

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ(ТГТУ)**

КАФЕДРА «ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Курсовая работа

по дисциплине «Аналоговая радиоэлектроника»

на тему: «Бесконтактные емкостные преобразователи
неэлектрических величин. Датчики»

Студент: Яичников А.

Группа: 106-12 ЭА

Преподаватель: Хайдаров А.

ТАШКЕНТ 2015

Содержание

1. Введение.....	2
2. Емкостные датчики, общие сведения.....	3
3. Датчик присутствия.....	5
3.1.Электрическая схема и принцип работы.....	5
3.2.Используемые элементы.....	8
4. Заключение.....	9
5. Список литературы.....	11

1. Введение

Сегодня никого не удивишь различными по назначению и эффективности электронными устройствами предупреждения, которые оповещают людей или включают охранную сигнализацию задолго до непосредственного контакта нежелательного гостя с охраняемым рубежом (территорией).

Разработано огромное количество вариаций датчиков подобного типа, начиная от самых простейших, и заканчивая сложнейшими системами оповещения и контроля.

Сфера применения емкостных датчиков, а в частности датчиков присутствия огромна. Они могут использоваться, как и для бытового применения в целях охраны жилья и гаражных помещений, так и для управления системами доступа на объектах стратегического назначения.

В этой работе мы в первую очередь рассмотрим само понятие емкостного датчика, его структуру и назначение. Так же, используя готовые схемы для радиолюбителей, соберем один из простых датчиков присутствия, задача которого оповещать о нахождении человека или иного объекта в помещении.

Цель работы: изучить устройства, принцип работы и особенности бесконтактных датчиков, явления, лежащие в основе их работы, применение, выявить их достоинства и недостатки.

Задачей научной работы является получение навыков по сбору и настройке датчиков с использованием емкости

2. Ёмкостные датчики, общие сведения.

Датчик, сенсор (от англ. sensor) — термин систем управления, первичный преобразователь, элемент измерительного, сигнального, регулирующего или управляющего устройства системы, преобразующий контролируемую величину в удобный для использования сигнал.

В настоящее время различные датчики широко используются при построении систем автоматизированного управления.

Датчики являются элементом технических систем, предназначенных для измерения, сигнализации, регулирования, управления устройствами или процессами. Датчики преобразуют контролируемую величину (давление, температура, расход, концентрация, частота, скорость, перемещение, напряжение, электрический ток и т. п.) в сигнал (электрический, оптический, пневматический), удобный для измерения, передачи, преобразования, хранения и регистрации информации о состоянии объекта измерений.

Исторически и логически датчики связаны с техникой измерений и измерительными приборами, например термометры, расходомеры, барометры, прибор «авиагоризонт» и т. д. Обобщающий термин датчик укрепился в связи с развитием автоматических систем управления, как элемент обобщенной логической концепции датчик — устройство управления — исполнительное устройство — объект управления. Специальный случай представляет использование датчиков в автоматических системах регистрации параметров, например, в системах научных исследований.

Различают три класса датчиков:

- аналоговые датчики, т. е. датчики, вырабатывающие аналоговый сигнал, пропорционально изменению входной величины;
- цифровые датчики, генерирующие последовательность импульсов или двоичное слово;
- бинарные (двоичные) датчики, которые вырабатывают сигнал только двух уровней: "включено/выключено" (иначе говоря, 0 или 1); получили широкое распространение благодаря своей простоте.

Ёмкостный датчик, измерительный преобразователь неэлектрических величин (уровня жидкости, механические усилия, давления, влажности и др.) в значения электрической ёмкости. Конструктивно ёмкостный датчик

представляет собой конденсатор электрический плоскопараллельный или цилиндрический.

Емкостные датчики имеют чувствительный элемент в виде вынесенных к активной поверхности пластин конденсатора.

Принцип действия емкостных сенсоров основывается либо на изменении геометрии конденсатора (т.е. на изменении расстояния между пластинами), либо на изменении емкости за счет размещения между пластинами различных материалов: электропроводных или диэлектрических. Изменения емкости, как правило, преобразуются в переменный электрический сигнал.

Принцип действия основан на зависимости электрической емкости конденсатора от размеров, взаимного расположения его обкладок и от диэлектрической проницаемости среды между ними.

$$C = \epsilon_0 \epsilon S / d$$

где ϵ_0 - диэлектрическая постоянная; ϵ - относительная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками; S - активная площадь обкладок; d - расстояние между обкладками конденсатора.

Зависимости $C(S)$ и $C(d)$ используют для преобразования механических перемещений в изменение емкости.

Приближение объекта из любого материала к активной поверхности ведет к изменению емкости конденсатора, параметров генератора и в конечном итоге к переключению коммутационного элемента.

Емкостные датчики применяют для измерения угловых перемещений, очень малых линейных перемещений, вибраций, скорости движения и т. д., а также для воспроизведения заданных функций (гармонических, пилообразных, прямоугольных и т. п.).

Емкостные преобразователи, диэлектрическая проницаемость ϵ которых изменяется за счет перемещения, деформации или изменения состава диэлектрика, применяют в качестве датчиков уровня непроводящих жидкостей, сыпучих и порошкообразных материалов, толщины слоя непроводящих материалов (толщиномеры), а также контроля влажности и состава вещества.

3. Датчик присутствия

В данной работе, мы на практике собрали датчик присутствия(рис 1.) задачей которого является своевременное оповещение о нахождении вблизи какого либо объекта.

Некоторым минусам устройства можно считать отсутствие избирательности (системы распознавания свой/чужой»). Так узел будет сигнализировать о приближении к антенне любого лица, в том числе вышедшего «за хлебом» хозяина квартиры. Основа работы устройства - электрические наводки и изменение емкости максимально полезны при эксплуатации в больших жилых массивах с развитой сетью электрических коммуникаций; очевидно, прибор будет бесполезен в лесу, в поле и везде, где нет электрических коммуникаций.

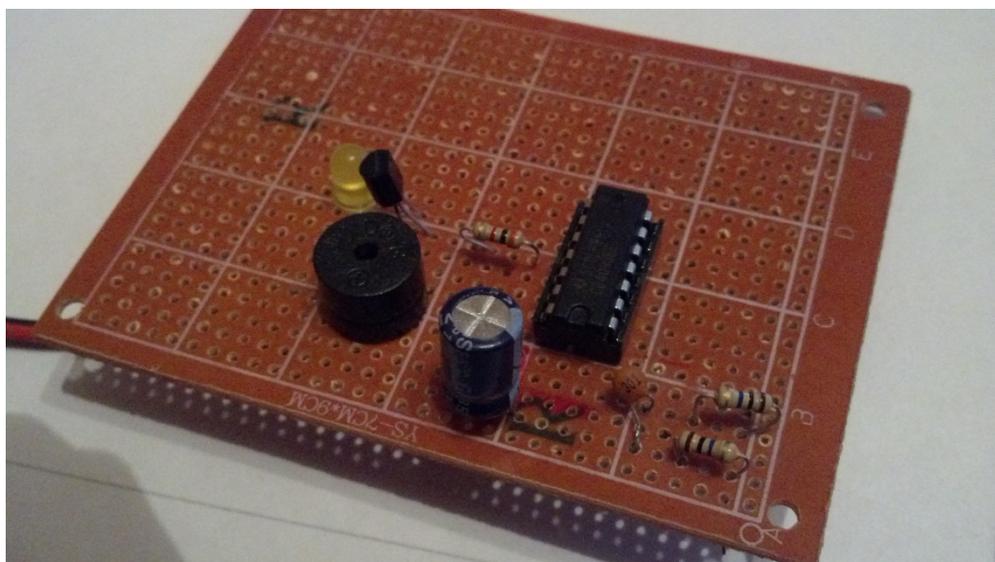


Рисунок 1 – Емкостной датчик

3.1 Электрическая схема и принцип работы

Принцип действия устройства основан на изменении емкости между сенсором-антенной E1 и «землей» (общим проводом: всем тем, что соотносится к заземляющему контуру, — в данном случае это пол и стены помещения). При приближении человека эта емкость существенно изменяется, что оказывается достаточным для срабатывания микросхемы К561ТЛ1. В основе конструкции — два элемента микросхемы К561ТЛ1 (DD1), включенные как инверторы. Эта микросхема имеет в своем составе четыре однотипных элемента с функцией 2И-НЕ с триггерами Шмита с

гистерезисом (задержкой) на входе и инверсией по выходу.

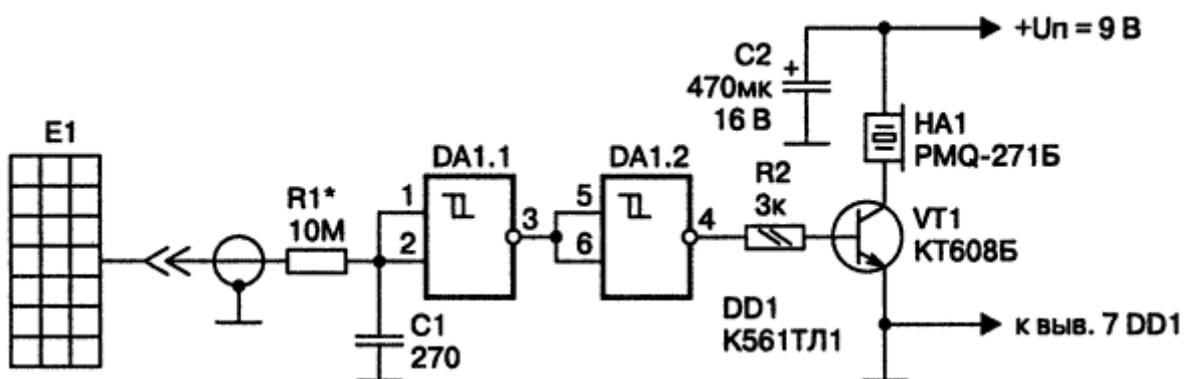


Рисунок 2 – Электрическая схема бесконтактного емкостного датчика

Применение микросхемы К561ТЛ1 обусловлено малым потреблением тока, высокой помехозащищенностью (до 45 % от уровня напряжения питания), работой в широком диапазоне питающего напряжения (в диапазоне 3—15 В), защищенностью по входу от статического электричества и кратковременного превышения входных уровней, и многими другими достоинствами, которые позволяют широко использовать микросхему в радиолюбительских конструкциях, не требуя каких-либо особых мер предосторожности и защиты.

Кроме того, микросхема К561ТЛ1 позволяет включать свои независимые логические элементы параллельно, в качестве буферных элементов, вследствие чего мощность выходного сигнала пропорционально увеличивается. Триггеры Шмита—бистабильные схемы, способные работать с медленно возрастающими входными сигналами, в том числе с примесью помех. При этом обеспечивающие по выходу крутые фронты импульсов можно передавать в последующие узлы схемы для стыковки с другими ключевыми элементами и микросхемами. Микросхема К561ТЛ (как, впрочем, и К561ТЛ2) могут выделять управляющий сигнал (в том числе цифровой) для других устройств из аналогового или нечеткого входного импульса.

Зарубежный аналог К561ТЛ1 — CD4093В.

Схема включения инверторов — классическая, она описана в справочных изданиях. Особенность представленной разработки — в конструктивных нюансах. После включения питания на входе элемента DD1.1 присутствует неопределенное состояние, близкое к низкому

логическому уровню. На выходе DD1.1 — высокий уровень, на выходе DD1.2 — опять низкий. Транзистор VT1 закрыт. Пьезоэлектрический капсюль HA1 (с внутренним генератором ЗЧ) не активен.

К сенсору E1 подключена антенна. При нахождении человека рядом с антенной изменяется емкость между штырем антенны и полом. От этого переключаются элементы DD1.1, DD1.2 в противоположное состояние. Для переключения узла человек среднего роста должен находиться (проходить) рядом с антенной длиной 35 см на расстоянии до 1,5 м. На выводе 4 микросхемы появляется высокий уровень напряжения, вследствие этого транзистор VT1 открывается и звучит капсюль HA1.

Подбором емкости конденсатора C1 можно изменить режим работы элементов микросхемы. Так, при уменьшении емкости C1 до 82—120 пФ узел работает иначе. Теперь звуковой сигнал звучит только, пока на вход DD1.1 воздействует наводки переменного напряжения — прикосновение человека.

Электрическую схему можно использовать и как основу для триггерного сенсорного датчика. Для этого исключают постоянный резистор R1, экранированный провод, а сенсором являются контакты микросхемы 1 и 2.

Последовательно с R1 подключают экранированный провод (кабель РК-50, РК-75, экранированный провод для сигналов ЗЧ — подходят все типы) длиной 1—1,5 м, экран соединяется с общим проводом, центральная жила на конце соединяется со штырем антенны.

Узел генерирует звуковой сигнал частотой около 1 кГц (зависит от типа капсюля HA1) при приближении человека к штырю антенны на расстояние 1,5—1 м. Триггерный эффект отсутствует. Как только объект удаляется от антенны, датчик переходит в режим охраны (ожидания).

Громкость сигнала ЗЧ, излучаемого капсюлем HA1, достаточна (она сопоставима с громкостью квартирного звонка).

Источник питания — стабилизированный, с напряжением 9—15 В, с хорошей фильтрацией напряжения пульсаций по выходу. Ток потребления ничтожно мал в режиме ожидания (несколько микроампер) и увеличивается до 22—28 мА при активной работе излучателя HA1. Бестрансформаторный источник применять нельзя из-за вероятности поражения электрическим током. Оксидный конденсатор C2 действует как дополнительный фильтр по

питанию, его тип — К50-35 или аналогичный, на рабочее напряжение не ниже напряжения источника питания.

При эксплуатации узла выявлены интересные особенности. Напряжение питания узла влияет на его работу: при увеличении напряжения питания до 15 В в качестве сенсора-антенны используется только обыкновенный многожильный неэкранированный электрический медный провод сечением 1—2 мм длиной 1 м; никакого экрана и резистора R1 в таком случае не надо, электрический медный провод подсоединяется непосредственно к выводам 1 и 2 элемента DD1.1. Эффект аналогичен. При изменении фазировки сетевой вилки источника питания узел катастрофически теряет чувствительность и способен работать только как сенсор (реагирует на прикосновение к E1). Это актуально при любом значении напряжения источника питания в диапазоне 9—15 В. Очевидно, что второе назначение данной схемы — обыкновенный сенсор (или сенсор-триггер).

3.2 Используемые элементы

Схема, собранная в ходе этой работы немного отличается, от схемы, приведенной на рис. 2, т.к. из-за не стабильности питания было необходимо проводить дополнительную настройку датчика. Вместо конденсатора C1, были подключены 2 резистора по 10 Мом, так же решено было отказаться от резистора R1, так как сопротивление провода, выполняющего роль антенны вполне достаточно.

Список элементов схемы приведен в Таблице 1.

Таблица 1 – Элементы, используемые в датчике присутствия

Наименование	Параметры
Конденсатор C2	470 мкФ, 16 В
Капсюль с генераторомHXD	16 В
РезисторR2	3 КОм,
Микросхема CD4093В	
Транзистор	КТ503
Резистор	10 МОм

4. Заключение

До недавнего времени конструкторы относились с предубеждением к емкостным датчикам, полагая, что схемы с емкостными датчиками не обеспечивают ни достаточной точности, ни стабильности работы приборов. Считалось обязательным для получения устойчивого сигнала на выходе емкостного датчика питать его напряжением высокой частоты, достигающей сотен килогерц, а иногда даже десятков мегагерц. Наличие такой высокой частоты в свою очередь приводило к потерям в паразитных емкостях, соединительных проводах и т. п. Для того чтобы повысить амплитуду сигнала, снимаемого с емкостного датчика, и улучшить стабильность показаний, некоторые авторы разработок применяли в первом каскаде усилителя электрометрические лампы, допускающие включение сотен мегом в цепь управляющей сетки и т. д., однако все эти меры мало улучшали стабильность систем с емкостными датчиками и в то же время значительно усложняли конструкцию приборов.

Проведенные в настоящее время работы показали, что причина нестабильности работы систем с емкостными датчиками лежит в неправильном подходе конструкторов к проектированию датчиков, в частности, в неправильном расположении изолирующих элементов конструкции, нестабильность свойств которых и приводит к ошибкам в работе систем. Эти трудности оказались преодолимыми, и уже созданы приборы с емкостными датчиками, обеспечивающие высокие точности и стабильность работы, выдерживающие тяжелые режимы эксплуатации.

В настоящее время установлено, что емкостные датчики обладают целым рядом преимуществ по сравнению с другими датчиками. К их достоинствам относятся:

1. потребность весьма малых усилий для перемещения подвижной части (ротора) емкостного датчика;
2. малое потребление энергии;
3. простота изготовления;
4. использование дешевых материалов;
5. отсутствие контактов (в некоторых отдельных случаях - один токосъем с помощью кольца и щетки);
6. высокая точность и стабильность работы систем, с емкостными датчиками;

7. возможность широкой регулировки приборов с некоторыми типами емкостных датчиков.

К недостаткам емкостных датчиков следует отнести высокое внутреннее сопротивление, достигающее десятков и даже сотен мегом, высокие требования к сопротивлению крепежных изолирующих деталей и необходимость работы на повышенной (по сравнению с 50 гц) частоте. Однако в большинстве случаев крепления емкостных датчиков могут быть выполнены и из обычных материалов, а практика показывает, что емкостные датчики дают хорошие результаты на широко распространенной частоте 400 Гц.

Ценные качества емкостных датчиков - малая величина механического усилия, необходимого для перемещения его ротора, возможность регулировки выхода следящей системы и высокая точность работы - делают емкостные датчики незаменимыми в приборах, в которых допускаются погрешности лишь в сотые и даже тысячные доли процента, а поэтому необходимо емкостные датчики развивать и осваивать.

5. Список литературы

1. Кашкаров А. П. 500 схем для радиолюбителей. Электронные датчики.
2. Г. Виглеб - "Датчики. Устройство и применение"
3. <http://www.studzona.com/referats/view/7702>
4. http://www.electrolibrary.info/subscribe/sub_16_datchiki.htm
5. <http://www.bestreferat.ru/referat-312875.html>