

Повторим ЭЛЕКТРОТЕХНИКУ

Доступ к Интернет-тренажеру на сайте www.i-exam.ru.

Ключ доступа **208928tt524**

Выбираете в параметрах тестирования

1. режим «Самоконтроль»
2. Стандарт «ГОС-2»
3. Специальность «260601,65 – Машины и аппараты пищевых производств» –для группы МА-4
Специальность «260602,65 – Пищевая инженерия малых предприятий» –для группы ПИ-4
4. Дисциплина «Электротехника и электроника»

Примеры тестовых заданий по дидактическим единицам 5, 6 и 7

Дидактическая единица 5. Методы анализа линейных цепей с многополюсными элементами и цепей с распределенными параметрами

1. Основные определения и классификация четырехполюсников
2. Уравнения и режимы работы четырехполюсников
3. Характеристические параметры и передаточные функции четырехполюсников
4. Цепи с распределенными параметрами

Примеры тестовых заданий
по теме «Методы анализа линейных цепей с многополюсными элемен-
тами и цепей с распределенными параметрами»

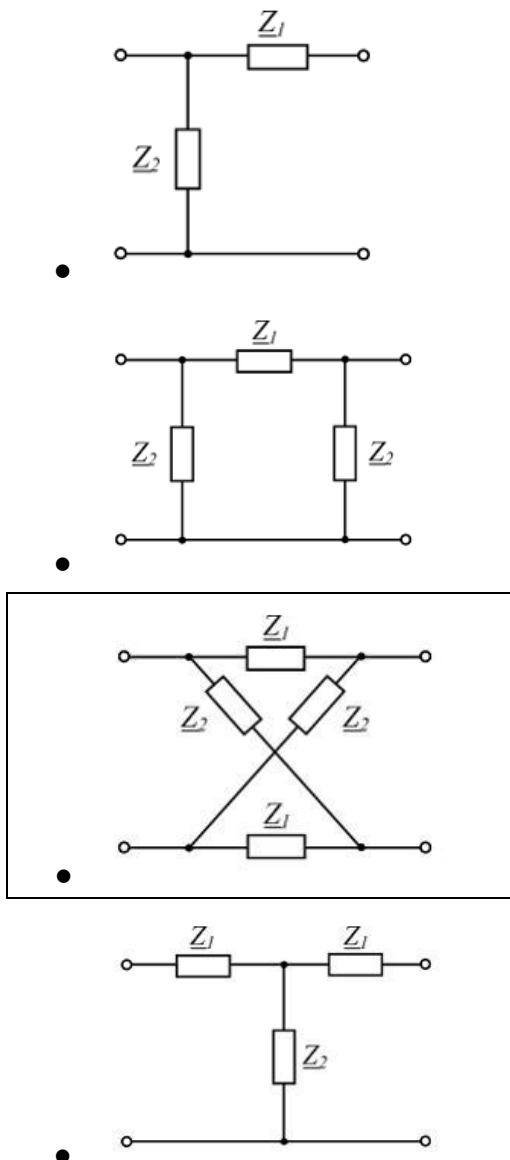
1. Основные определения и классификация четырехполюсников

Пример 1

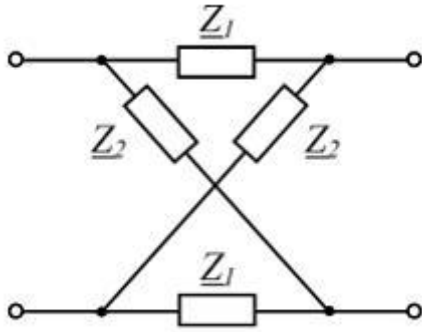
Задание № 1

Мостовая схема замещения пассивного симметричного четырехполюсника изображена на рисунке ...

Варианты ответов

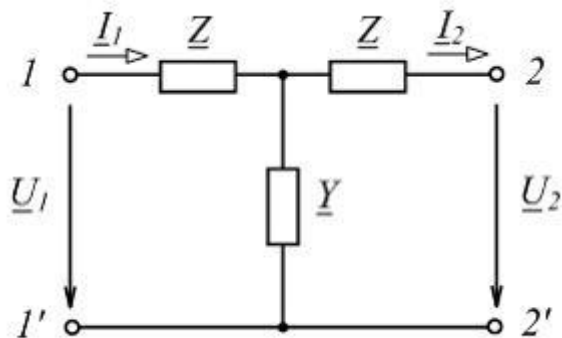


Пояснения к решению



Пример 2

Задание № 1



Для четырехполюсника, схема которого изображена на рисунке, известны уравнения типа A :

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = \underline{A}\underline{U}_2 + \underline{B}\underline{I}_2, \\ \underline{I}_1 = \underline{C}\underline{U}_2 + \underline{D}\underline{I}_2. \end{cases}$$

Верным соотношением между коэффициентами является ...

Варианты ответов

• $\underline{A} = \underline{C}$

• $\underline{B} = \underline{D}$

• $\underline{A} = \underline{D}$

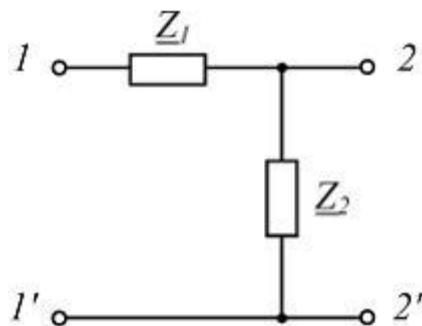
• $\underline{B} = \underline{C}$

Пояснения к решению

Изображенный четырехполюсник является симметричным. В уравнениях симметричного четырехполюсника коэффициенты \underline{A} и \underline{D} равны.

Пример 3

Задание № 1



Для четырехполюсника, схема которого изображена на рисунке, известны уравнения типа А:

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = \underline{A}\underline{U}_2 + \underline{B}\underline{I}_2, \\ \underline{I}_1 = \underline{C}\underline{U}_2 + \underline{D}\underline{I}_2. \end{cases}$$

Верным соотношением между коэффициентами является ...

Варианты ответов

$\underline{AD} - \underline{BC} = 1$

$\underline{A} = \underline{D}$

$\underline{B} = \underline{C}$

$\underline{AD} - \underline{BC} = 0$

Пояснения к решению

Верным соотношением между коэффициентами четырехполюсника является $\underline{AD} - \underline{BC} = 1$.

Пример 4

Задание № 1

В уравнениях типа A четырехполюсника

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = \underline{A}\underline{U}_2 + \underline{B}\underline{I}_2, \\ \underline{I}_1 = \underline{C}\underline{U}_2 + \underline{D}\underline{I}_2 \end{cases}$$

размерность проводимости имеет коэффициент ...

Варианты ответов

- \underline{B}
- \underline{D}
- \underline{C}
- \underline{A}

Пояснения к решению

В уравнениях типа A четырехполюсника размерность проводимости имеет коэффициент \underline{C} .

2. Уравнения и режимы работы четырехполюсников

Пример 1

Задание № 2

Для четырехполюсника с известными уравнениями в A -форме

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = (1 - j0,5)\underline{U}_2 + (50 - j100)\underline{I}_2, \\ \underline{I}_1 = -j0,005\underline{U}_2 + 0,5\underline{I}_2 \end{cases}$$

сопротивление $\underline{Z}_{1к}$ равно ___ Ом.

Варианты ответов

- $50 + j100$
- $50 - j100$
- $100 - j200$
- $100 + j200$

Пояснения к решению

Входное сопротивление четырехполюсника при коротком замыкании ($\underline{U}_2 = 0$)

$$\underline{Z}_{1к} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1} = \frac{50 - j100}{0,5} = 100 - j200 \text{ Ом.}$$

Пример 2

Задание № 2

Для четырехполюсника с известными уравнениями в А-форме

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = -0,5\underline{U}_2 + j30\underline{I}_2, \\ \underline{I}_1 = j0,025\underline{U}_2 - 0,5\underline{I}_2 \end{cases}$$

и входным напряжением $\underline{U}_1 = 60 \text{ В}$ ток $\underline{I}_{1к}$ в режиме холостого хода равен ____ А.

Варианты ответов

• $-j30$

• $j60$

• 30

• 60

Пояснения к решению

В режиме холостого хода ток \underline{I}_2 четырехполюсника равен нулю.

$$\underline{U}_{2х} = \frac{\underline{U}_1}{-0,5} = \frac{60}{-0,5} = -120 \text{ В.}$$

Из первого уравнения получаем

Из второго уравнения находим $\underline{I}_{1к} = j0,25\underline{U}_{2х} = j0,25(-120) = -j30 \text{ А.}$

Пример 3

Задание № 2

Если параметры холостого хода и короткого замыкания четырехполюсника

$\underline{Z}_{1х} = 10 \text{ Ом}, \underline{Z}_{1к} = 8 \text{ Ом}, \underline{Z}_{2х} = 8 \text{ Ом},$ то сопротивление $\underline{Z}_{2к}$ равно ____ Ом.

Варианты ответов

- 8

- 6,4

- 10

- 0,8

Пояснения к решению

Параметры холостого хода и короткого замыкания четырехполюсника связаны уравнением $\underline{Z}_{1x} / \underline{Z}_{1k} = \underline{Z}_{2x} / \underline{Z}_{2k}$.

Отсюда $\underline{Z}_{2k} = \underline{Z}_{1k} \underline{Z}_{2x} / \underline{Z}_{1x} = 8 \cdot 8 / 10 = 6,4 \text{ Ом}$.

Пример 4

Задание № 2

Для определения коэффициентов уравнений типа A четырехполюсника используют режимы холостого хода и короткого замыкания. **Неверно** определен коэффициент ...

Варианты ответов

- $\underline{D} = \underline{I}_{1k} / \underline{I}_{2k}$

- $\underline{C} = \underline{U}_{2x} / \underline{I}_{1x}$

- $\underline{B} = \underline{U}_{1k} / \underline{I}_{2k}$

- $\underline{A} = \underline{U}_{1x} / \underline{U}_{2x}$

Пояснения к решению

Уравнения типа A четырехполюсника

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = \underline{A}\underline{U}_2 + \underline{B}\underline{I}_2, \\ \underline{I}_1 = \underline{C}\underline{U}_2 + \underline{D}\underline{I}_2 \end{cases}$$

при холостом ходе ($\underline{I}_2 = 0$) и коротком замыкании ($\underline{U}_2 = 0$) примут вид:

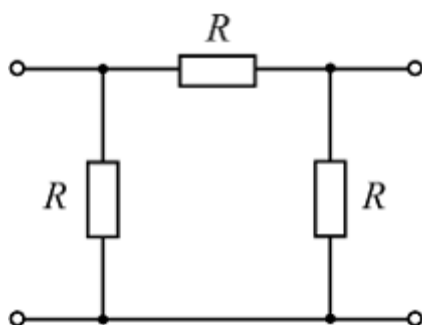
$$\begin{cases} \underline{U}_{1x} = \underline{A}\underline{U}_{2x}, \\ \underline{I}_{1x} = \underline{C}\underline{U}_{2x} \end{cases} \quad \text{и} \quad \begin{cases} \underline{U}_{1k} = \underline{B}\underline{I}_{2k}, \\ \underline{I}_{1k} = \underline{D}\underline{I}_{2k}. \end{cases}$$

Коэффициент \underline{C} определен неверно, так как $\underline{C} = \underline{I}_{1x} / \underline{U}_{2x}$.

3. Характеристические параметры и передаточные функции четырехполюсников

Пример 1

Задание № 3



Характеристическое сопротивление четырехполюсника, схема которого изображена на рисунке, равно ...

Варианты ответов

- $3R$

- $R / \sqrt{3}$

- $\sqrt{3}R$

- R

Пояснения к решению

Характеристическое сопротивление симметричного четырехполюсника

$$\underline{Z}_c = \sqrt{\underline{Z}_x \underline{Z}_k} = \sqrt{(2R/3)(R/2)} = R / \sqrt{3}.$$

Пример 2

Задание № 3

Для четырехполюсника с известными уравнениями в Н-форме

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = -j\underline{I}_1 + 2\underline{U}_2, \\ \underline{I}_2 = -2\underline{I}_1 - 0,05\underline{U}_2 \end{cases}$$

коэффициент передачи тока при закороченных выходных зажимах равен ...

Варианты ответов

• -2

• $j30$

• -0,5

• $-j60$

Пояснения к решению

При закороченных выходных зажимах ($\underline{U}_2 = 0$) коэффициент передачи тока $\underline{K}_I = \underline{I}_2 / \underline{I}_1 = \underline{H}_{21} = -2$.

Пример 3

Задание № 3

Если характеристическое сопротивление цепной схемы, состоящей из двух одинаковых звеньев, равно $40 e^{-j60^\circ}$ то характеристическое сопротивление одного звена равно ____ Ом.

Варианты ответов

• $20e^{-j60^\circ}$

• $40e^{-j60^\circ}$

• $80e^{-j120^\circ}$

• $20e^{-j30^\circ}$

Пояснения к решению

Характеристическое сопротивление цепной схемы и каждого ее звена одинаковы и равны $40 e^{-j60^\circ}$ Ом

Пример 4

Задание № 3

Характеристическими параметрами симметричного четырехполюсника являются ...

Варианты ответов

- сопротивления элементов, составляющих четырехполюсник

- характеристическое сопротивление и постоянная передачи

- входные сопротивления холостого хода и короткого замыкания

- коэффициенты уравнений четырехполюсника

Пояснения к решению

Характеристическими параметрами симметричного четырехполюсника являются характеристическое сопротивление и постоянная передачи.

4. Цепи с распределенными параметрами

Пример 1

Задание № 4

Вторичными параметрами однородной линии являются ...

Варианты ответов

- R_0 и G_0

- L_0 и C_0

- z_ϵ и γ

- v_ϕ и λ

Пояснения к решению

Вторичными параметрами однородной линии являются волновое сопротивление \underline{Z}_s и коэффициент распространения $\underline{\gamma}$.

Пример 2

Задание № 4

Поперечная проводимость линии без потерь равна ...

Варианты ответов

- $j\omega C_0$
- $j\omega L_0$
- $R_0 + j\omega L_0$
- $G_0 + j\omega C_0$

Пояснения к решению

Поперечная проводимость однородной линии $\underline{Y}_0 = G_0 + j\omega C_0$, так как в линии без потерь $G_0 = 0$, то $\underline{Y}_0 = j\omega C_0$.

Пример 3

Задание № 4

В линии без потерь ...

Варианты ответов

- волновое сопротивление чисто реактивное
- коэффициент фазы $\beta = 0$
- коэффициент затухания $\alpha = 0$
- фазовая скорость прямо пропорциональна частоте

Пояснения к решению

В линии без потерь затухание отсутствует, то есть коэффициент затухания $\alpha = 0$.

Пример 4

Задание № 4

Фазовая скорость v_{ϕ} волн напряжения и тока в линии с коэффициентом распространения $\underline{\gamma} = \alpha + j\beta$ и частотой f равна ...

Варианты ответов

• $\frac{2\pi f}{\beta}$

• $\frac{f}{\beta}$

• $\frac{2\pi f}{\alpha}$

• $\frac{f}{\gamma}$

Пояснения к решению

Фазовая скорость волны

$$v_{\phi} = \frac{\omega}{\beta} = \frac{2\pi f}{\beta}, \text{ где } \beta \text{ – коэффициент фазы.}$$

Дидактическая единица 6. Теория электромагнитного поля

1. Уравнения электромагнитного поля
2. Электростатическое поле
3. Стационарные электрические и магнитные поля
4. Переменные электромагнитные поля в проводящей среде и диэлектрике

1. Уравнения электромагнитного поля

Пример 1

Задание № 5

Принцип непрерывности магнитного потока в дифференциальной форме выражает уравнение ...

- $\oint H dl = \sum i$
- $\oint \vec{B} d\vec{s} = 0$
- $\operatorname{div} \vec{D} = \rho$

- $\operatorname{rot} \vec{B} = 0$

Пояснения к решению

Выражающим в дифференциальной форме принцип непрерывности магнитного потока является уравнение $\operatorname{rot} \vec{B} = 0$.

Пример 2

Задание № 5

В стационарном электромагнитном поле ...

Варианты ответов

- $\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{\delta} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

- $\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{\delta}$

- $\operatorname{rot} \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

- $\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

Пояснения к решению

В стационарном электромагнитном поле $rot\vec{H} = \vec{\delta}$.

Пример 3

Задание № 5

Электростатическое поле систем заряженных тел при отсутствии электрических токов и намагниченных тел описывается совокупностью уравнений ...

Варианты ответов

• $rot\vec{H} = \delta; \vec{D} = \varepsilon_a\vec{E}; div\vec{D} = 0$

• $rot\vec{E} = 0; \vec{D} = \varepsilon_a\vec{E}; div\vec{D} = 0$

• $rot\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}; \vec{D} = \varepsilon_a\vec{E}; div\vec{D} = 0$

• $rot\vec{E} = 0; \vec{D} = \varepsilon_a\vec{E}; div\vec{D} = \rho$

Пояснения к решению

Так как в системе нет токов и намагниченных тел, то магнитное поле отсутствует. Следовательно, всюду $\vec{\delta} = 0; \vec{B} = 0; \vec{H} = 0$.

Электростатическое поле систем заряженных тел при отсутствии электрических токов и намагниченных тел описывается совокупностью уравнений $rot\vec{E} = 0; \vec{D} = \varepsilon_a\vec{E}; div\vec{D} = 0$.

Пример 4

Задание № 5

Стационарное электрическое поле и поле вектора плотности тока в проводящей среде вне источников ЭДС характеризуются системой уравнений ...

Варианты ответов

• $rot\vec{E} = 0, rot\vec{H} = \gamma\vec{E} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}, div\vec{\delta} = 0$

• $rot\vec{E} = 0, \vec{\delta} = \gamma\vec{E}, div\vec{\delta} = 0$

• $rot\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}, \vec{\delta} = \gamma\vec{E}, div\vec{\delta} = 0$

• $rot\vec{E} = 0, \vec{B} = \mu_a\vec{H}, div\vec{\delta} = 0$

Пояснения к решению

Из уравнений электромагнитного поля

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{\delta}; \operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}; \vec{\delta} = \gamma \vec{E} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = 0;$$

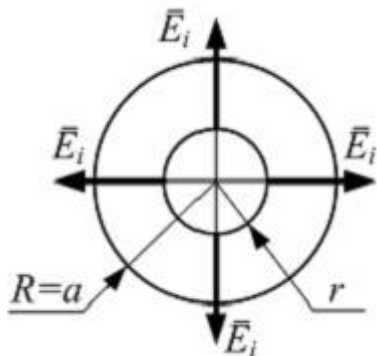
$$\vec{D} = \varepsilon_a \vec{E}; \vec{B} = \mu_a \vec{H}; \operatorname{div} \vec{D} = \rho; \operatorname{div} \vec{B} = 0$$

для характеристики стационарного электрического поля и поля вектора плотности тока в проводящей среде может быть получена совокупность уравнений: $\operatorname{rot} \vec{E} = 0; \vec{\delta} = \gamma \vec{E}; \operatorname{div} \vec{\delta} = 0$.

2. Теория электромагнитного поля / Электростатическое поле

Пример 1

Задание № 6



В заряженном шаре (см. рисунок) объемная плотность заряда равна ρ . Относительная диэлектрическая проницаемость окружающей среды и материала шара равна ε . Энергия электрического поля внутри шара W равна _____ Дж.

Варианты ответов

• $\frac{4\pi\rho^2 a^5}{45\varepsilon}$

• $\frac{4\pi\rho^2 a^5}{45\varepsilon\varepsilon_0}$

• $\frac{2\pi\rho^2 a^5}{45\varepsilon}$

• $\frac{2\pi\rho^2 a^5}{45\varepsilon\varepsilon_0}$

Пояснения к решению

Внутри шара:

1) напряженность электрического поля

$$E_i = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho / (4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2) = \rho r / 3\epsilon\epsilon_0 \frac{В}{м};$$

2) электрическое смещение

$$D_i = \epsilon\epsilon_0 E_i = \rho r / 3 \frac{Кл}{м^2};$$

3) плотность энергии электрического поля

$$w = \frac{1}{2} D_i E_i = \rho^2 r^2 / (9\epsilon\epsilon_0) \frac{Дж}{м^3};$$

4) энергия электрического поля

$$W = \frac{1}{2} \int_0^a D_i E_i \cdot 4\pi r^2 \cdot dr = \frac{1}{2} \int_0^a \frac{\rho^2 r^2 4\pi r^2}{9\epsilon\epsilon_0} dr = \frac{2\pi\rho^2 a^5}{45\epsilon\epsilon_0} Дж.$$

Пример 2

Задание № 6

Если в некоторой области пространства создано поле с потенциалом

$\varphi = 3x^2 - 4y^2 + 6z$, то объемная плотность ρ свободных зарядов в занятом

полем пространстве равна _____ $\frac{Кл}{м^3}$.

Варианты ответов

• $-2\epsilon_\gamma$

• $2\epsilon_\alpha$

• $-2\epsilon_\alpha$

• $2\epsilon_\gamma$

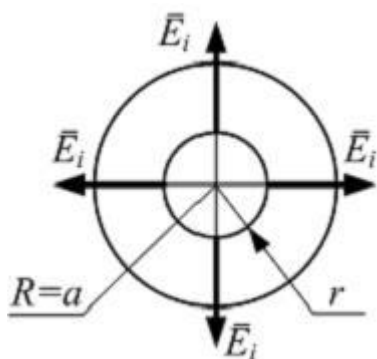
Пояснения к решению

Объемная плотность свободных зарядов в занятом поле пространстве

$$\rho = -\epsilon_\alpha \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} \right) = -\epsilon_\alpha (6 - 8 - 0) = 2\epsilon_\alpha \frac{Кл}{м^3}.$$

Пример 3

Задание № 6



В заряженном шаре (см. рисунок) объемная плотность заряда равна $\rho \frac{\text{Кл}}{\text{м}^3}$.
Относительная диэлектрическая проницаемость окружающей среды и материала шара $\varepsilon = 1$.

Внутри шара на сфере радиуса r напряженность электрического поля E_i равна $\frac{B}{M}$.

Варианты ответов

• $\frac{\rho r}{3\varepsilon_0}$

• $\frac{\rho r}{3\varepsilon_r}$

• $\frac{\rho a^3}{3\varepsilon_0 r^2}$

• $\frac{\rho r}{3}$

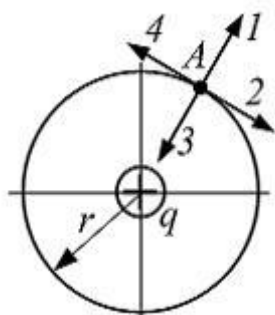
Пояснения к решению

Напряженность электрического поля внутри шара на сфере радиуса r

$$E_i = \frac{\rho V}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho / (4\pi\varepsilon_0 r^2) = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0} \frac{B}{M}$$

Пример 4

Задание № 6



В идеальный диэлектрик с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 3$ помещен точечный положительный заряд $q = 10^{-10} \text{ Кл}$. В точке A сферы радиусом $r = 10 \text{ см}$ $\text{grad}\varphi$ направлен по вектору – _____, его величина равна _____ В/м .

Варианты ответов

• 3; 30

• 4; 30

• 2; 30

• 1; 30

Пояснения к решению

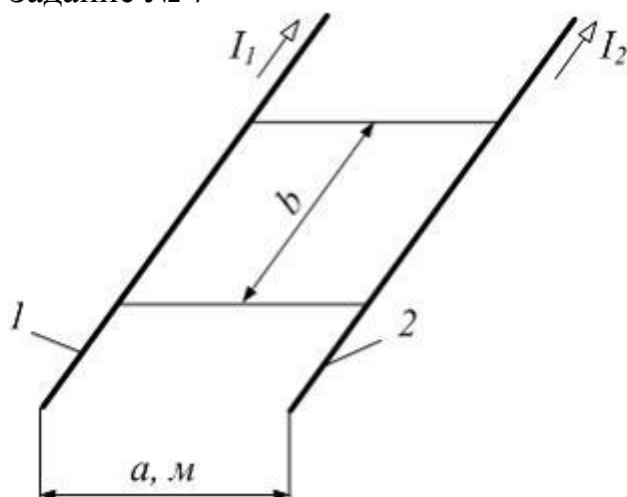
В точке A сферы $\text{grad}\varphi$ совпадает по направлению с вектором 3, величина

$$\text{grad}\varphi = |-\vec{E}| = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2} = \frac{10^{-10} 4\pi \cdot 9 \cdot 10^9}{4\pi \cdot 3 (10 \cdot 10^{-2})^2} = 30 \frac{\text{В}}{\text{м}}.$$

3. Стационарные электрические и магнитные поля

Пример 1

Задание № 7



По параллельным проводам 1 и 2 протекают неодинаковые по величине постоянные токи I_1 и I_2 . Провода расположены в воздухе. Сила взаимодействия между проводами F на длине $l = 1 м$ равна _____ $Н/м$, под ее действием провода стремятся ...

Варианты ответов

- $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$, разойтись

- $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$, сблизиться

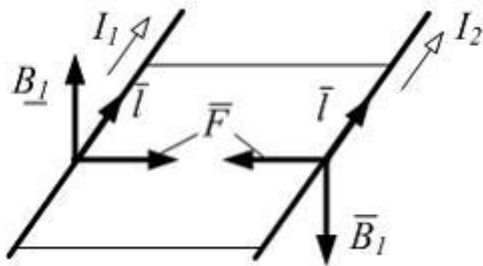
- $\frac{I_1 I_2}{2\pi a}$, сблизиться

- $\frac{I_1 I_2}{2\pi a}$, разойтись

Пояснения к решению

На элемент провода 2 со стороны магнитного поля провода 1 действует сила $\vec{F} = I_2 [\vec{l} \cdot \vec{B}_1]$, где $[\vec{l} \cdot \vec{B}_1]$ – векторное произведение элемента длины \vec{l} провода 2 и вектора магнитной индукции \vec{B}_1 магнитного поля провода 1 в

точках, где расположен провод 2. Направления векторов \vec{B}_1 , \vec{l} и \vec{F} указаны на рисунке.



$$B_1 = \mu_0 H_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a}$$

По закону полного тока величина магнитной индукции

Действующая на отрезок провода 2 длиной $l = 1 \text{ м}$ со стороны магнитного

поля провода 1 сила $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$.

Такая же сила $\left(F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} \right)$ действует на отрезок провода 1 длиной $l = 1 \text{ м}$ со стороны магнитного поля провода 2.

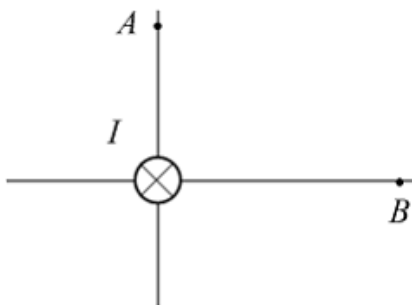
Под действием сил F провода 1 и 2 стремятся сблизиться.

Пример 2

Линейный провод с током I расположен в среде с магнитной проницаемостью

$\mu_a = \mu_0 \mu_r$. Магнитное напряжение U_{mAB} между точками A и B равно ...

Задание № 7



Варианты ответов

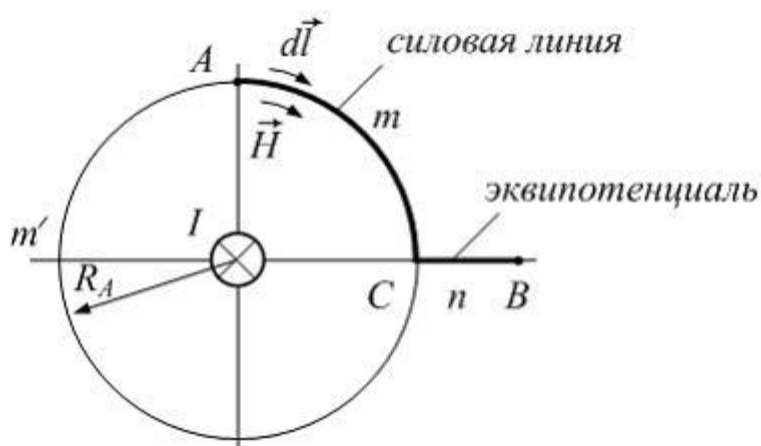
• $-\frac{3}{4}I$

• $\frac{I}{4}$

• $\frac{3}{4}I$

• $\frac{I}{4\mu_r}$

Пояснения к решению



Разность скалярных магнитных потенциалов (магнитное напряжение) между точками A и B (см. рисунок)

$$U_{mAB} = \int_A^B \vec{H} d\vec{l} = \int_{\text{по пути } AmC} \vec{H} d\vec{l} + \int_{\text{по пути } CnB} \vec{H} d\vec{l};$$

$$\int_{\text{по пути } AmC} \vec{H} d\vec{l} = H \int dl = \frac{I}{2\pi R_A} \cdot \frac{2\pi R_A}{4} = \frac{I}{4},$$

путь AmC является силовой линией напряженности магнитного поля проводника с током I ;

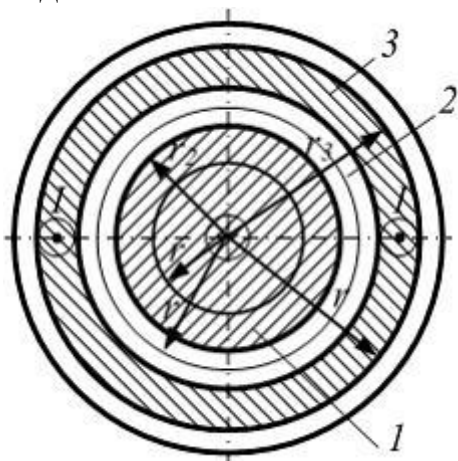
$$\int_{\text{по пути } CnB} \vec{H} d\vec{l} = 0,$$

так как на этом участке цепи угол между \vec{H} и $d\vec{l}$ равен 90° ,

путь CnB является эквипотенциалью. Следовательно, $U_{mAB} = \frac{I}{4}$.

Пример 3

Задание № 7



На рисунке изображено поперечное сечение коаксиального кабеля с током I в жиле 1 и оболочке 3. В жиле 1 на окружности радиуса $r < r_1$ напряженность магнитного поля H_1 равна ...

Варианты ответов

- $\frac{I(r_3^2 - r^2)}{2\pi r(r_3^2 - r_2^2)}$

- $\frac{Ir}{2\pi r_1^2}$

- $\frac{I}{2\pi r}$

- 0

Пояснения к решению

Плотность тока в жиле 1 $\delta_1 = \frac{I}{\pi r_1^2}$ Ток через поверхность, ограниченную

окружностью радиуса r . $I_{r1} = \delta_1 \cdot \pi r^2 = I \frac{r^2}{r_1^2}$

$$\oint \vec{H}_1 d\vec{l} = 2\pi r H_1 = I \frac{r^2}{r_1^2}.$$

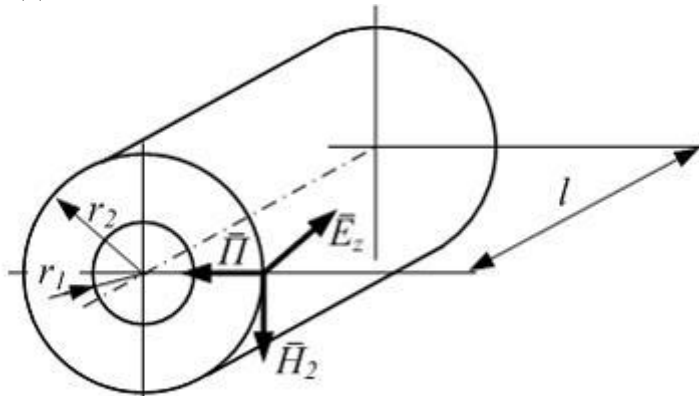
По закону полного тока

$$H_1 = \frac{Ir}{2\pi r_1^2}.$$

В жиле 1 на окружности радиуса $r < r_1$ напряженность

Пример 4

Задание № 7



По выполненной из материала с удельной проводимостью γ длинной полый трубе, отрезок которой длиной l изображен на рисунке, протекает постоянный ток I . Поток вектора Пойнтинга $\oint \vec{\Pi} d\vec{s}$ внутрь изображенного отрезка трубы равен ...

Варианты ответов

- $I^2 \frac{l}{\pi(r_2^2 - r_1^2)\gamma}$
- $I^2 \frac{l\gamma}{\pi r_2^2}$
- $I^2 \frac{l}{\pi r_2^2 \gamma}$
- $I^2 \frac{l\gamma}{\pi(r_2^2 - r_1^2)}$

Пояснения к решению

По закону полного тока на наружной поверхности трубы напряженность магнитного поля $H_2 = I / (2\pi r_2)$. На внутренней поверхности напря-

женность $H_1 = 0$.

По закону Ома напряженность электрического поля внутри и на поверхности трубы $E_z = \delta / \gamma = I / \pi(r_2^2 - r_1^2) \gamma$. Вектор Пойнтинга $\vec{P} = [\vec{E}_z \vec{H}_2]$ в каждой точке выделенного отрезка трубы нормален к его боковой поверхности и направлен внутрь трубы.

Поток вектора Пойнтинга внутрь трубы

$$\oint \vec{P} d\vec{s} = E_z H_2 \cdot 2\pi r_2 l = \frac{I}{\pi(r_2^2 - r_1^2) \gamma} \cdot \frac{I}{2\pi r_2} \cdot 2\pi r_2 l = I^2 \frac{l}{\pi(r_2^2 - r_1^2) \gamma} = I^2 R,$$

где $R = \frac{l}{\pi(r_2^2 - r_1^2) \gamma}$ – активное сопротивление отрезка полый трубы.

4. Переменные электромагнитные поля в проводящей среде и диэлектрике

Пример 1

Задание № 8

В плоской волне, распространяющейся вглубь проводящей среды с параметрами μ и γ , мгновенное значение напряженности магнитного поля

$$H_y = \sqrt{2} H_0 e^{-kz} \sin(2\pi t + \psi_0 - kz), \quad \text{где } k = \sqrt{\frac{\omega \mu \gamma}{2}}.$$

Фазовая скорость волны v_ϕ равна _____ $\frac{m}{c}$.

Варианты ответов

• $\sqrt{\frac{2\omega}{\mu_0 \gamma}}$

• $\sqrt{\frac{2\omega}{\mu \gamma}}$

• $\sqrt{\frac{2\omega}{\mu \mu_0 \gamma}}$

• $\sqrt{\frac{2f}{\mu \mu_0 \gamma}}$

Пояснения к решению

$$v_{\phi} = \frac{dz}{dt} = \frac{\omega}{k} = \frac{\omega}{\sqrt{\frac{\omega\mu_a\gamma}{2}}} = \sqrt{\frac{2\omega}{\mu_a\gamma}} = \sqrt{\frac{2\omega}{\mu\epsilon_0\gamma}}$$

Фазовая скорость

Пример 2

Задание № 8

В плоской гармонической волне, распространяющейся в однородной диэлектрической среде с $\epsilon = 4$, $\mu = 1$, мгновенное значение напряженности магнитного поля

$$H_y = 10 \sin \omega \left(t - \frac{z}{v} \right) \frac{A}{м}$$

Мгновенное значение напряженности

электрического поля E_x равно _____ $\frac{B}{м}$.

Варианты ответов

• $7540 \sin \omega \left(t - \frac{z}{v} \right)$

• $3770 \sin \omega \left(t - \frac{z}{v} \right)$

• $1885 \sin \omega \left(t - \frac{z}{v} \right)$

• $2666 \sin \omega \left(t - \frac{z}{v} \right)$

Пояснения к решению

Волновое сопротивление диэлектрической среды

$$\rho = \sqrt{\frac{\mu_0\mu}{\epsilon_0\epsilon}} = \sqrt{\frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{4 \cdot \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9}}} = 188,5 \text{ Ом.}$$

Мгновенное значение напряженности электрического поля

$$E_x = \rho H_y = 188,5 \cdot 10 \sin \omega \left(t - \frac{z}{v} \right) = 1885 \sin \omega \left(t - \frac{z}{v} \right) \frac{B}{м}$$

Пример 3

Задание № 8

В плоской гармонической волне, распространяющейся в однородной проводящей среде, в любой ее точке вектор напряженности магнитного поля _____ по фазе вектор (от вектора) напряженности электрического поля на угол ...

Варианты ответов

- отстает, 90^0
- опережает, 45^0
- отстает, 45^0
- совпадает, 0^0

Пояснения к решению

В плоской гармонической волне, распространяющейся в однородной проводящей среде, в любой ее точке вектор напряженности магнитного поля \vec{H}_y отстает по фазе от вектора напряженности электрического поля \vec{E}_x на угол 45^0 .

Пример 4

Задание № 8

В плоской электромагнитной волне, распространяющейся в воздухе в направлении оси OZ , напряженность

$$H_y = H_m \sin(\omega t - kz), \quad E_x = H_m \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} \sin(\omega t - kz).$$

Если при частоте $\omega = \omega_1$

$$v = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

скорость распространения волны
пространения волны ...

то при $\omega = 4\omega_1$ скорость рас-

Варианты ответов

• останется неизменной

• уменьшится в 4 раза

• увеличится в 4 раза

• увеличится в 2 раза

Пояснения к решению

Воздух является диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \frac{\Phi}{\text{м}}$ и магнитной проницаемостью $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$. Скорость распространения плоской электромагнитной волны в воздухе $v = c = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} = 1/\sqrt{\frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} = \sqrt{9 \cdot 10^9 \cdot 10^7} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ не зависит от частоты ω .

Дидактическая единица 7. Электромагнитные устройства и основы электроники

1. Трансформаторы
2. Электрические машины
3. Элементная база современных электронных устройств
4. Электронные устройства

1. Трансформаторы

Пример 1

Задание № 9

Магнитопровод трансформатора выполняют из набора тонких электрически изолированных пластин для ...

Варианты ответов

- уменьшения тока холостого хода
- упрощения сборки трансформатора
- уменьшения потерь от гистерезиса

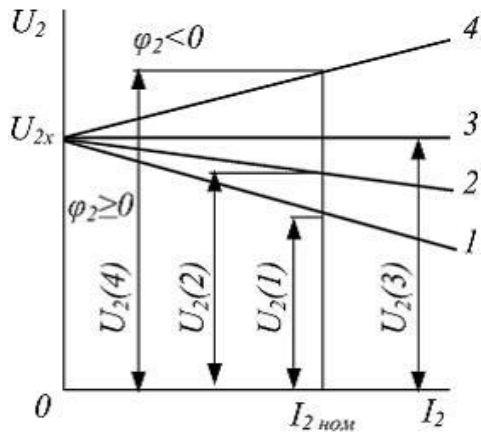
- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• уменьшения потерь от вихревых токов |
|---|

Пояснения к решению

Магнитопровод трансформатора выполняют из набора тонких электрически изолированных пластин для уменьшения потерь от вихревых токов.

Пример 2

Задание № 9



На рисунке изображены внешние характеристики силового трансформатора. Активной нагрузке соответствует характеристика ...

Варианты ответов

- 1
- 4
- 2
- 3

Пояснения к решению

Активной нагрузке ($\varphi_2 = 0$) соответствует падающая с минимальным наклоном характеристика 2. При этой нагрузке $U_{2x} - U_{2(2)} = U_k \cdot \cos \varphi_k$.

Пример 3

Задание № 9

У трансформатора с паспортными данными:

$S_{\text{ном}} = 25 \text{ кВА}$, $P_k = 600 \text{ Вт}$, $P_0 = 130 \text{ Вт}$, $\cos \varphi_2 = 0,8$, $\beta = 0,5$ КПД равен ...

Варианты ответов

- 0,965

- 0,973

- 0,958

- 0,93

Пояснения к решению

КПД трансформатора

$$\eta = 1 - \frac{P_0 + \beta^2 P_K}{\beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + P_0 + \beta^2 P_K} = 1 - \frac{130 + 0,5^2 \cdot 600}{0,5 \cdot 2500 \cdot 0,8 + 130 + 0,5^2 \cdot 600} = 1 - 0,027 = 0,973.$$

Пример 4

Задание № 9

Во вторичной обмотке трансформатора наводится ЭДС $E_2 = 40 \text{ В}$ с частотой $f = 50 \text{ Гц}$. Если при неизменной амплитуде частота напряжения на первичной обмотке увеличится до 400 Гц , то ЭДС E_2 будет равна ___ В.

Варианты ответов

- 40

- 160

- 5

- 320

Пояснения к решению

При неизменной амплитуде напряжения на первичной обмотке не изменится и уравновешивающая его ЭДС E_1 . Так как $E_1/E_2 = W_1/W_2$, то и ЭДС E_2 не изменится.

2. Электрические машины

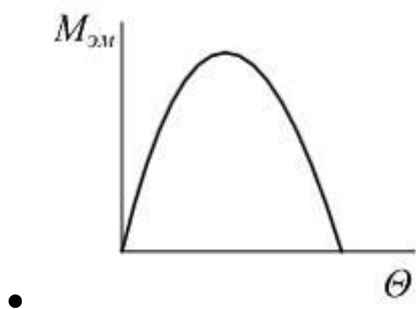
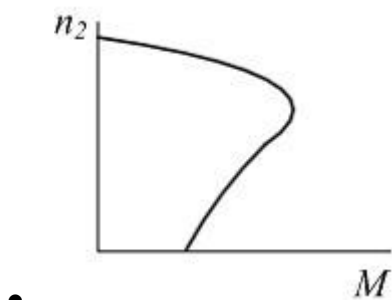
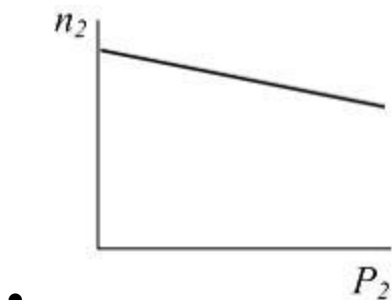
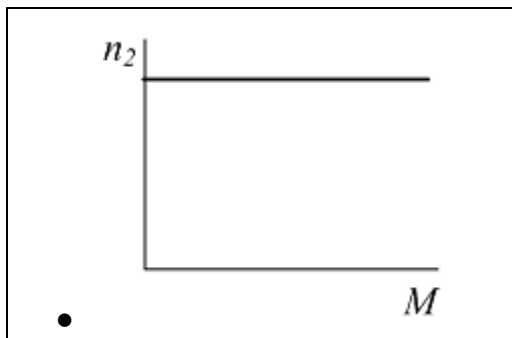
Пример 1

Задание № 10

Механическая характеристика синхронного двигателя изображена на рисунке

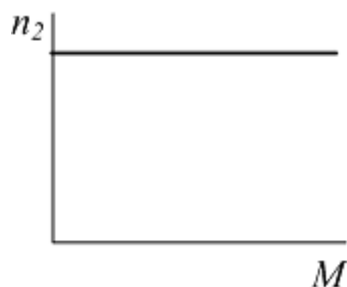
...

Варианты ответов



Пояснения к решению

Механическая характеристика синхронного двигателя изображена на рисунке:



Пример 2

Задание № 10

По приведенным на паспортом щитке двигателя постоянного тока данным:

$P_n = 3,2 \text{ кВт}$, $U_n = 110 \text{ В}$, $I_n = 38,2 \text{ А}$, $n_n = 3000 \text{ об / мин}$, – его номинальный момент равен _____ $\text{Н} \cdot \text{м}$.

Варианты ответов

• 13,4

• 26,8

• 10,2

• 20,4

Пояснения к решению

$$M_n = \frac{60}{2\pi} \cdot 10^3 \frac{P_n}{n_n} = 9550 \frac{3,2}{3000} = 10,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

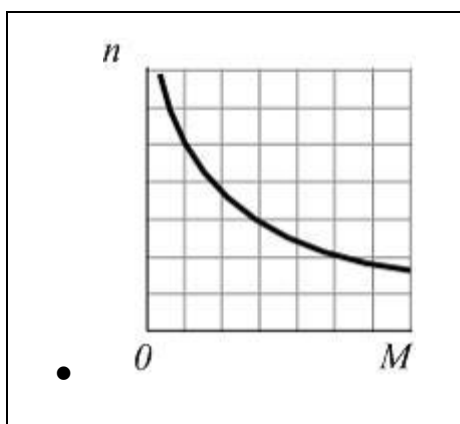
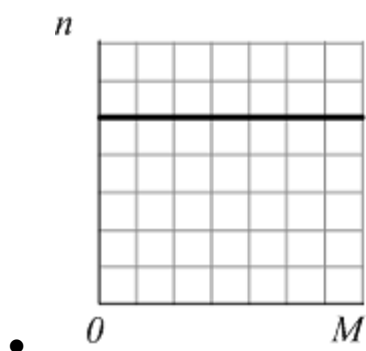
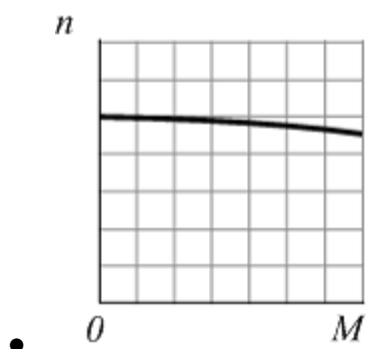
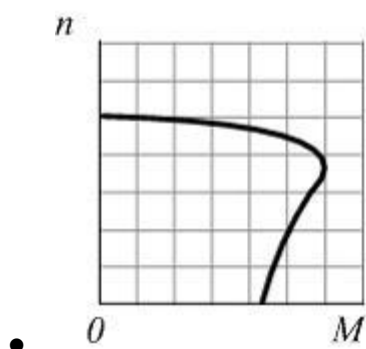
Номинальный момент двигателя

Пример 3

Задание № 10

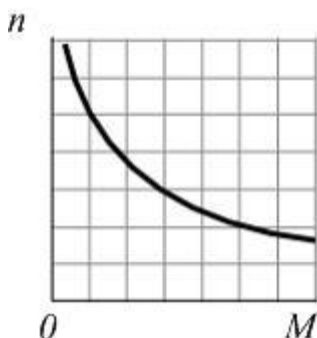
Двигателю постоянного тока последовательного возбуждения соответствует механическая характеристика ...

Варианты ответов



Пояснения к решению

Двигателю постоянного тока последовательного возбуждения соответствует механическая характеристика



Пример 4

Задание № 10

У асинхронного двигателя с номинальным моментом $M_{ном} = 27,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$, номинальным скольжением $S_{ном} = 0,06$, кратностями моментов $\kappa_{м} = 2,4$ и $\kappa_{н} = 2,1$ критическое скольжение $S_{к}$ и максимальный момент M_{max} равны _____ $\text{Н} \cdot \text{м}$ соответственно.

Варианты ответов

- 1,0; 60
- 0,013; 65
- 0,27; 65
- 0,27; 60

Пояснения к решению

Критическое скольжение

$$S_{к} = S_{ном} (\kappa_{м} + \sqrt{\kappa_{м}^2 - 1}) = 0,06 (2,4 + \sqrt{2,4^2 - 1}) = 0,27;$$

Максимальный момент $M_{max} = \kappa_{м} \cdot M_{ном} = 2,4 \cdot 27,1 = 65 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

3. Элементная база современных электронных устройств

Пример 1

Задание № 11

p - n -переход – это граничный слой между ...

Варианты ответов

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• двумя областями полупроводника с различным типом электропроводности |
|---|
- двумя областями p -типа с разными концентрациями акцепторной примеси
 - металлом и полупроводником
 - двумя областями n -типа с разными концентрациями донорной примеси

Пояснения к решению

p - n -переход – это граничный слой между двумя областями полупроводника с различным типом электропроводности.

Пример 2

Задание № 11

Полупроводник p -типа образуется, если в чистый полупроводник (германий, кремний) внести в качестве примеси элемент _____ группы таблицы Д.И. Менделеева.

Варианты ответов

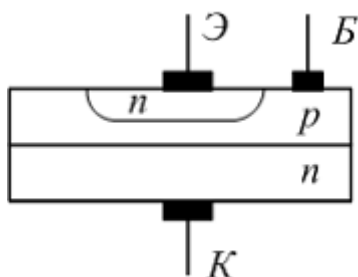
- V
- VI
- III
- IV

Пояснения к решению

Легирующий элемент III группы создает дырочную (p -типа) электропроводность полупроводникового материала.

Пример 3

Задание № 11



На рисунке изображена структура ...

Варианты ответов

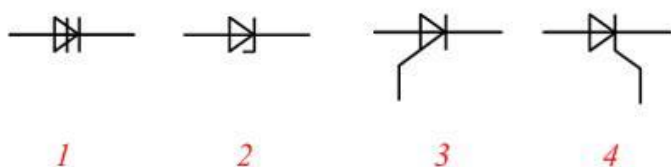
- выпрямительного диода
- биполярного транзистора
- полевого транзистора
- триодного тиристора

Пояснения к решению

На рисунке изображена структура маломощного биполярного транзистора.

Пример 4

Задание № 11



Условное (-ые) обозначение (-я) тиристора приведено (-ы) на рисунке (-ах) ...

Варианты ответов

- 1
- 1, 3, 4
- 3, 4
- 2

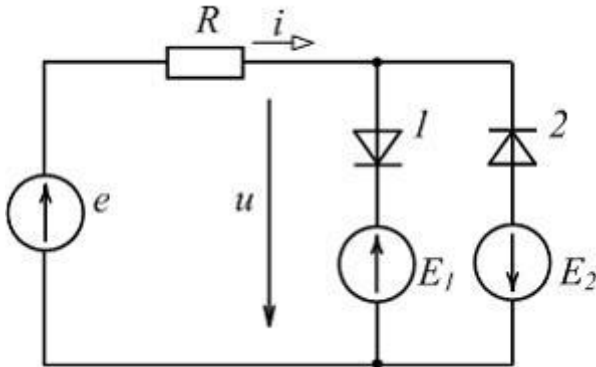
Пояснения к решению

На рисунках 1, 3, 4 приведены условные обозначения диодного и триодных тиристор.

4. Электронные устройства

Пример 1

Задание № 12

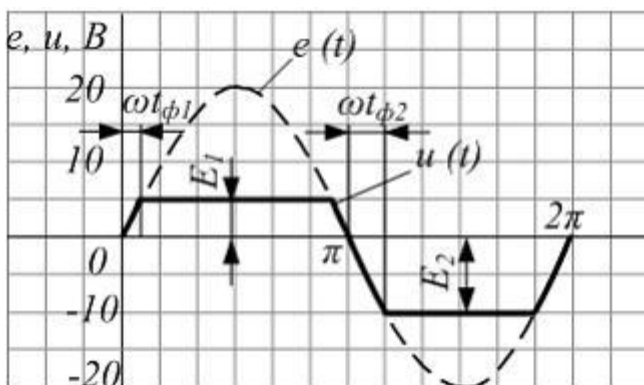


В изображенной цепи (см. рисунок) с идеальными диодами $R = 100 \text{ Ом}$, $e = 20 \sin 1000t \text{ В}$, $E_1 = 5 \text{ В}$, $E_2 = 10 \text{ В}$. Длительность фронта отрицательного импульса напряжения u равна ___ мс.

Варианты ответов

- 0,253
- 0,524
- 2,09
- 2,527

Пояснения к решению



На рисунке изображены зависимости ЭДС $e(\omega t)$ – пунктирная линия и $u(\omega t)$ – сплошная линия.

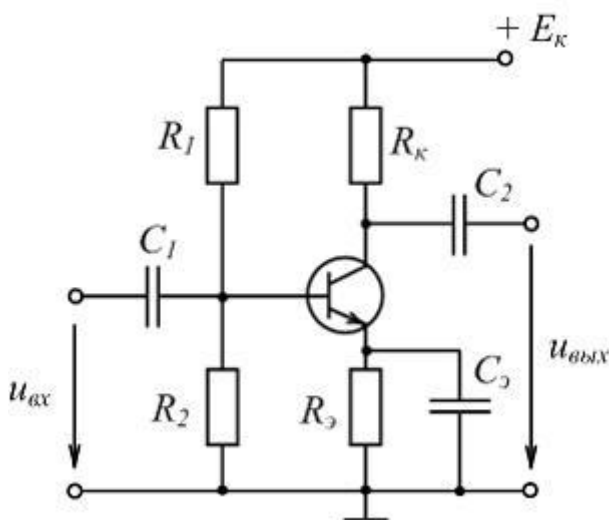
На участке отрицательного импульса напряжения $u(t)$ при $\pi \leq \omega t \leq \omega t_{\phi 2}$ диоды 1 и 2 заперты, ток $i = 0$, напряжение $u = e$ уменьшается от 0 до E_2 .

Длительность фронта отрицательной волны напряжение определяется из

условия $20 \sin 1000 t_{\phi} = 10, \sin 1000 t_{\phi} = 0,5, 1000 t_{\phi} = \frac{\pi}{6},$
 $t_{\phi} = \frac{\pi}{6 \cdot 1000} = 0,524 \cdot 10^{-3} \text{ с},$ или $0,524 \text{ мс}.$

Пример 2

Задание № 12



В схеме усилительного каскада резисторы R_1 и R_2 служат для ...

Варианты ответов

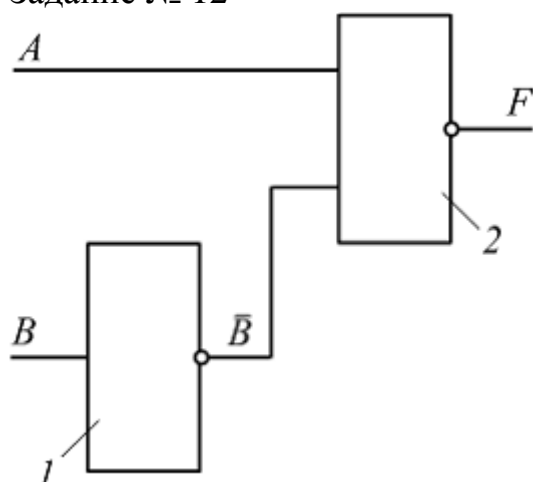
- выделения из коллекторного напряжения переменной составляющей
- обеспечения требуемой работы транзистора в режиме покоя
- создания выходного напряжения
- температурной стабилизации режима работы транзистора

Пояснения к решению

Делитель напряжения $R_1 R_2$ применен для создания начального напряжения смещения $U_{бэ}$ между базой и эмиттером, то есть для обеспечения требуемой работы транзистора в режиме покоя.

Пример 3

Задание № 12



На выходе изображенной логической схемы сигнал $F = 1$, при $A = \underline{\quad}$; $B = \underline{\quad}$.

Варианты ответов

• 0; 0

• 0; 1

• 1; 0

• 1; 1

Пояснения к решению

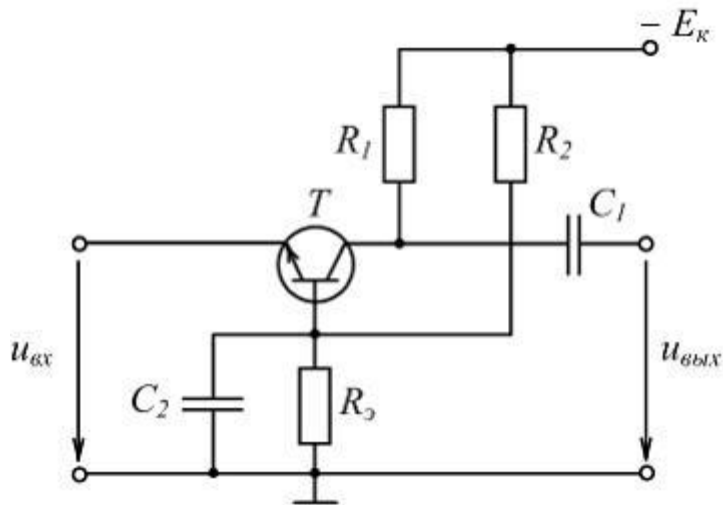
B	\bar{B}
0	1
1	0

A	\bar{B}	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

В изображенной схеме элемент 1 выполняет логическую операцию НЕ (логическое отрицание). Логическое отрицание от функции B обозначено \bar{B} , определяется таблицей истинности (табл. 1), отражающей связь между B и \bar{B} . Логическому элементу 2 (ИЛИ-НЕ) соответствует таблица истинности (табл. 2), отражающая связь между A и \bar{B} . Согласно табл. 1 и 2, на выходе изображенной схемы сигнал $F = 1$ при $A = 0, B = 1$.

Пример 4

Задание № 12



На рисунке приведена схема усилительного каскада с общим (-ей) ...

Варианты ответов

- коллектором
- эмиттером
- базой
- затвором

Пояснения к решению

На рисунке приведена схема усилительного каскада с общей базой.