

ПЕРЕНОСНОЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

*К.Ю.Каунов, А.Н. Бурьянова студенты
каф. ЭП Научный руководитель: доцент, к. ф.-м. н.
В.И. Быков*

*Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники,
Томск, ТУСУР*

*Проект ГПО ЭП-1104 «Установка для измерения электрооптического коэффициента в
кристаллах КТР и ниобата лития»*

Существует проблема размещения лабораторных комплексов в учебных аудиториях. Зачастую это связано с недостатком помещений или необходимого рабочего пространства. Поэтому существует потребность в изготовлении компактных переносных лабораторных комплексов, не требующих много места для работы и специализированного помещения. Такой переносной комплекс может использоваться для демонстраций опытов на выставках, лекционных и практических занятиях в рамках учебных задач.

Данная работа посвящена разработке переносного лабораторного комплекса для исследования электрооптического эффекта и измерения оптических свойств кристаллов с помощью приложенного электрического поля.

Для наблюдения электрооптического эффекта необходима установка, состоящая из следующего оборудования: лазер с плоско поляризованным излучением, источник напряжения, исследуемый кристалл, четвертьволновая пластинка, фотодиод, амперметр [1]. Все составные части являются компактными для их размещения на небольшом стенде. Схема экспериментальной установки показана на рисунке 1.

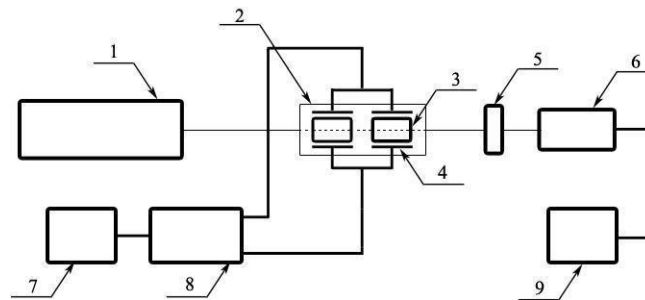


Рис. 1. Блок-схема установки

Луч лазера (1) проходит через блок (2), в котором установлены два кристалла (3), повернутые на угол 45 градусов относительно друг друга. Пройдя через кристаллы луч лазера проходит четвертьволновую пластинку (5) и попадает в фотоприемник (6). Сигнал с фотоприемника регистрируется на амперметре (9). С регулируемого низковольтного источника питания (7) напряжение увеличивается на умножителе (8), после чего подается на обкладки кристалла (4).

Важная задача заключается в обеспечении безопасности использования мобильного комплекса. Для этого вся высоковольтная часть изолирована от пользователя диэлектриком. Регулировка подаваемого на кристалл напряжения осуществляется в низковольтной части, что обеспечивает безопасную регулировку.

Для наблюдения электрооптического эффекта на лазер подается высокое напряжение до 5 кВ. Данное напряжение формируется по средствам схемы умножителя из сети 220 В.

Регулировка подаваемого на кристалл напряжения осуществляется в низковольтной части, уменьшением амплитуды сигнала от 0 до 220 В. Такая конструкция делает установку максимально безопасной для пользователя. Схема регулятора приведена на рисунке 2.

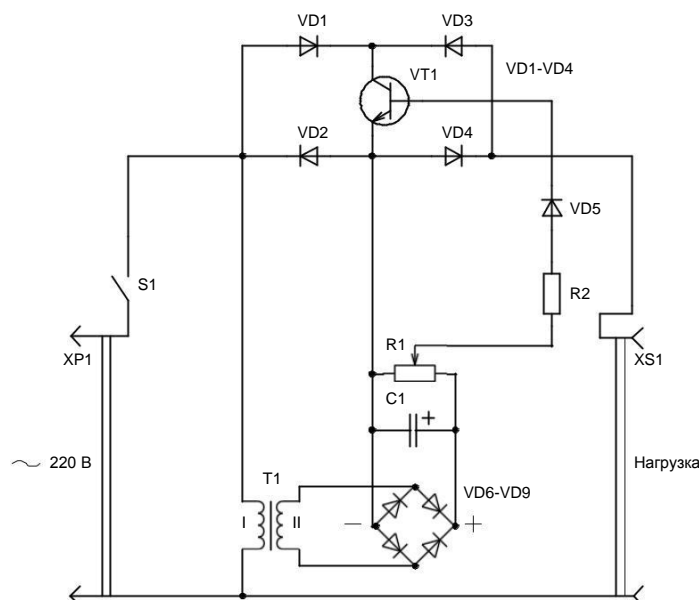


Рис. 2. Принципиальная схема регулятор сетевого напряжения

Диодный блок VD1-VD4 в зависимости от фазы сетевого напряжения направляет это напряжение на коллектор или эмиттер VT1. Трансформатор T1 понижает напряжение 220 В до 5-8 В, которое выпрямляется диодным блоком VD6-VD9 и сглаживается конденсатором C1. Переменный резистор R1 служит для регулировки величины управляющего напряжения, а резистор R2 ограничивает ток базы транзистора.

Диод VD5 защищает VT1 от попадания на его базу напряжения отрицательной полярности. Регулятор действует следующим образом. После включения питания тумблером S1 сетевое напряжение поступает одновременно на диоды VD1, VD2 и первичную обмотку трансформатора T1. При этом выпрямитель, состоящий из диодного блока VD6-VD9, конденсатора C1 и переменного резистора R1, формирует управляющее напряжение, которое поступает на базу транзистора и открывает его.

Если в момент включения регулятора в сети оказалось напряжение отрицательной полярности, ток нагрузки протекает по цепи VD1-коллектор-эмиттер VT1-VD4. Вращая движок R1 и изменяя управляющее напряжение, можно управлять величиной тока коллектора VT1. Этот ток, а следовательно, и ток, протекающий в нагрузке, будет тем больше, чем выше уровень управляющего и наоборот. При крайнем правом по схеме положении движка R1 транзистор окажется полностью открыт, и "доза" электроэнергии, потребляемая нагрузкой, будет соответствовать номинальной. Если движок R1 переместить в крайнее левое положение, VT1 окажется запертым, и ток через нагрузку не потечет. Управляя транзистором, осуществляется регулировка амплитуды переменного напряжения и тока, действующих в нагрузке. Транзистор при этом работает в непрерывном режиме, благодаря чему такой регулятор лишен недостатков, свойственных тиристорным устройствам [2].

На выход схемы регулятора подключается каскадный умножитель (рис. 3). Достоинства умножителей - возможность формировать высокое, до нескольких десятков и сотен тысяч вольт, напряжение при малых габаритах и массе, простота расчета и изготовления. Умножитель напряжения представляет собой преобразователь напряжения переменного тока низковольтного источника в высокое напряжение постоянного тока. Принцип его работы понятен из рисунка 3, на котором приведена схема однополупериодного умножителя.

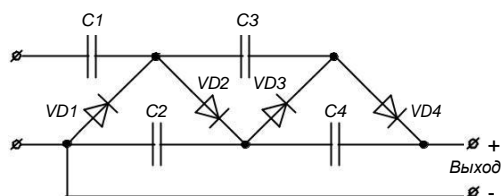


Рис. 3. Принципиальная схема умножителя напряжения

Во время действия отрицательного полупериода напряжения, конденсатор $C1$ заряжается через открытый диод $VD1$ до амплитудного значения приложенного напряжения U . При положительном полупериоде, конденсатор $C2$ через открытый диод $VD2$ заряжается до напряжения $2U_a$. Во время следующего этапа - отрицательного полупериода - через диод $VD3$ до напряжения $2U$ заряжается конденсатор $C3$. При очередном положительном полупериоде до напряжения $2U$ заряжается конденсатор $C4$. Умножитель является легко масштабируемым.

Запуск умножителя происходит за несколько периодов переменного напряжения. Постоянное выходное напряжение складывается из напряжений на последовательно включенных и постоянно подзаряжаемых конденсаторах $C2$ и $C4$ и составляет $4U_a$ [3]. Индикация высокого напряжения осуществляется вольтметром подключенным через омический делитель.

В итоге подготовлена механическая часть установки. По предварительным измерениям работоспособность схем доказана, в процессе отладка режимов работы и монтаж установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блистанов А.А. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики. Учебное пособие для вузов. – М.: МИСИС, 2000. – 432 с.
2. Транзисторный регулятор напряжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.diagram.com.ua/list/power/power720.shtml>. – 21.02.14.
3. Садченков Д.В. Умножители напряжения // Журнал "Радио". – 2000. – М. – № 10. – С. 31-32.