

устройство правки утка типа ДКП, предназначенное для правки утка хлопчатобумажных тканей, (разработанное заводом «Текстильмашприбор»). Однако возникла задача найти датчик иного типа, способного работать на льняных тканях.

С этой целью создана упрощенная экспериментальная установка, на которой проверили работу фотоэлемента от светового потока, проникающего сквозь ткани и отраженного от поверхности ткани. Предварительные опыты позволяют надеяться на благоприятные результаты работы фотоэлемента на отраженном свете.

---

В. С. РЫБОВ

### ПРИМЕНЕНИЕ ВАРИКОНДОВ КАК ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИКИ

Развитие современной электроники, автоматики, вычислителей техники ставит ряд задач, которые могут быть решены или путем применения совершенно новых элементов, материалов и принципов построения элементарных устройств или путем радикального изменения существующих.

К числу таких задач следует в первую очередь отнести повышение надежности систем, уменьшение их габаритов, веса, увеличение коэффициента полезного действия.

Одним из наиболее эффективных путей решения стоящих задач следует считать использование явлений физики твердого тела, что позволяет создавать узлы и целые системы, которые не только количественно, но и качественно отличаются от известных ранее. При этом значительно уменьшаются габариты устройств, потребляемая мощность и увеличивается их надежность.

Основными материалами, которые в настоящее время используются для создания интегральных и функциональных радиоэлектронных устройств, являются полупроводники и ферромагнетики. К ним же с полным правом можно отнести и сегнетоэлектрики, обладающие значительной функциональной полнотой и широкими возможностями.

Вариконды—это сегнетокерамические конденсаторы, которые отличаются высокими нелинейными свойствами. Нелинейность сегнетоэлектриков проявляется в том, что их диэлектрическая проницаемость зависит от напряженности приложенного к ним электрического поля. Изменение диэлектрической проницаемости от напряженности поля позволяет использовать вариконды как элементы автоматики и телемеханики.

По сравнению с электрошными лампами вариконды имеют более высокую механическую прочность, лучше выдерживают воздействие тряски, вибраций и ударов. Они могут работать в условиях повышенной влажности, разряженной атмосферы и повышенных давлений. Срок службы их практически неограничен. Кроме того, сегнетокерамические конденсаторы отличаются дешевизной, простотой конструкции, небольшими размерами и поэтому удобны для целей микроминиатюризации.

В сочетании с полупроводниковыми приборами и новыми ферромагнитными материалами вариконды находят все большее применение для создания безотказно действующей долговечной аппаратуры.

Применение варикондов весьма разнообразно. Электрические характеристики варикондов, взятые в комплексе, определяют выбор оптимальных режимов их практического использования. Разработан большой класс схем, которые могут создаваться как на основе объемных, так и пленочных образцов. Исследования нелинейных цепей и разработка схем с сегнетоэлектрическими элементами берутся в следующих направлениях: создание сегнетоэлектрических элементов автоматики и вычислительной техники, аналогичных электромагнитным, электрическим приборам, высококачественных устройств, приборов СВЧ и электрооптических.

Нелинейные свойства используются для построения диэлектрических усилителей. Как известно, принцип действия любого усилителя (лампового, магнитного, полупроводникового, диэлектрического) состоит в том, что входной усиливаемый сигнал управляет энергией источника питания, мощность которого во много раз превосходит мощность источника усиливаемого сигнала. Для такого управления используется нелинейный элемент, которым являются электронные лампы, полупроводниковые приборы, магнитные нелинейные элементы и нелинейные конденсаторы из сегнетоэлектриков. У диэлектрических усилителей нелинейный элемент является управляемым реактивным сопротивлением (емкостным), поэтому питание усилителя осуществляется от источника переменного тока.

Наиболее перспективным является применение диэлектрических усилителей для усиления мощности постоянного тока. Входное сопротивление такого усилителя определяется сопротивлением изоляции вариконда ( $10^{10}$ — $10^{11}$ -ом и выше).

Существующие типы варикондов не позволяют получить в простейших схемах коэффициент усиления по напряжению значительно больше единицы. Чтобы увеличить его, можно применить повышающий трансформатор или резонансный контур в целях управляющего сигнала или питающего напряжения.

Исследование резонансных схем диэлектрических усилителей показало, что их коэффициент усиления зависит от

соотношения напряжений питания и усиленного сигнала, соотношения частот этих напряжений, добротности контура и крутизны реверсивной характеристики варикондов.

При воздействии синусоидального напряжения на сегнетоконденсатор форма кривой тока искажается вследствие нелинейности сегнетоэлектрика. На этом основано получение генераторов импульсов и умножителей частоты.

Возможности применения сегнетоэлектриков для цепей умножения частоты были показаны в классических трудах академика И. В. Курчатова и члена-корреспондента АН СССР В. П. Вологодина. В дальнейшем эти исследования были успешно продолжены проф. Д. М. Казарновским, В. П. Сидоренко, Б. Н. Феофановым. В настоящее время работы в этом направлении продолжают как теоретически, так и экспериментально. При этом изучаются устройства, сочетающие в себе функции умножения и стабилизации. Сегнетоэлектрические умножители позволяют строить многокаскадные схемы умножения, при этом, вследствие емкостного характера нагрузки последующего каскада, к. п. д. таких умножителей невелик. Целесообразным является построение схем с чередованием ферромагнитных и сегнетоэлектрических каскадов или применение корректирующих индуктивностей. Используя зависимость нелинейности сегнетоэлектрика от постоянного электрического поля, можно управлять работой диэлектрического умножителя бесконтактным способом. В простейшем резонансном умножителе частоты для выделения выбранной высшей гармоники служит резонансный контур, который настраивается на частоту этой гармоники.

Простейшая схема диэлектрического стабилизатора переменного напряжения представляет собой последовательное соединение линейного конденсатора с нелинейным. С ростом напряжения нелинейная емкость растет, что вызывает перераспределение напряжения между конденсаторами. Относительное изменение напряжения на линейном конденсаторе будет значительно меньше, чем изменение общего напряжения. Значительная зависимость диэлектрической проницаемости вариконда от напряженности постоянного тока дала возможность разработать схемы стабилизаторов с управлением по постоянному току.

Форма тока, протекающего через сегнетоэлектрический конденсатор при воздействии на него синусоидального напряжения, резко несинусоидальна. Однако в тех устройствах, где важно тепловое действие тока, а также в ряде других случаев это обстоятельство не имеет существенного значения. Использование сегнетоэлектриков со сравнительно большой спонтанной поляризацией позволяет на промышленной частоте 50 гц получать довольно большие средние токи. Таким об-

разом, нелинейные конденсаторы могут быть использованы взамен бареттеров. Преимущество их в более широком диапазоне работы, а также — безынерционности.

Искажение формы кривой тока, протекающего через вариконд, может быть использовано для получения импульсов и синусоидального напряжения. Импульсы получаются с большой крутизной и малой длительностью. На варикондах выполняются простые импульсные (пиковые) генераторы.

В настоящее время пикгенераторы на варикондах применяются в телемеханической системе диспетчерского контроля и управления на полупроводниковых элементах. К выходу бесконтактного переключателя на варикондах подсоединяется линия связи, в которую подаются импульсы со схем совпадений входного и управляющего напряжений.

Развитие вычислительной техники в наши дни ставит перед конструкторами ряд задач, которые трудно решить без серьезных качественных изменений в ряде деталей счетно-решающих устройств. С этой точки зрения советских и зарубежных инженеров привлекает возможность замены применяющихся в настоящее время некоторых элементов на сегнетоэлектрические. Такая замена открывает большие перспективы.

Нашими учеными исследуются возможности создания сегнетоэлектрических преобразователей тепловой энергии солнечного излучения в электрическую.

Изучение свойств схем, в которых используется резко выраженное изменение емкости от температуры в точке Кюри при воздействии на вариконд слабого и сильного напряжения, представляет самостоятельное направление исследований. В них сочетаются тепловые и нелинейные свойства сегнетоэлектриков.

Вариконды используются в пикгенераторе в качестве датчиков температуры. Эксперименты показывают, что при повышении температуры выше  $80^{\circ}\text{C}$  теряются сегнетоэлектрические свойства вариконда и импульс на входе пикгенератора отсутствует. При охлаждении вариконда ниже  $80^{\circ}\text{C}$  вновь наблюдается генерирование импульсов. То есть при помощи импульсного датчика температуры легко контролировать аварийные режимы.

Совместные исследования специалистов в области физики и радиотехники по изучению свойств сегнетоэлектрических материалов и особенностей работы варикондов в различных условиях помогут найти оптимальные решения для создания новых видов аппаратуры с применением нелинейных сегнетокерамических элементов.