

Домашняя работа, Hardware part

Задание 1: посчитать общее сопротивление цепи

The image shows a handwritten solution on grid paper. On the left is a circuit diagram with four resistors, each labeled R . They are arranged in a bridge-like structure. A central vertical branch contains a resistor R_5 between nodes A and B . The top horizontal branch has R_1 and R_2 in series. The bottom horizontal branch has R_3 and R_4 in series. The left and right ends of the circuit are connected to terminals. A large arrow labeled \mathcal{U} indicates the voltage across the terminals. To the right of the diagram, the following text is written in Russian:

Метод мысленного подключения к источнику питания.

$\varphi_A = \varphi_B \Rightarrow \varphi_A - \varphi_B = 0 \Rightarrow R_5$ - не учитываем.

$$R_{\text{экв}} = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{4R^2}{4R} = R$$

$R_{\text{экв}} = R$

Задание 2

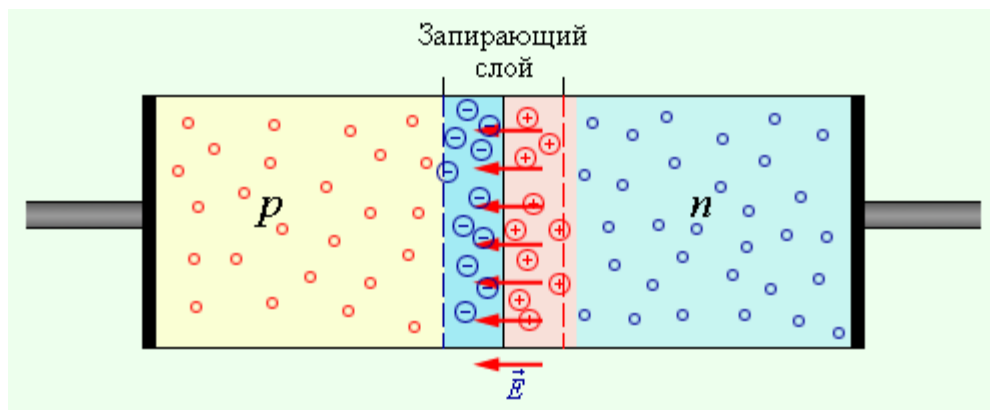
Диод и обратный ток: В любом полупроводниковом приборе имеется один или несколько электронно-дырочных переходов. **Электронно-дырочный переход** (или n - p -переход) – это область контакта двух полупроводников с разными типами проводимости.

В полупроводнике n -типа основными носителями свободного заряда являются электроны; их концентрация значительно превышает концентрацию дырок ($n_n \gg n_p$).

В полупроводнике p -типа основными носителями являются дырки ($n_p \gg n_n$).

При контакте двух полупроводников n - и p -типов начинается процесс диффузии: дырки из p -области переходят в n -область, а электроны, наоборот, из n -области в p -область. В результате в n -области вблизи зоны контакта уменьшается концентрация электронов и возникает положительно заряженный слой. В p -области уменьшается концентрация дырок и возникает отрицательно заряженный слой.

Таким образом, на границе полупроводников образуется двойной электрический слой, поле которого препятствует процессу диффузии электронов и дырок навстречу друг другу. Пограничная область раздела полупроводников с разными типами проводимости (так называемый **запирающий слой**) обычно достигает толщины порядка десятков и сотен межатомных расстояний. n - p -переход обладает удивительным свойством односторонней проводимости.



Образование запирающего слоя при контакте полупроводников p - и n -типов

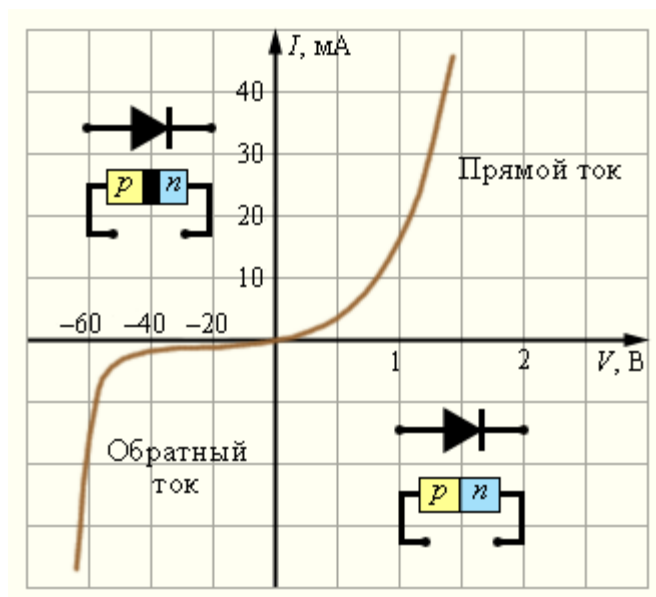
Если полупроводник с n - p -переходом подключен к источнику тока так, что положительный полюс источника соединен с n -областью, а отрицательный – с p -областью, то напряженность поля в запирающем слое возрастает. Дырки в p -области и электроны в n -области будут смещаться от n - p -перехода, увеличивая тем самым концентрации неосновных носителей в запирающем слое. Ток через n - p -переход практически не идет. Напряжение, поданное на n - p -переход в этом случае называют **обратным**. Весьма незначительный обратный ток обусловлен только собственной проводимостью полупроводниковых материалов, т. е. наличием небольшой концентрации свободных электронов в p -области и дырок в n -области.

Если n - p -переход соединить с источником так, чтобы положительный полюс источника был соединен с p -областью, а отрицательный с n -областью, то напряженность электрического поля в запирающем слое будет уменьшаться, что облегчает переход основных носителей через контактный слой. Дырки из p -области и электроны из n -области, двигаясь навстречу друг другу, будут пересекать n - p -переход, создавая ток в **прямом** направлении. Сила тока через n - p -переход в этом случае будет возрастать при увеличении напряжения источника.

Способность n - p -перехода пропускать ток практически только в одном направлении используется в приборах, которые называются **полупроводниковыми диодами**.

Полупроводниковые диоды изготавливают из кристаллов кремния или германия. При их изготовлении в кристалл с каким-либо типом проводимости вплавляют примесь, обеспечивающую другой тип проводимости.

Полупроводниковые диоды используются в выпрямителях для преобразования переменного тока в постоянный. Типичная вольт-амперная характеристика кремниевого диода приведена ниже.



Вольт-амперная характеристика кремниевого диода.

Полупроводниковые диоды обладают многими преимуществами по сравнению с вакуумными – малыми размерами, длительными сроками службы, механической прочностью. Существенным недостатком полупроводниковых диодов является зависимость их параметров от температуры. Кремниевые диоды, например, могут удовлетворительно работать только в диапазоне температур от $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. У германиевых диодов диапазон рабочих температур несколько шире.

Обратный ток применяется в стабилитроне. Полупроводниковый стабилитрон, или диод Зенера — полупроводниковый диод, работающий при обратном смещении в режиме пробоя. До наступления пробоя через стабилитрон протекают незначительные токи утечки, а его сопротивление весьма высоко. При наступлении пробоя ток через стабилитрон резко возрастает, а его дифференциальное сопротивление падает до величины, составляющей для различных приборов от долей Ома до сотен Ом. Поэтому в режиме пробоя напряжение на стабилитроне поддерживается с заданной точностью в широком диапазоне обратных токов.

Основное назначение стабилитронов — стабилизация напряжения. Серийные стабилитроны изготавливаются на напряжения от 1,8 В до 400 В.

Задание 3

Виды токов:

- Постоянный
- Переменный

Постоянный ток — ток, направление и величина которого не меняются во времени.

Переменный ток — ток, величина и направление которого меняются во времени. В широком смысле под переменным током понимают любой ток, не являющийся постоянным. Среди переменных токов основным является ток, величина которого изменяется по синусоидальному закону. В этом случае потенциал каждого конца проводника изменяется по отношению к потенциалу другого конца проводника попеременно с положительного на отрицательный и наоборот, проходя при этом через все промежуточные потенциалы (включая и нулевой потенциал). В результате возникает ток, непрерывно изменяющий направление: при движении в одном направлении он возрастает, достигая максимума, именуемого амплитудным значением, затем спадает, на какой-то момент становится равным нулю, потом вновь возрастает, но уже в другом направлении и также достигает максимального значения, спадает, чтобы затем вновь пройти через ноль, после чего цикл всех изменений возобновляется.

Квазистационарный ток — «относительно медленно изменяющийся переменный ток, для мгновенных значений которого с достаточной точностью выполняются законы постоянных токов» (БСЭ). Этими законами являются закон Ома, правила Кирхгофа и другие. Квазистационарный ток, так же как и постоянный ток, имеет одинаковую силу тока во всех сечениях неразветвлённой цепи. При расчёте цепей квазистационарного тока из-за возникающей э. д. с. индукции ёмкости и индуктивности учитываются как сосредоточенные параметры. Квазистационарными являются обычные промышленные токи, кроме токов в линиях дальних передач, в которых условие квазистационарности вдоль линии не выполняется.

Переменный ток высокой частоты — ток, в котором условие квазистационарности уже не выполняется, ток проходит по поверхности проводника, обтекая его со всех сторон. Этот эффект называется скин-эффектом.

Пульсирующий ток — ток, у которого изменяется только величина, а направление остаётся постоянным.

Вихревые токи (токи Фуко) — «замкнутые электрические токи в массивном проводнике, которые возникают при изменении пронизывающего его магнитного потока», поэтому вихревые токи являются индукционными токами. Чем быстрее изменяется магнитный поток, тем сильнее вихревые токи. Вихревые токи не текут по определённым путям в проводах, а замыкаясь в проводнике, образуют вихреобразные контуры.

Существование вихревых токов приводит к скин-эффекту, то есть к тому, что переменный электрический ток и магнитный поток распространяются в основном в поверхностном слое проводника. Нагрев вихревыми токами проводников приводит к потерям энергии, особенно в сердечниках катушек переменного тока. Для уменьшения потерь энергии на вихревые токи применяют деление магнитопроводов переменного тока на отдельные пластины, изолированные друг от друга и расположенные перпендикулярно направлению вихревых токов, что ограничивает возможные контуры их путей и сильно уменьшает величину этих токов. При очень высоких частотах вместо ферромагнетиков для магнитопроводов применяют магнитодиэлектрики, в которых из-за очень большого сопротивления вихревые токи практически не возникают.