 0.698 \cdot (U - 41)$.

Отметим, что при слишком низкой или слишком высокой влажности человек быстро утомляется, ухудшается зрение и память, особенно важно поддерживать определенную влажность для маленьких детей.

Покажем как поддерживать идеальную влажность 40–60%. Сигнал от датчика подаем сразу на два входа (IO00 и IO01), а к выходам

S0 и S1 подключаем вентилятор (осушитель) и увлажнитель соответственно. Определяем пороги – при значении больше 127 необходимо включить вытяжку (осушитель), при значении меньше 98 – включить увлажнитель.



Показания:

Реле	Порог включения реле	Порог выключения реле	Вход
Реле 0 Вход	127	127	096
Реле 1 Вход	98	98	096
Реле	Порог включения реле	Порог выключения реле	Вход
Реле 0 Вход	127	127	110
Реле 1 Вход	98	98	110
Реле	Порог включения реле	Порог выключения реле	Вход
Реле 0 Вход	127	127	131
Реле 1 Вход	98	98	131

Пороги выставлены для поддержания комфортной влажности.

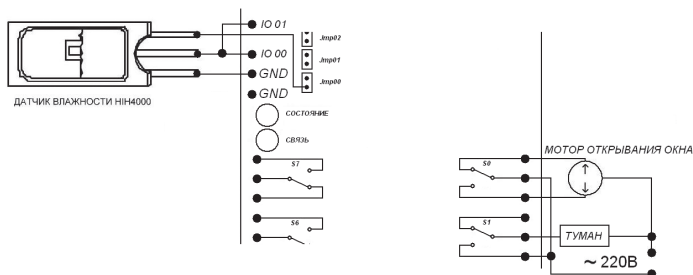
Сверху вниз:

- влажность 38 %, оба реле сработали, вытяжка (нормально замкнутый контакт; цепь разомкнута) выключена, увлажнитель (нормально разомкнутый контакт; цепь замкнута) включен;
- влажность 48 %, вытяжка и увлажнитель отключены;
- влажность 63 %, вытяжка включена, увлажнитель выключен.

Заметим, что пониженная влажность воздуха не безобидна также для мебели, картин, паркета и даже книг. Если у Ваших комнатных растений верхушки листьев засыхают – самое время увлажнить воздух. Для теплиц/оранжерей с вытяжной вентиляцией схема полностью аналогична.

7.1. Влажность регулируем проветриванием

В теплице/оранжерее в качестве средства для повышения влажности применяют «искусственный туман», а при необходимости уменьшить влажность можно просто открыть вентиляционное окно, управляемое реверсивным двигателем. Нужно только поставить концевые датчики, если мотор их не имеет и не отключается автоматически.

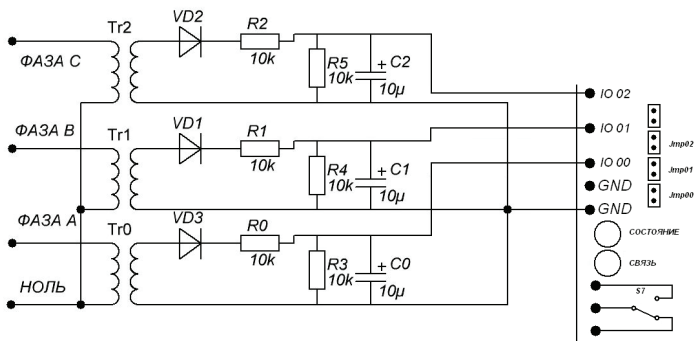


8. Контроль напряжения сети

Большинство современных приборов работают в широком диапазоне питающего напряжения, однако кондиционеры, холодильники и другие приборы с моторами не любят высокого или низкого напряжения. Используя модуль автоматике, можно контролировать напряжение в сети.

Сначала необходимо превратить 220 В переменного напряжения в 5 В. Для этого используем трансформаторы, понижающие напряжение до 5 Вольт, и небольшой выпрямитель. Можно использовать и готовый блок питания с выходом 3–12 В (обязательно нестабилизированный), приведя с помощью резисторов напряжение в диапазон до 5 Вольт.

Схема измерения параметров сети для трех фаз:

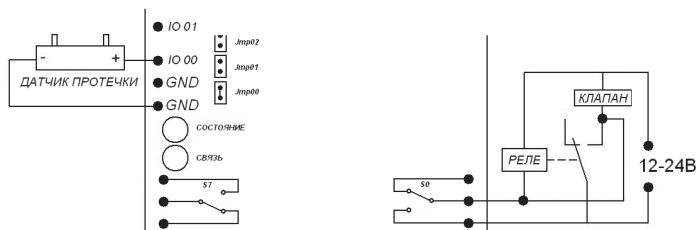


Если у Вас только одна фаза, достаточно оставить один трансформатор и выпрямитель.

9. Контроль протечек воды

Существуют различные датчики протечки воды.

Внимание! Если вода попала на датчик, то клапан на водоснабжение должен быть перекрыт навсегда, до вмешательства человека. Иначе может получиться: протекла вода – клапан закрыт, высох датчик – клапан открывается, вода опять на полу.

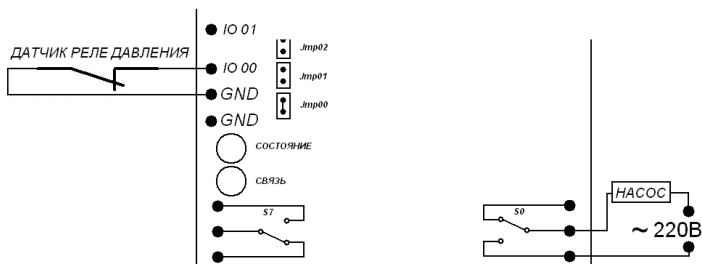


Проще всего реализовать такую необратимость с помощью 12 (24)-вольтового реле, тем более что и клапан должен быть на 12 (24) Вольт, 220 Вольт в системе водоснабжения недопустимо. Клапан рекомендуется нормально закрытый, чтобы даже при маловероятном совпадении пропадания напряжения и протечки клапан был закрыт.

Нормально закрытый клапан подключаем к нормально замкнутому контакту внешнего реле. Для разблокировки необходимо снять со схемы напряжение 12–24 В.

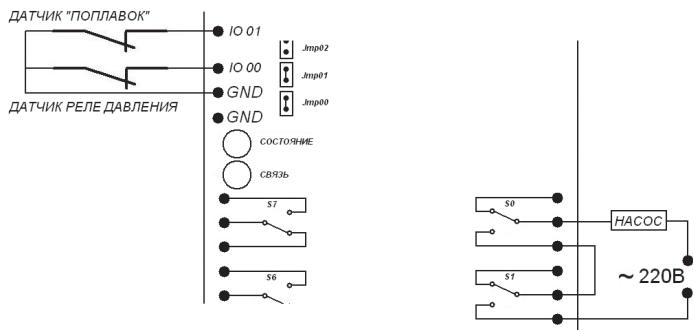
10. Контроль насоса

В закрытых системах «насос-гидроаккумулятор» вода накачивается до определенного давления. В качестве датчика используем реле давления. Выставляем минимальное и максимальное давление и подключаем контакты датчика – реле ко входу IO 00.



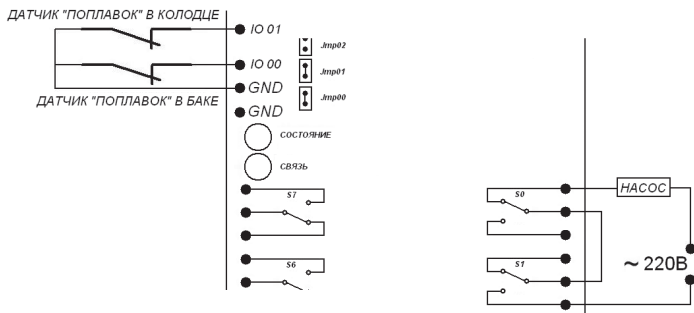
10.1. Датчики уровня (поплавок). Защита от «сухого хода»

Если в кране (колодце, скважине) нет воды, то насос надо защитить от так называемого «сухого хода». Возможно, Ваш насос имеет защиту, но недорогие насосы надо защищать. Простейший датчик уровня – в просторечии «поплавок» – имеет замкнутый контакт в положении «стоя», а в положении «вбок» или «вниз головой» контакт размыкается. Вы можете сделать «поплавок» из датчика ДИМК (датчик инерционный магнито-контактный), приклеив к нему теннисный шарик.



10.2. Датчики уровня (поплавки). Заполнение бака водой, с защитой насоса

Задача заполнения резервуара (если для жизнеобеспечения – тогда уровень воды в резервуаре должен быть почти постоянным) решается применением одного поплавкового датчика уровня у верхнего края резервуара, при этом сама механика работы датчика обеспечит некоторый гистерезис – насос не будет включаться каждый раз при убывании уровня на доли миллиметра:



10.3. Датчики уровня (поплавки). Вода в баке для полива

Допустим, необходимо накачать полный бак, оставить греться почти на сутки и начать качать, когда резервуар практически опустеет.

Устанавливается датчик воды в колодце (скважине) во избежание «сухого хода».

Задача заполнения резервуара решается применением двух поплавковых датчиков уровня и дополнительного реле.

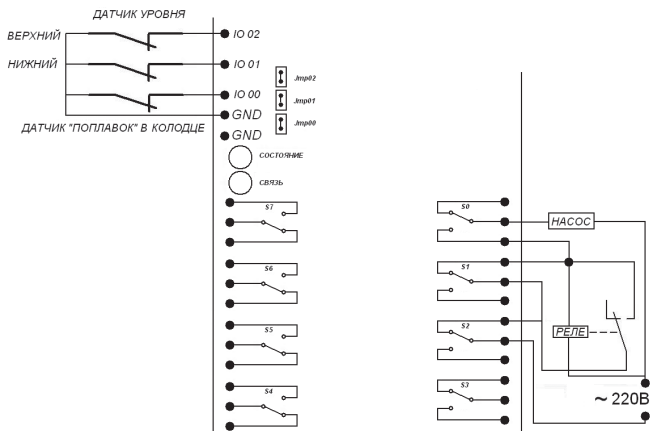
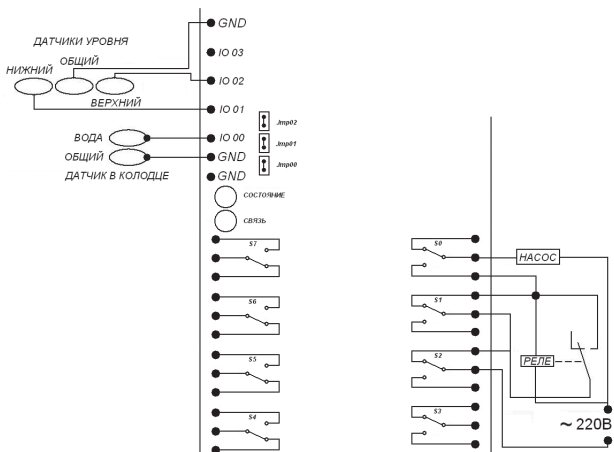


Схема и логика работы следующая:

- Если воды в колодце нет, датчик разомкнут, реле *S0* обесточено, насос не работает.
- Когда вода в колодце есть, воды в резервуаре нет, датчики «нижний» и «верхний» разомкнуты, реле *S1* и *S2* замыкают цепь, напряжение через нормально замкнутый контакт подается на внешнее РЕЛЕ, которое замыкает свой нормально разомкнутый контакт. Вода поступает в резервуар, датчик «нижний» замыкает контакт, реле *S1* отключает напряжение на нормально замкнутом контакте, но внешнее РЕЛЕ остается замкнутым, и напряжение на насос продолжает поступать.
- Когда вода в резервуаре накачалась до верхнего датчика, он замыкает вход 2, реле *S2* отключает напряжение от внешнего РЕЛЕ, и насос обесточивается.
- При отборе воды до нижнего уровня датчик «нижний» вновь размыкается, вновь запускается насос.

10.4. Датчики уровня (контактные). Система заполнения резервуара с защитой от сухого хода

Природная вода – проводник. Поэтому для индикации уровня можно использовать контакты. Можно их купить в специализированных фирмах, можно изготовить самим из не подверженного коррозии металла, чем больше площадь – тем лучше. Если источник воды – скважина, то как общий контакт можно использовать трубу скважины. В колодец необходимо опускать конструкцию из двух контактов. Можно взять датчики протечки воды, хорошо гидроизолировав соединение. В резервуаре, если он металлический, как общий контакт можно использовать стенки, нижний и верхний датчики прикрепить ко дну/стенке, либо использовать шток (лучше пластик) с прикрепленными контактами.



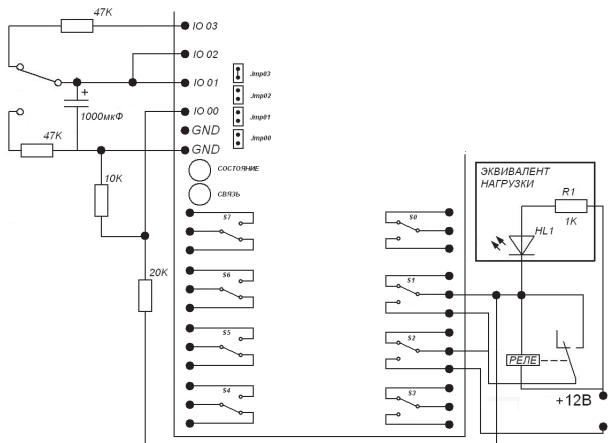
Логика аналогична предыдущему примеру, схема отличается только входами.

Перед запуском насоса желательно посмотреть показания для выбора значений порогов.

10.5. Управление с гистерезисом (по двум значениям), внешнее реле

В некоторых случаях система управления неустойчива: например, неудачно расположен датчик освещения (на него попадает контролируемый свет). При наступлении темноты модуль автоматики включает свет, но этот же свет попадает на датчик, что приводит к отключению контролируемого света. Очевидный способ в этом случае – расположить датчик так, чтобы контролируемый свет не попадал на датчик.

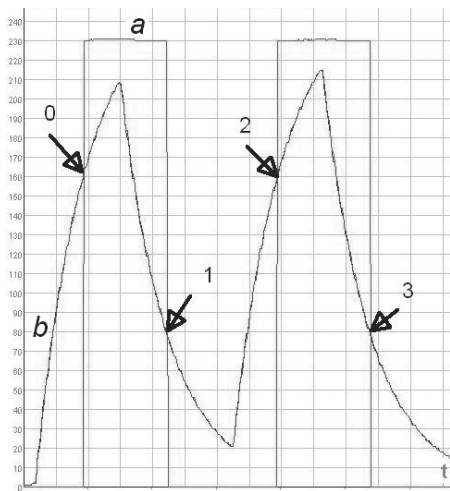
Однако в случае контроля температуры в небольшом объеме нагрев и остывание будут происходить быстро – и реле контроля будет непрерывно щелкать. В некоторых случаях (например, травление в хлорном железе) особая точность и не нужна – диапазон допустимых температур 45–55 градусов.



Для каждого процесса необходимо задействовать два входа и два выхода.

Переключатель подключает конденсатор или к нулю, или к +5 В на входе 3 (стоит перемычка *Imp 03*, остальные сняты), конденсатор плавно разряжается или заряжается в диапазоне 0–5 Вольт, что соответствует диапазону входных значений (0–256). При включении напряжение на конденсаторе (и входах *IO00* и *IO01*) равно нулю, нормально разомкнутые контакты реле *S1* и *S2* замкнуты. Внешнее РЕЛЕ также замыкает нормально разомкнутый контакт, подавая напряжение на свою обмотку. Нагрузка подключена – светодиод горит.

Для иллюстрации приведен график работы. Выставлены пороги 80 (первый) и 160 (второй):

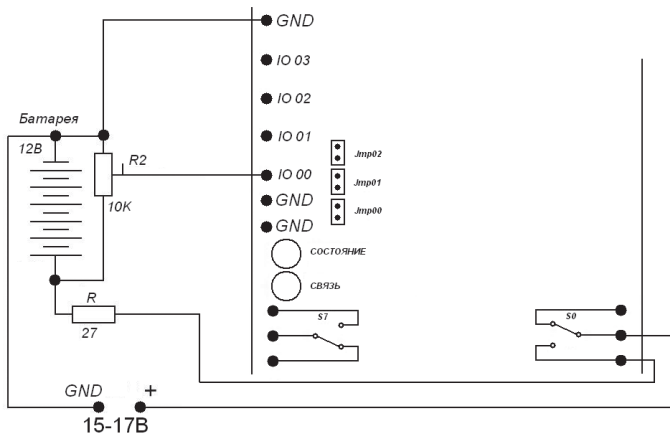


В точках 0, 2 входные значения (линия «b») достигают 160, реле *S2* отключается, внешнее РЕЛЕ разблокируется – напряжение с на-

грузки снимается (линия «а»). При падении входного значения до 80 (стрелки 1 и 3) включается реле *S1*, внешнее РЕЛЕ блокируется – нагрузка подключается, линия «а» в нуле.

10.6. Управление с программным гистерезисом (по двум значениям)

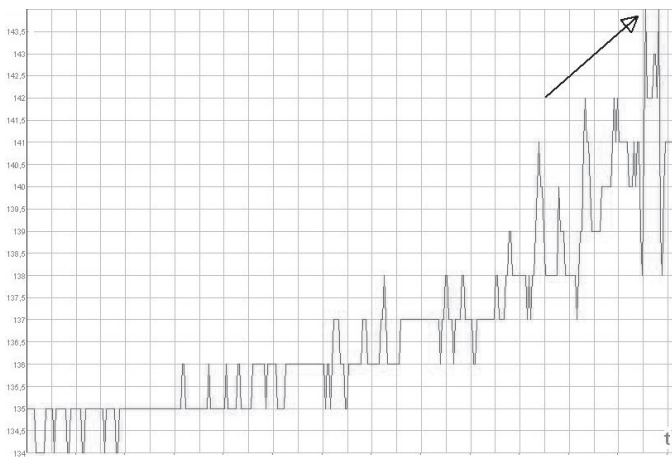
Рассмотрим пример с зарядкой аккумулятора. Свинцовый аккумулятор в циклическом режиме (зарядка-разрядка, не путать с буферным режимом – см. инструкцию к вашему аккумулятору) заряжается током 1/10 от номинальной ёмкости до напряжения 14,4 В. Процесс зарядки возобновляется, когда напряжение падает ниже 13,8 В.



Резистор *R* подбирается так, чтобы ток через разряженный аккумулятор был 1/10 от емкости, например, для 7 А аккумулятора ток должен быть 0,7 А.

Реле	Порог включения реле	Порог выключения реле	Вход
Реле 0 Вход	138	144	139
Реле 1 Вход	127	127	139

Пороги и гистерезис выставляются так, чтобы они соответствовали 13,8 и 14,4 Вольта. В данном случае резистор $R2$ делит напряжение на аккумуляторе так, что 12 В соответствует 120 единицам на входе. На входе 1000 получаем напряжения 2,7 В и 2,82 В (для напряжений на аккумуляторе 13,8 В и 14,4 В соответственно), при этом значения порогов равны 138 и 144.



Аккумулятор заряжается до 14,4 В (указано стрелочкой), затем прибор поддерживает напряжение на аккумуляторе в пределах 13,8–14,4 В.

Вы можете найти данные по значениям напряжения для циклического и буферного режимов в инструкции к аккумулятору.

Внимание! Напряжения на аккумуляторах имеет температурную зависимость, поэтому значения могут немного отличаться.

Эксперимент

Интерфейс программы

Использование программы Home Automation позволяет управлять модулем с помощью компьютера, а также отображать временные характеристики на графиках. Помимо основного окна программа содержит следующие вкладки:

1. На вкладке «Настройки» вы можете задать адрес модуля (подробный процесс установки адреса описан в инструкции).
2. Вкладка «Plotter» – зависимость сигнала со входа *In 1* (ось ординат *Y*) от сигнала со входа *In 0* (ось абсцисс *X*); при изменении направления меняется цвет.
3. Вкладка «XY Graph» позволяет строить график зависимости сигнала на входе *In 1* (ось ординат *Y*) от сигнала на входе *In 0* (ось абсцисс *X*).
4. Вкладка «Вход 0» – на графике отображается зависимость сигнала на входе *IO 00* от времени.
5. Вкладка «Вход 4» – на графике отображается зависимость сигнала на входе *IO 04* от времени.
6. Вкладка «Вход 0–3» – на графике отображается зависимость сигнала на входах *IO 00–IO 03* от времени.
7. Вкладка «Вход 4–7» – на графике отображается зависимость сигнала на входах *IO 04–IO 07* от времени.

Инструменты при построении графиков

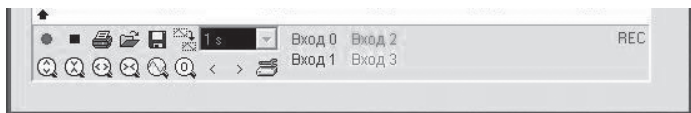


Графические настройки (стр. 28)

Для перехода в окна графиков нужно подвести курсор к верхней части окна программы, появится линейка выбора панелей:



Меню работы с графикой открывается/закрывается нажатием на маленькую черную стрелку.



Нажатием на значок «Настройка параметров» открывается окно настройки параметров графика:

диапазон напряжений

название графика

период

отсчет времени с нуля (relativ) или
отображение реального времени
(absolut)

цвет линий графика

толщина линий графика

цвет заднего плана, размерной
сетки, осей абсцисс и ординат,
текста

по умолчанию отключены

открыть файл

программируемые комбинации
кнопок на клавиатуре

автопрокрутка

окно в размер графика
подсказки (по умолчанию
отключены)

Y(t)-Plotter

Range

Range:

Unit:

Timebase

Sample rate:

Display:

Time window [s]:

Colour

Channel 1:

Channel 2:

Channel 3:

Channel 4:

Pen width

Channel 1:

Channel 2:

Channel 3:

Channel 4:

Colour

Background:

Grid:

Zero-lines:

Text:

Export

File prefix:

Overwrite file: ☐

Import

File:

Hotkeys

Hotkey 1	None	Ctrl	Alt	Shift	---
Hotkey 2	None	Ctrl	Alt	Shift	---
Hotkey 3	None	Ctrl	Alt	Shift	---
Hotkey 4	None	Ctrl	Alt	Shift	---
Hotkey 5	None	Ctrl	Alt	Shift	---
Hotkey 6	None	Ctrl	Alt	Shift	---
Hotkey 7	None	Ctrl	Alt	Shift	---
Hotkey 8	None	Ctrl	Alt	Shift	---
Hotkey 9	None	Ctrl	Alt	Shift	---
Hotkey 10	None	Ctrl	Alt	Shift	---

Options

Soft-Scrolling: ☒

Auto-Zoom: ☒

Hint:

При нажатии на иконку дискетки в меню работы с графикой текущие данные, отображаемые на графике, сохраняются на диске. Данные пишутся в текстовом формате в файлах с расширением .GRF.

Открыв с помощью OpenOffice Writer файл .GRF, выделяем весь текст, копируем и вставляем в новый файл OpenOffice Calc. Нужные данные начинаются со строки 23 (в файле записаны друг за другом значения времени и значения входного сигнала).

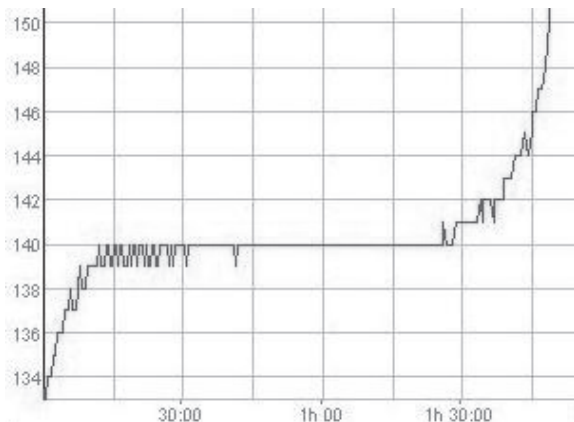
Если у вас десятичным разделителем является запятая, то поменяйте все точки на запятые.

Для удобства можно изменить формат с экспоненциального на обычный.

Пример 1. Процесс нагревания льда, его таяния и нагревания получившейся воды

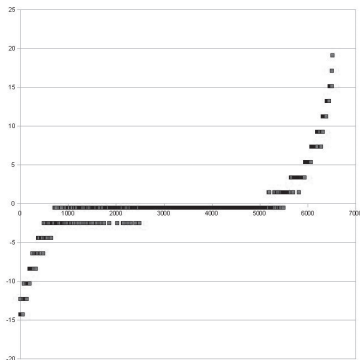
Наливаем воду в пластиковый сосуд, опускаем туда датчик температуры, замораживаем все в морозильнике, потом – на батарею.

Результат эксперимента следующий:



Проанализируем данные.

Скопировав данные в OpenOffice Calc начиная со строки 23, сортируйте время и входные значения. Применив формулу перевода в температуру $T = (U - 140.27) \cdot 1.96$, получаем график температурной зависимости в градусах.



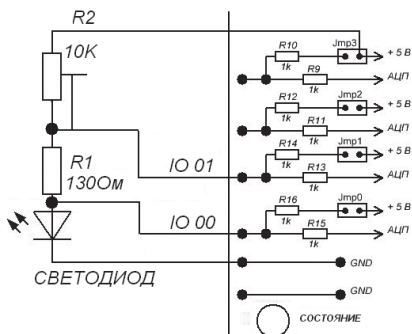
Сначала температура быстро растет, лед просто греется. Затем, около нуля градусов, температура перестает расти, все тепло батареи уходит на растапливание льда, а когда весь лед растаял, вода быстро греется до температуры батареи.

Пример 2. Измерение длины волны фотонов

Источником фотонов будут синие и красные светодиоды.

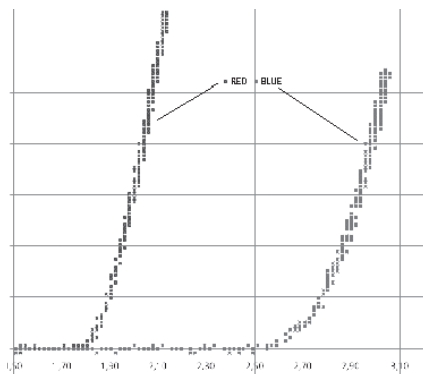
Напрямую измерить такую маленькую длину волны трудно, однако известно, что энергия излучаемого светодиодом фотона практически равна напряжению на светодиоде. Поэтому, измерив энергию, можно найти и длину волны.

Прибор не измеряет напрямую ток, но можно измерить напряжение на резисторе, через который этот ток течет. Соберем схему для получения вольт-амперной характеристики (ВАХ) разных светодиодов.



Напряжение на светодиоде вычисляется по формуле $U = 5 \cdot V_0 / 255$, где U – напряжение в вольтах, V_0 – значение сигнала на входе (0–255). Ток через диод рассчитывается по формуле $j = (V_1 - V_0) \cdot 5 / (130 \cdot 255)$ (ток j в миллиамперах). Изменяя сопротивление на резисторе $R2$, меняем ток и напряжение на светодиоде.

Полученные данные обрабатываются, и получается график зависимости тока (мА) светодиода от приложенного напряжения (В):



Энергия красного фотона 2.1 эВ, синего – 3.0 эВ.

Энергия фотона зависит от его длины волны и рассчитывается по формуле $E = C \cdot h / \lambda$.

Длина волны $\lambda = C \cdot h / E$, где C – скорость света $3 \cdot 10^{10}$ см/с,
 h – постоянная Планка, $h = 4.14 \cdot 10^{-15}$ эВ·с.

Подставив все значения в формулу, получаем длины волн красного (600 нм) и синего (414 нм) фотонов.

Справочные данные для проверки:

Цвет	Диапазон длин волн, нм
Фиолетовый	380–440
Синий	440–485
Голубой	485–500
Зеленый	500–565
Желтый	565–590
Оранжевый	590–625
Красный	625–740