

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ

Цель работы: изучить особенности построения цифровой системы автоматического регулирования уровня воды на логических элементах.

1. Общие сведения

Система позволяет выполнять автоматический контроль и поддержание уровня воды в резервуаре или водонапорной башне. Она не сложна в изготовлении и не содержит дорогостоящих электронных компонентов.

2. Принципиальная схема системы

Автоматическая система предназначена для поддержания уровня воды в резервуаре, не допуская его опустошения и переполнения. Датчики контактные E1, E2 и E3 представляют собой металлические электроды, замыкающиеся через воду.

Общим электродом является E3, он опущен в резервуар до минимального уровня воды. Так же расположен и электрод E2, контролирующий минимальный уровень (нижний уровень воды). Электрод E1 самый короткий, он расположен на максимальном уровне (верхний уровень воды).

Кнопки S1 и S2 служат для ручного управления насосом. Конденсатор C1 поддерживает насос в выключенном состоянии в момент подачи на схему питания.

В основе схемы RS-триггер на трехходовых логических элементах ИЛИ-НЕ микросхемы D1. Когда в резервуаре уровень воды ниже минимального ни один из электродов не касается воды. При этом на выходе элемента D1.3 устанавливается логическая единица, которая устанавливает триггер в состояние единицы.

Напряжение высокого логического уровня с выхода D1.1 проходит на базу транзистора VT1 и открывает его. Реле K1 замыкает контакты и подключает к сети погружной насос. Начинается наполнение резервуара.

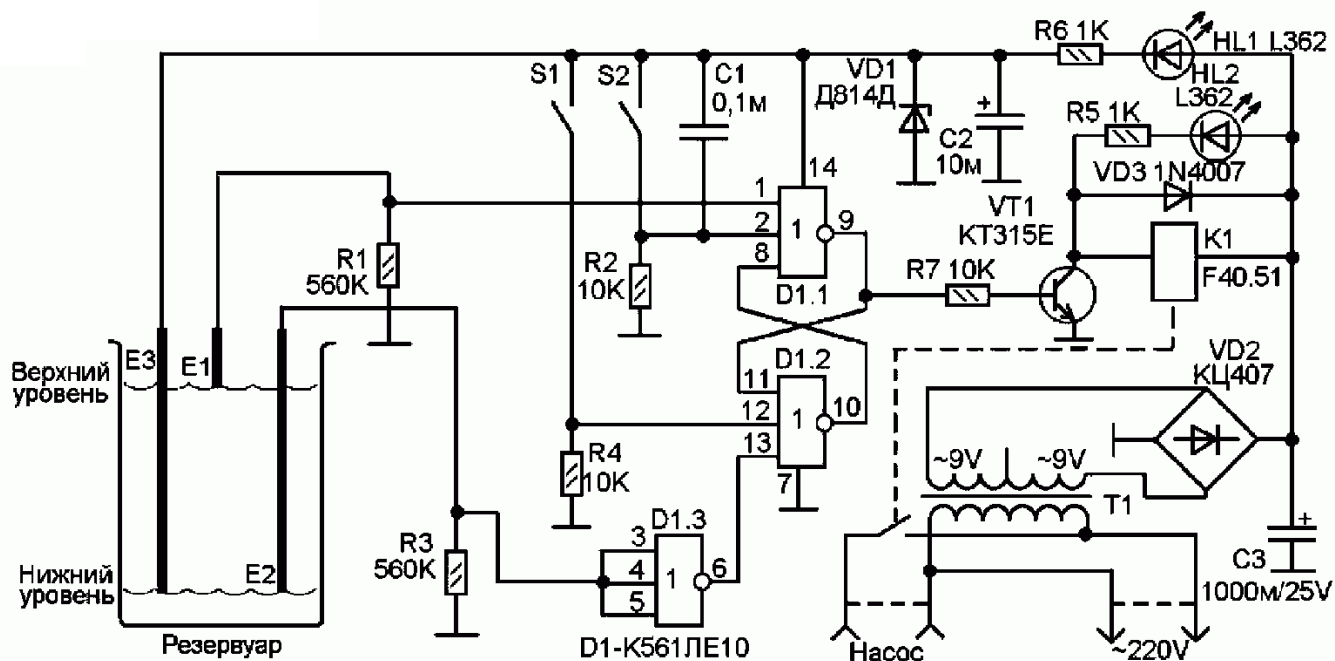


Рис. 1. Принципиальная схема системы регулирования

Постепенно уровень воды поднимается и достигает электродов E3 и E2. На выходе D1.3 устанавливается логический ноль, но триггер остается в единичном состоянии и накачка воды продолжается.

С дальнейшим заполнением вода достигает максимального уровня, при котором намокает электрод E1. Через сопротивление воды E3-E1 напряжение высокого логического уровня от положительной шины питания поступает на вывод «1» элемента D1.1. Триггер переключается в нулевое состояние. Напряжение на выходе D1.1 падает до низкого логического уровня.

Транзистор VT1 закрывается и реле K1 выключает насос.

Когда происходит отток воды из резервуара в систему водопровода, уровень воды начинает снижаться. Сначала электрод E1 выходит из контакта с водой, но насос еще не включается. Включение насоса происходит при исчезновении контакта с водой электрода E2. Таким образом насос включается, когда оба электрода E1 и E2 находятся выше уровня воды (не контактируют с водой), и выключается когда оба электрода E1 и E2 погружены в воду.

В промежуточных положениях установившееся состояние не меняется. Это позволяет очень существенно уменьшить частоту включения и выключения насоса, что благоприятно сказывается на его ресурсе.

Кнопки S1 и S2 служат для ручного управления насосом. Кнопкой S1 можно включить подачу воды раньше чем электрод E2 выйдет из воды. Кнопкой S2 можно выключить подачу воды. Если кнопка S2 будет с фиксацией, включив её можно полностью заблокировать насос.

Конденсатор C1 в момент включения питания устанавливает триггер в ноль, чтобы насос сам не включился из-за сбоя при перебоях в электропитании.

3. Питание схемы

Схема питается от сети через маломощный силовой трансформатор T1. Это трансформатор марки «ALG» с вторичной обмоткой 9-0-9V на ток не ниже 150 мА. Средний отвод обмотки не используется. На выходе выпрямительного моста VD2 на конденсаторе C3 формируется напряжение около 22-24V.

Номинальным напряжением питания обмотки реле F40.51 является 24V, но уверенное срабатывание начинается уже с 15-16V. Диод VD3 защищает транзистор от выброса ЭДС самоиндукции обмотки реле.

Микросхема питается напряжением 13V от параметрического стабилизатора на стабилитроне VD1 и резисторе R6. Последовательно с резистором R6 включен индикаторный светодиод HL1, отображающий включенное состояние схемы. Светодиод HL2 показывает включенное состояние насоса.

Источник питания можно сделать и по другой трансформаторной схеме. Необходимо чтобы на выходе выпрямителя было постоянное напряжение обеспечивающее уверенное срабатывание реле. Например, если реле с обмоткой на 12V, то и напряжение питания можно опустить до 12V.

Источник питания, каким бы он ни был, обязательно должен обеспечивать гальваническую развязку между электросетью и низковольтными цепями. В противном случае это может привести к поражению электрическим током. По этой же причине нельзя использовать вместо реле ключевые тиристорные или транзисторные схемы с гальванической связью с схемой управления (можно только при управлении через оптопару).

4. Детали схемы

Микросхему K561ЛЕ10 можно заменить на K176ЛЕ10. Стабилитрон на KC512, KC513. Светодиоды - индикаторные постоянного свечения (не мигающие) любого типа, марки и цвета. Диодный мост КЦ407 можно заменить практически любым или сделать его практически на любых диодах общего применения.

Диод VD2 - практически любой кремниевый диод малой или средней мощности. Транзистор КТ315Е можно заменить любым транзистором n-p-n общего назначения, например, КТ3102, КТ315, МП35. Реле F40.51 можно заменить любым реле с обмоткой на 24V, контакты которого подходят под мощность насоса. Если использовать реле с обмоткой на меньшее напряжение, нужно последовательно обмотке включить резистор, на котором будет падать избыток.

Например, при обмотке на 12V сопротивление такого резистора должно равняться сопротивлению обмотки реле постоянному току. Если ток обмотки реле более 80 мА нужно

переделать ключ на VT1 под соответствующий ток, возможно, сделать этот каскад на составном транзисторе или на полевом мощном транзисторе.

При использовании вместо реле симисторной оптопары светодиод оптопары включается вместо обмотки реле через токоограничительный резистор, сопротивлением соответственно номинальному току через светодиод этой оптопары.

5. Монтаж схемы

Монтаж электронной схемы выполняют на макетной печатной плате. Электронный блок располагается недалеко от резервуара, чтобы провода, соединяющие с ним щупы датчиков уровня, были не длиннее одного метра.

Один важный момент - общий провод электронной схемы не должен выходить за её пределы, то есть, его нельзя заземлять или соединять с какими-то ни было металлическими предметами, вроде водопроводных труб или корпуса резервуара, если резервуар не пластмассовый, а металлический.

6. Наладка

При наладке может потребоваться подбор сопротивления резисторов R1 и R3. Вообще, желательно выбрать сопротивления этих резисторов минимальными, плюс 20-30% к той величине, при которой схема уверенно работает.

Сопротивление этих резисторов зависит от удельного сопротивления конкретной воды. Конкретной, потому что в различных источниках, колодцах, скважинах может отличаться солевой состав воды, а от этого как раз и зависит удельное сопротивление воды в конкретном случае. Так как в течение года этот состав может меняться, нужно сделать некоторый запас по сопротивлению резисторов R1 и R3 на эти самые 20-30%.

В то же время, слишком большое сопротивление резисторов выбирать не желательно, так как схема может начать реагировать на конденсат на верхней стенке резервуара.