

сптр периодической последовательности прямоугольных импульсов



Спектр будет дискретным, т.к. сигнал периодический:

$$Q = \frac{T}{T_0} = \frac{T}{\tau}$$

$$S(t) = \frac{1}{2} \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_n e^{jn\omega_1 t}$$

коэффициент A_n - первая гармоника $\omega_1 = \frac{2\pi}{T}$

$$= \frac{2}{T} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} S(t) e^{jn\omega_1 t} dt = \frac{2}{T} A \int_{-\tau/2}^{\tau/2} e^{-jn\omega_1 t} dt = \frac{2A}{T} \left[\frac{1}{-jn\omega_1} e^{-jn\omega_1 t} \right]_{-\tau/2}^{\tau/2} =$$

$$= \frac{2A}{T} \left(\frac{T}{jn\pi\tau} \right) [e^{-jn\pi\tau/2} - e^{jn\pi\tau/2}] = \frac{2A}{T} \frac{T}{\tau} \frac{\sin(n\pi\tau/2)}{n\pi/2}$$

$$\Rightarrow A_n = 2 \frac{A}{Q} \frac{\sin(n\pi/Q)}{n\pi/Q}$$

е - огибающая амплитуд спектра

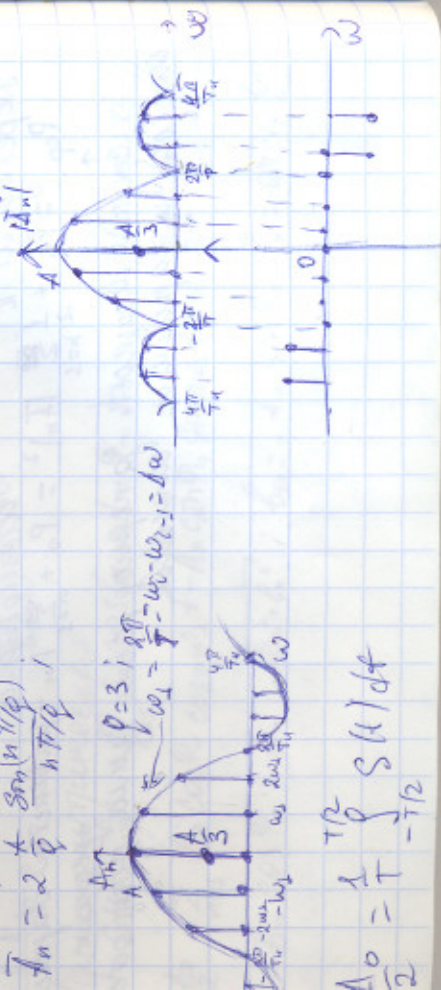
образован суммой косинусов:

$$S(t) = \frac{1}{2} \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_n e^{jn\omega_1 t} = 2 \frac{A}{Q} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\sin(n\pi/Q)}{n\pi/Q} \cos n\omega_1 t$$

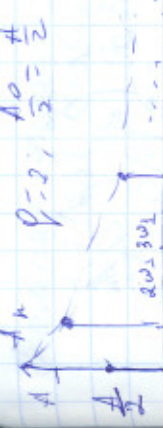
A_0 (через зам. преобр.) $= \frac{2A}{Q}$; $\frac{A_0}{2} = \frac{A}{Q}$

$$= \frac{A_0}{2} + \frac{2A}{Q} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(n\pi/Q)}{n\pi/Q} \cos n\omega_1 t$$

е периодическая огибающая канало гармоник, коэфф орбит краевых взаимности, равная 0, это следует



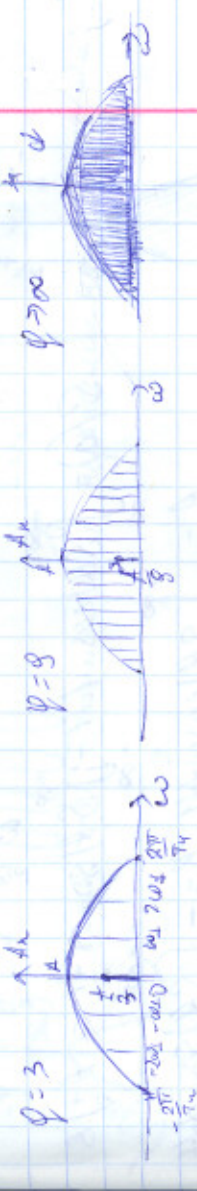
$$\frac{A_0}{2} = \frac{1}{T} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} S(t) dt$$



$Q=2, \frac{A_0}{2} = \frac{A}{2}$

Фундаментальной закон преобр. Менее значущие части сигнала $S(t)$ пренебрегаем нулевым гармоником спектра. Спектральная плотность сигнала

Спектральная плотность сигнала:



$A_n \sim \frac{1}{Q}$, $Q \rightarrow \infty$ гармоник становится бесконечным и будет непрерывным интервалом; конкретная величина вероятности в единицу

$$A_n = \frac{2}{T} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} S(t) e^{-jn\omega_1 t} dt = \frac{2}{T} S(n\omega_1) \Delta\omega; \quad \frac{1}{T} = \frac{\omega_1}{2\pi}$$

$$\omega_1 = \omega_2 - \omega_1 = \Delta\omega$$

$\lim_{n \rightarrow \infty} \bar{A}_n = d\bar{A}_n$; $\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} S(n\omega_1) \Delta\omega \parallel n\omega_1 \rightarrow \omega; \Delta\omega \rightarrow d\omega$

$$d\bar{A}_n = \frac{1}{T} S(\omega) d\omega; \quad S(\omega) = T \frac{d\bar{A}_n}{d\omega}$$

$S(\omega)$ - спектральная мощность - амплитуда напряжения или тока, приходящегося на 1Ω в бесконечно узком полосе частот $d\omega$, выходящую из единицы ω

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t) e^{-j\omega t} dt \rightarrow F[S(t)]$$

- спектр. мощность, или прямое преобразование Фурье

$$-\frac{1}{2} \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_n e^{-j\omega t} dH -$$

$$f(t) = \frac{1}{2} \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_n e^{j\omega_n t}; \quad G_m S(t) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{j\omega t} dA_n$$

Знаменное преобразование Фурье:

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S(\omega) e^{j\omega t} d\omega \rightarrow F[S(\omega)]$$

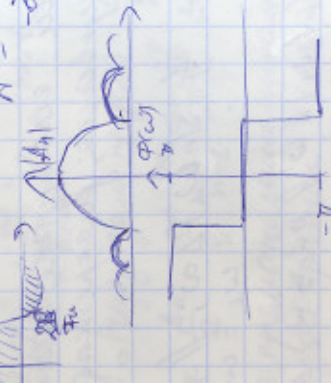
$$\int_{-\infty}^{+\infty} S(t) \cos \omega t dt - i \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) \sin \omega t dt = A + iB$$

$$S(\omega) = A \int_{-\frac{T_u}{2}}^{\frac{T_u}{2}} e^{-j\omega t} dt = A \left(-\frac{1}{j\omega} \right) \left[e^{-j\omega \frac{T_u}{2}} - e^{j\omega \frac{T_u}{2}} \right] \cdot \frac{T_u}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{T_u} =$$

$$= A T_u \frac{\sin \omega \frac{T_u}{2}}{\omega \frac{T_u}{2}}$$

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) \cos \omega t dt - i \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) \sin \omega t dt = A + iB$$

$$A = \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) \cos \omega t dt; \quad B = - \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) \sin \omega t dt$$



ПРИБА ВПРКМРОВА

интегральность

$$F[S_1(t) + S_2(t)] = S_1(\omega) + S_2(\omega)$$

ограниченность

$$F[\mu(t)g(t)] = \mu S(\omega)$$

$$F[S(t-t_0)] = e^{-j\omega t_0} S(\omega)$$

$$F[S(t)e^{j\omega_0 t}] = S(\omega - \omega_0)$$

интегральность не равенство

Равенства следующие:

$$F[S(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0)] = \frac{1}{2} [S(\omega) e^{j\varphi_0} + S(\omega - \omega_0) e^{-j\varphi_0}]$$

$$= \frac{1}{2} e^{j\varphi_0} S(\omega - \omega_0) + \frac{1}{2} e^{-j\varphi_0} S(\omega + \omega_0)$$

Амплитудная модуляция - перенос спектра из области нулевого спектра в область бокового спектра



Смещение спектра в область бокового спектра

Максимум в 0-й

Фигура в 0-й

Фигура в 0-й

Фигура в 0-й

Фигура в 0-й

$$F[S(t)] = \frac{1}{2} S(\omega)$$

или боковой спектр - или центральный



$$F\left[\frac{dS(t)}{dt}\right] = j\omega S(\omega)$$

$$F\left[\int S(t) dt\right] = \frac{1}{j\omega} S(\omega)$$

теорема Релея

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} S^2(f) df = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |S(\omega)|^2 d\omega$$

$$= \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} |S(\omega)|^2 d\omega$$

РИНА СПЕКТРА СИГНАЛА

любой сигнал конечен во времени, спектр бесконечен. Если с бесконечной полосой пропускания не удается, значит мы уже вышли за пределы

спектра сигнала - интервал частот, в котором сосредоточена основная энергия сигнала. Чем больше верхняя частота сигнала

критерий заданной ширины спектра

приближение: в ширину спектра выходим постепенно, заданной ширины

$$dE = \int_{\omega_1}^{\omega_2} |S(\omega)|^2 d\omega$$

0,9 ≤ α ≤ 1, чаще всего α = 0

$$E_{0,1} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\omega_1} |S(\omega)|^2 d\omega \approx 0,964 E$$



Взаимосвязь входного и выходного сигнала линейной цепи

функции суммирования

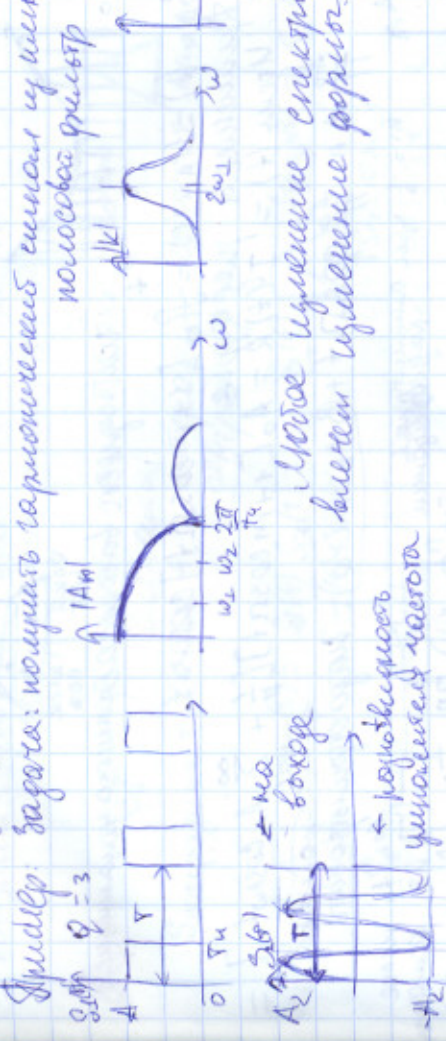
I_{20} - парасимметрическое возмущение

$I_{21} = I(\omega_1) \cdot A_{21} \rightarrow S_2(\omega) = I(\omega) S_1(\omega)$

Если знаем $I(\omega)$ выходного формирования

$dI_2 = \frac{1}{\pi} S_2(\omega) d\omega$, $dA_{21} = \frac{1}{\pi} S_1(\omega) d\omega$

$T \rightarrow \infty$ равномерная частота становится непрерывной



Изменение спектра сигнала при амплитудной модуляции

$S_{AM}(t) = A_0 [1 + m \cos \omega_1 t] \cos \omega_0 t$; $m = \frac{A}{A_0}$ - глубина модуляции

выражение модулирующей частоты $S_{AM}(f) = A_0 [1 + m \cos \omega_1 t] \cos \omega_0 t$

$= A_0 \cos \omega_0 t + \frac{1}{2} m A_0 \cos(\omega_0 + \omega_1) t + \frac{1}{2} m A_0 \cos(\omega_0 - \omega_1) t$

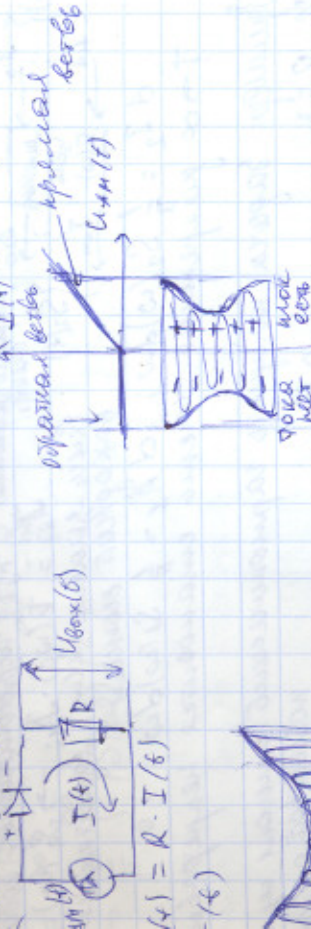
модулирующая частота

модулирующая частота

модулирующая частота



СВРАЗОВАНИЕ СПЕКТРА АМПЛИТУДНО-МОДУЛИРОВАННОГО СИГНАЛА
 через формулы с помощью нацуроводящего



выражен вольтажного значения

$$U_m(t) = U_{am}(t) = f_0 [1 + m \cos \Omega t] \cos \omega_c t$$

где f_0 - амплитуда несущей, m - коэффициент модуляции, Ω - частота модулирующего сигнала, ω_c - частота несущей.



функция - первое слагаемое в сумме
 второе слагаемое - второе слагаемое

процесс суммирования через полосу пропускания



Принцип частотного разделения сигнала



Саме выходы все значения одинаковы, то на все разделим

2 точки: 1) сигнал с одинаковыми спектрами
 2) спектры имеют разную форму

Берем модулятор - перемножаем аналоговый сигнал

Сигнал = $\cos \omega_1 t$, перемножим - получим модулированный сигнал

$$S_2(t) = S_1(t) \cdot S_2(t) = \cos \omega_1 t \cdot \cos \omega_2 t = \frac{1}{2} [\cos(\omega_1 + \omega_2)t + \cos(\omega_1 - \omega_2)t]$$

Самые важные моменты:



Суммируем сумму через полосу пропускания

проход только 1-й спектр



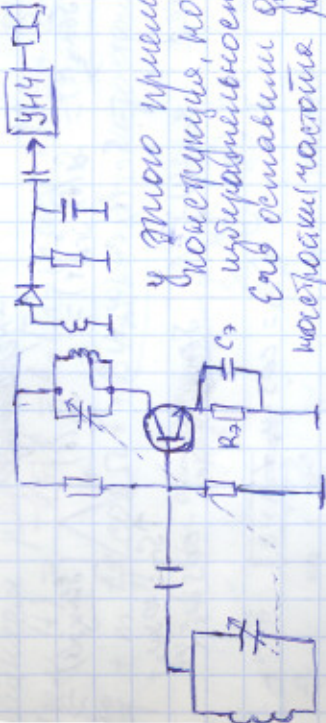
цик прямой и обратной связи



правильность - способность выделять нужную информацию из смеси сигналов, и пропускать все остальное, и наоборот - способность выделять нужную информацию из смеси сигналов.



многоканальная система - система, способная выделять несколько сигналов из смеси сигналов.



у этого приемника отличная селективность, но хорошие характеристики по частоте. Свойствами для многоканальной системы (частотная характеристика).

ОБРАЗОВАНИЕ ЧАСТОТЫ

$$A = 1;$$

$$S_{\text{вых}}(t) = \cos \omega_1 t \cdot \cos \omega_2 t = \frac{1}{2} \cos(\omega_1 - \omega_2) + \frac{1}{2} \cos(\omega_1 + \omega_2)$$



или перемножением сигнала можно получить в модуляторе.

Теорема Шеннона:

$$F[A(t)] = S_A(\omega)$$

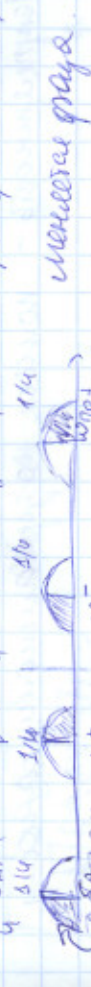
$$F[A(t) \cos \omega_0 t] = \frac{1}{2} S_A(\omega - \omega_0) + \frac{1}{2} S_A(\omega + \omega_0)$$

Если еще раз применить преобразование Шеннона:

$$F\{F[A(t) \cos \omega_0 t] \cos \omega_0 t\} =$$

$$= \frac{1}{4} S_A(\omega - \omega_0 - \omega_0) + \frac{1}{4} S_A(\omega - \omega_0 + \omega_0) + \frac{1}{4} S_A(\omega + \omega_0 - \omega_0) + \frac{1}{4} S_A(\omega + \omega_0 + \omega_0) =$$

$$= \frac{1}{4} S_A(\omega - 2\omega_0) + \frac{1}{4} S_A(\omega) + \frac{1}{4} S_A(\omega) + \frac{1}{4} S_A(\omega + 2\omega_0)$$



Смещение спектра, частотной на ω_0 .

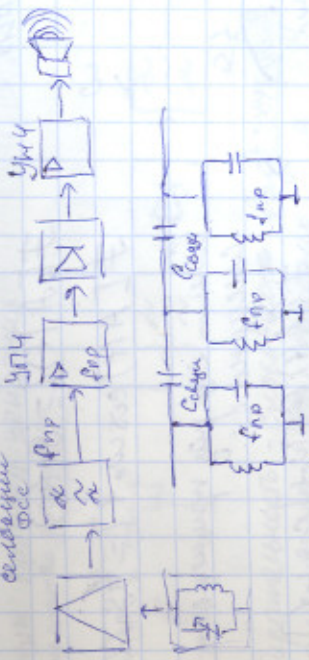


Полосовой фильтр ограничивает частоты, вносит искажения в сигнал, но не искажает частоты. Полосовой фильтр ограничивает частоты, вносит искажения в сигнал, но не искажает частоты.

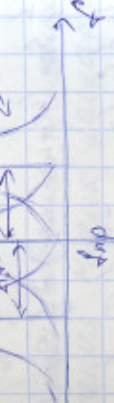
$$f_{\text{нп}} = 45 \text{ кГц}$$

Макс 10 кГц

ФАС-принцип формирования сигнала; ФАП-принцип формирования сигнала



Анализ контура. Анализ контура. Анализ контура.



Получение сигнала по заданному каналу.

$\omega_1, \omega_2, \omega_3 = \omega_{пр} \Rightarrow$ находится все значения, на которых передается



← Отличительные признаки, все возможные случаи

ВРЕМЕННЫЙ АНАЛИЗ

КРИВАЯ ААИ АНАЛИЗ-ФУНКЦИЯ (ФУНКЦИЯ АНАЛИЗА)

$$S(t) = \begin{cases} 0, & t < -\frac{\pi}{2} \\ \frac{1}{2} + \frac{t}{\pi}, & -\frac{\pi}{2} \leq t \leq \frac{\pi}{2} \\ 1, & t > \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$S'(t) = \begin{cases} 0, & t < -\frac{\pi}{2} \\ \frac{1}{\pi}, & -\frac{\pi}{2} \leq t \leq \frac{\pi}{2} \\ 0, & t > \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$G(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} S(t)$$

$$S(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} S'(t)$$

$$G(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t \geq 0 \end{cases}$$

Функция

$$S(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t \geq 0 \end{cases}$$



«Выходные»

Свойства:



С-функция: по определению $\int_{-\infty}^{\infty} S(t) dt = 1$; площадь S-функции = 1.

Рисование свойства:

Наименее: функции
выборку значений функции
в момент t₀

$$S(t) = \int_{-\infty}^t S'(t) dt = \int_{-\infty}^t S(t-t_0) dt = S(t-t_0)$$

применение в-во S-функции

$$S(t) = \frac{dG(t)}{dt} \Rightarrow G(t) = \int_{-\infty}^t S(t) dt$$

ВХОДНАЯ И ИМПУЛЬСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

g(t) → $\mathcal{F}$ → выходная характеристика, характеризует отклик цепи на входное воздействие в виде функции времени (функции Хевисайда)

h(t) → $\mathcal{F}$ → импульсная характеристика, характеризует отклик цепи на входное воздействие в виде дельта-функции

(t), S(t) - функции; g(t), h(t) - скалярные.

(t) ≠ 0; t > 0; h(t) ≠ 0; t > 0;

$U = \mathcal{F}[S(t)] = \mathcal{F}\left[\frac{d}{dt} \mathcal{F}[g(t)]\right] = \frac{d}{dt} \mathcal{F}[G(t)] = \frac{d}{dt} g(t)$

импульсная характеристика - матричная характеристика

матрица представления переходной характеристики

$e^{-\frac{t}{RC}}; \omega_n = \frac{1}{RC}$

Параметры для расчета не пропускающей мощности

мощ.

$\frac{1-U_c}{R} = -C \frac{dU}{dt} \rightarrow \frac{dU}{dt} + \frac{1}{RC} U = 0$

$U = A e^{-\frac{t}{RC}}; U(0) = 0; t = 0; A = 1;$

$(1-U_c) = e^{-\frac{t}{RC}}; g_{max}(t) = 1 - e^{-\frac{t}{RC}};$

$g_{max}(t) = 1 - e^{-\frac{t}{RC}};$ Выход в переходных характеристиках

Входной сигнал

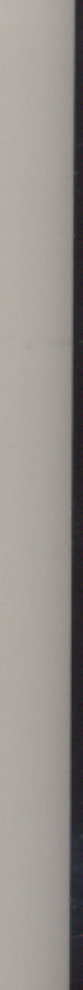
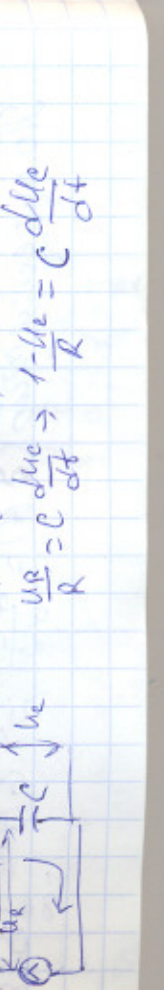
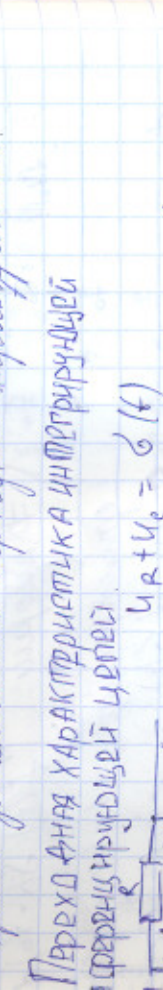
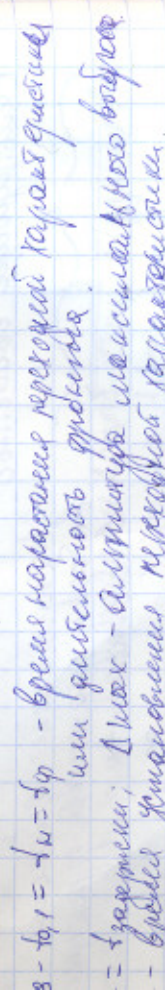
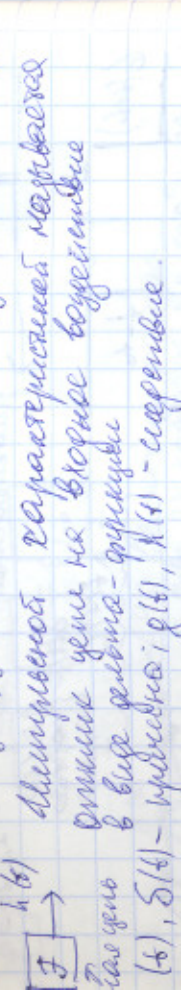
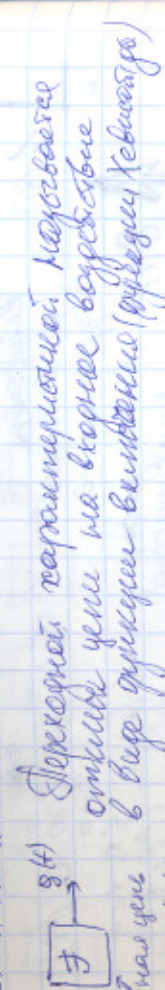
Выходной сигнал

Входной сигнал

Выходной сигнал

Входной сигнал

Выходной сигнал



графиком изобразим u_2 и пометим u_2^0 .

Фильм берн
ност



• Аккомодация и ее нарушения:

$$= \frac{1}{RC}; \quad T_u = \frac{1}{T_u}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega_I}; \quad T_u = \frac{2\pi}{3\omega_I}$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{T}, \quad \omega_2 = \frac{3\omega_1}{2} \approx 0,48\omega_1$$

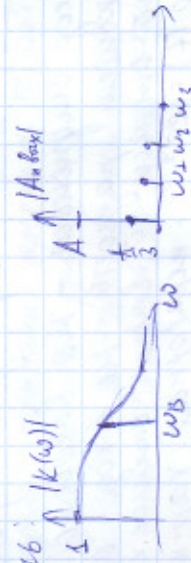
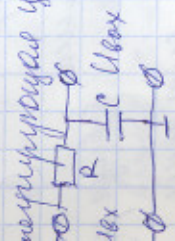
$$D_1 = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\pi}{2\lambda}$$

$$k_{\text{exp}} = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} U(H) dt$$

-112-
 Это интересно! Выход не получил
 из шведов зарплатки нет, ни, ишт 2 переводные
 дали! Перед началом второго шведов на
 море! Где осталась Фрида. При закрытии
 боковой линии спускается на водоизнос-
 мейблфрэнсе эррект бондвингено мейблфрэнсе.

Меняем тип переменной, указав, что это число рациональное

автор: Фрэнк и Сюзанна
не проходит.





The figure shows two hand-drawn plots on grid paper. The top plot is a rectangular pulse function $x(t)$ versus time t . The pulse has a constant amplitude of 1 and a duration of $2\omega_1$, centered at $t=0$. The bottom plot is the magnitude spectrum $|K(\omega)|$ versus angular frequency ω . The spectrum is a bell-shaped curve centered at $\omega=0$, with a maximum value of 1. The curve is labeled with ω_1 and $2\omega_1$ on the ω -axis, indicating its bandwidth.

Остаток без изменений
постоянный ток и первая
гармоника.

$$w_B = 1.5 \text{ cm}$$

поднимается на $\frac{1}{2}$



предельные
изменения, по
сигналу

Учитывая, что в настоящее время в России нет единой системы учета и отчетности по фактору риска, то для оценки риска необходимо использовать комплексный подход, включающий в себя:

структурная антропогенная
антропогенная суверенизация
выявление, etc)

von $\Delta x \rightarrow$ unendlich $\Delta x \rightarrow$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{\infty} \phi(t) \sum_{j=1}^{\infty} \frac{\Delta t_j}{\Delta t} \phi(t - i \Delta t) \Delta t &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{\infty} \phi(t) \sum_{j=1}^{\infty} \frac{\Delta t_j}{\Delta t} \phi(t - i \Delta t) \Delta t \\ &= \sum_{i=1}^{\infty} \phi(t) \sum_{j=1}^{\infty} \phi(t - i \Delta t) \Delta t \end{aligned}$$

$$\frac{2P}{S} \int_0^\infty + (f) \mathcal{Q} \mathcal{S} = (f) \mathcal{S}$$

$$f^a S = S^a f$$

Департамент будет действовать наравне с 70, 450 заведений

$$S_{\text{top}}(t) = S_{\text{ext}}(t) + \int_0^t \frac{dS_{\text{ext}}}{dt} dt$$

[illegible]

ГЛАВНИКЪТ ПОВЕЩАВАЩЕ ЕЛЕНА ДАВНА - ДЪНКУЛЪТ НАСКО

Импульсная Апроксимация

$$[27-98-4] 2-(49+7) 2-78 = 17 \text{ ml}$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{l=0}^{\infty} \frac{g^{n+l} (n+l)!}{n! l!} \frac{(-1)^n}{(2n-1)!!} \frac{(-1)^l}{(2l-1)!!} = 2^2 = 4$$

$$-12 \rightarrow 7, 8 \rightarrow 5 \quad 40$$

$\Phi(t) \delta(t-\tau) d\tau = \Phi(t)$ - еще одна формула измерения подобия для δ -функции

и будем S_{xx} по оператор $\mathcal{F}$ получим малую $S(t-\tau)$ и получим импульсную характеристику

$$h(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xx}(\tau) h(t-\tau) d\tau$$

Зв частотных и временных характеристик линейной цепи

$$S_{xx}(\omega) = \mathcal{F}[S(t)]$$

$$h(t) = \mathcal{F}[S(\omega)]$$

$$S_{xx}(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xx}(t) e^{j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xx}(\tau) h(t-\tau) e^{j\omega t} d\tau$$

$$S_{xx}(\tau) e^{-j\omega \tau} \int_{-\infty}^{+\infty} h(t-\tau) e^{j\omega t} dt$$

$S_{xx}(\omega)$ - спектральная плотность входного сигнала.

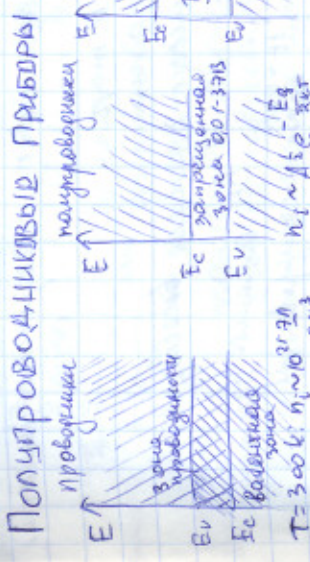
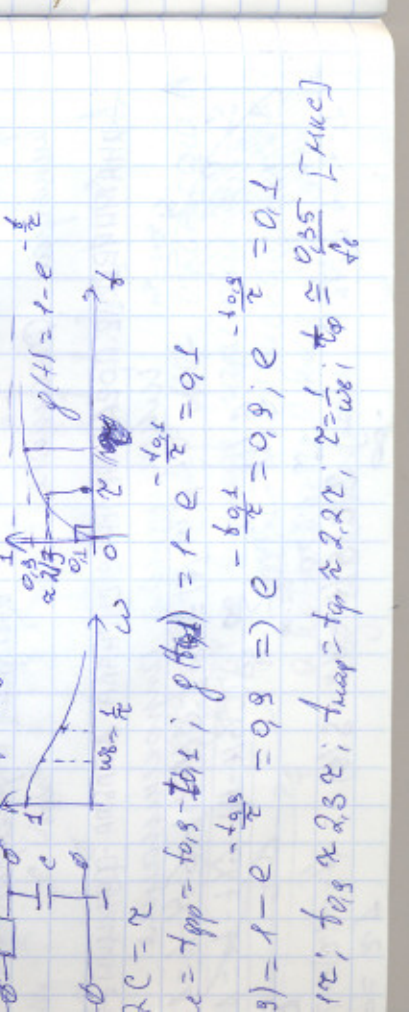
$$h(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xx}(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$
 - прямое Фурье-преобразование от входной характеристики.

$$1 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xx}(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$
 - обратное Фурье-преобразование.

на частотные свойства можно судить о

свойствах переноса характеристик.

пример: интегрирующая цепь



При увеличении температуры концентрация носителей в запрещенной зоне увеличивается.

переход из валентной зоны в зону проводимости

$$n_i^2 = A e^{-\frac{E_g}{kT}}; A = N_C \cdot N_V$$

концентрация n_i E_g N_C N_V kT

вещество полупроводник - химический состав

Допир будет все так же так как температура с понижением температуры.

$$n \cdot p = A e^{-\frac{E_g}{kT}} = \text{const при } E = \text{const}$$



При вращении вращающейся и роторной и электронами; плотность тока: $J_n = q n v_n$; $J_p = q p v_p$; $J = J_n + J_p$

$v_n = \mu_n E$ - скорость перемещения

μ_n - скорость при $E=1$; $\mu_n = \frac{v_n}{E} = \left[\frac{\text{см}^2}{\text{В} \cdot \text{сек}} \right]$; $\mu_n \approx 2,5 \cdot 10^4$

J - дрейфовый ток - перемещение заряда носителей заряда под действием электрического поля.

Внутреннее перемещение носителей под действием зарядовых неоднородностей

$$J_{gp} = \left[\frac{A}{\text{см}^2} \right] = (q n_p + q p_p) E \left[\frac{\text{В}}{\text{см}} \right]$$

$$G = q n_p + q p_p$$

$$G \approx 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$$

$$G \approx 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$$

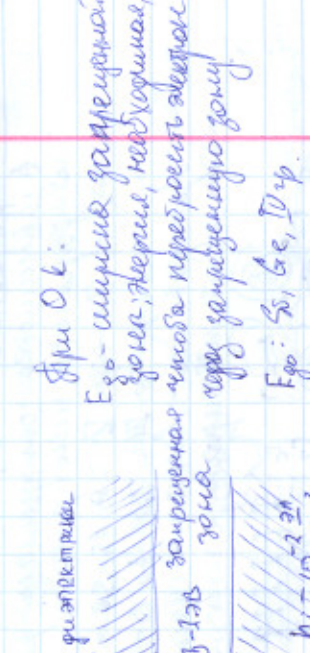
увеличение ширины запрещенной зоны

увеличение энергии уровней, возрастает ширина запрещенной зоны

равна 1/2;

Для полупроводников он находится по формуле

$$E_F = \frac{E_V + E_C}{2}$$



При 0 K:

E_F - ширина запрещенной зоны, ширина, ширина, ширина

зона проводимости

зона валентности

E_F

E_V

E_C

$2 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$



При вращении вращающейся и роторной и электронами; плотность тока: $J_n = q n v_n$; $J_p = q p v_p$; $J = J_n + J_p$

$v_n = \mu_n E$ - скорость перемещения

μ_n - скорость при $E=1$; $\mu_n = \frac{v_n}{E} = \left[\frac{\text{см}^2}{\text{В} \cdot \text{сек}} \right]$; $\mu_n \approx 2,5 \cdot 10^4$

J - дрейфовый ток - перемещение заряда носителей заряда под действием электрического поля.

Внутреннее перемещение носителей под действием зарядовых неоднородностей

$$J_{gp} = \left[\frac{A}{\text{см}^2} \right] = (q n_p + q p_p) E \left[\frac{\text{В}}{\text{см}} \right]$$

$$G = q n_p + q p_p$$

$$G \approx 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$$

$$G \approx 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$$

увеличение ширины запрещенной зоны

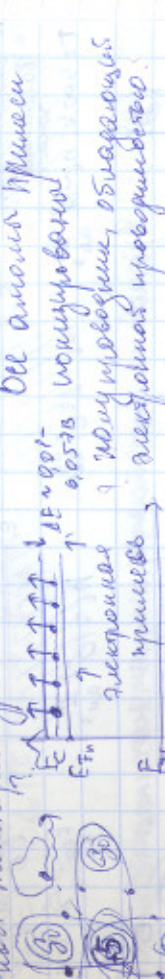
увеличение энергии уровней, возрастает ширина запрещенной зоны

равна 1/2;

Для полупроводников он находится по формуле

$$E_F = \frac{E_V + E_C}{2}$$

ИМРНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ
 смеси от примесей радиацией
 борный, или р-тип
 Donor II: P, AS, SE - n-тип
 Acceptor III: In, Ga, B - p-тип
 Чистое - чистое примесей. Примесей вносится при
 чистоты примесей.



Все атомы примесей
 ионизированы.
 электронная концентрация, обусловленная
 примесью, электронная концентрация.

$N_D \approx 10^{13} - 10^{14} \text{ см}^{-3}$, $N_A \approx 10^{13} - 10^{14} \text{ см}^{-3}$
 $N_D \times 10^{14} \text{ см}^{-3} \Rightarrow N_D \approx 10^{14} \text{ см}^{-3}$
 $N_A \times 10^{14} \text{ см}^{-3} \Rightarrow N_A \approx 10^{14} \text{ см}^{-3}$

Величина концентрации $N_D \approx N_A \approx 10^{14} \text{ см}^{-3}$
 при $T \approx 450 \text{ K}$, $N_D \approx N_A$ - концентрация в n-типе
 Чистая полупроводниковая среда имеет концентрацию примесей
 малой концентрации примесей, концентрация примесей
 концентрация примесей, концентрация примесей

концентрация примесей $N_D \approx N_A \approx 10^{14} \text{ см}^{-3}$
 при $T \approx 450 \text{ K}$, $N_D \approx N_A$ - концентрация в n-типе
 Чистая полупроводниковая среда имеет концентрацию примесей
 малой концентрации примесей, концентрация примесей
 концентрация примесей, концентрация примесей



концентрация примесей $N_D \approx N_A \approx 10^{14} \text{ см}^{-3}$
 при $T \approx 450 \text{ K}$, $N_D \approx N_A$ - концентрация в n-типе
 Чистая полупроводниковая среда имеет концентрацию примесей
 малой концентрации примесей, концентрация примесей
 концентрация примесей, концентрация примесей

концентрация примесей $N_D \approx N_A \approx 10^{14} \text{ см}^{-3}$
 при $T \approx 450 \text{ K}$, $N_D \approx N_A$ - концентрация в n-типе
 Чистая полупроводниковая среда имеет концентрацию примесей
 малой концентрации примесей, концентрация примесей
 концентрация примесей, концентрация примесей



З- ширина запрещенной зоны, зона или объем, где сосредоточены
 основные носители заряда.
 зона находится в центре запрещенной зоны-наличие
 зарядов лево-направо, но промаркированы носители

Витиев дирижирование, дирижирование, дирижирование
 дирижирование, дирижирование, дирижирование

$\Delta E_{\text{диф}} = E_D - E_A$
 $\Delta E_{\text{диф}} = E_D - E_A$
 $\Delta E_{\text{диф}} = E_D - E_A$

Витиев дирижирование, дирижирование, дирижирование
 дирижирование, дирижирование, дирижирование

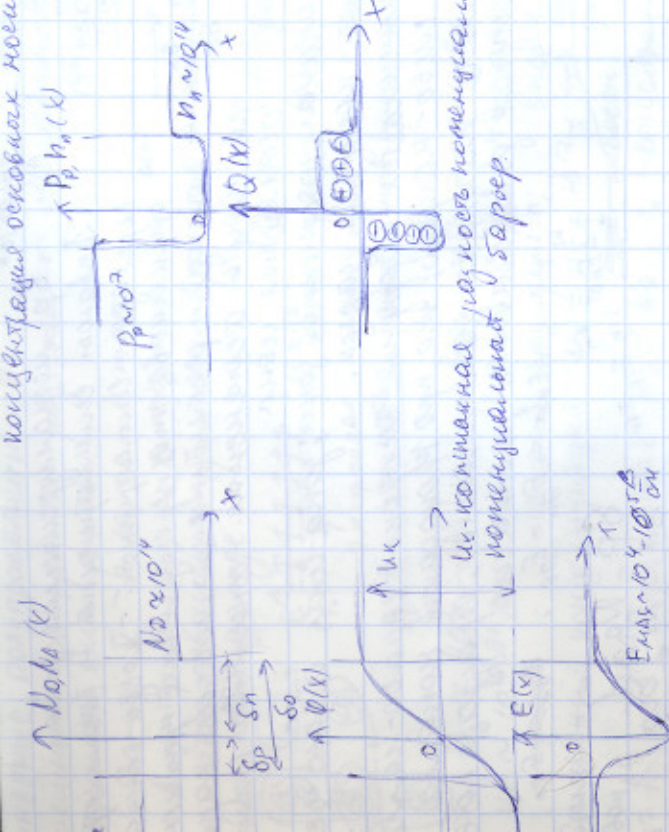
Витиев дирижирование, дирижирование, дирижирование
 дирижирование, дирижирование, дирижирование

Витиев дирижирование, дирижирование, дирижирование
 дирижирование, дирижирование, дирижирование

Витиев дирижирование, дирижирование, дирижирование
 дирижирование, дирижирование, дирижирование

Витиев дирижирование, дирижирование, дирижирование
 дирижирование, дирижирование, дирижирование

концентрация основных носителей



матрица

Эти слои имеют уровни Ферми, выравнивающиеся.



формулы на \$p, n\$ и \$n\$-полупроводнике

$$\varphi_{Tp} = \frac{E_F}{q}; \quad \varphi_{Tn} = \frac{E_F}{q}$$

матрица концентрация носителей - разность уровней Ферми

$$n = N_D - p_{Tp}; \quad U_k \approx \varphi_{Tn} \ln \left(\frac{N_D}{n_i} \right) = 0.025 \text{ В} \cdot \ln \left(\frac{10^{18} \cdot 10^{18}}{10^{10}} \right) \approx 0.69 \text{ В}$$

$$= \frac{kT}{q} = 0.025 \text{ В при } T = 300 \text{ К}$$

Электронно-дырочный переход при воздействии ЭДГ

Внешнее воздействие - инжекционные контакты, которые имеют для мощного перехода ЭДС, эти контакты не должны быть втягивающими, при сильном давлении переход не должен меняться.

Барьер Шоттки - переход контакт-полупроводник

матрица полупроводник работа выхода и изменение энергии, при диффузии полупроводника в контакте, в полупроводнике, при конденсации, образуется окислительный слой;

$\varphi_{Tn} < \varphi_{Tp}$ - работа выхода, при диффузии, при диффузии

Диффузия в контакте не имеет при сильном давлении

матрица полупроводник

матрица полупроводник

$\Delta E, \Delta E_s, \Delta E_d, \Delta E_p, \Delta E_n, \Delta E_{sp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$ (матрица полупроводник)



Барьер Шоттки, наоборот, втягивается

матрица полупроводник

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

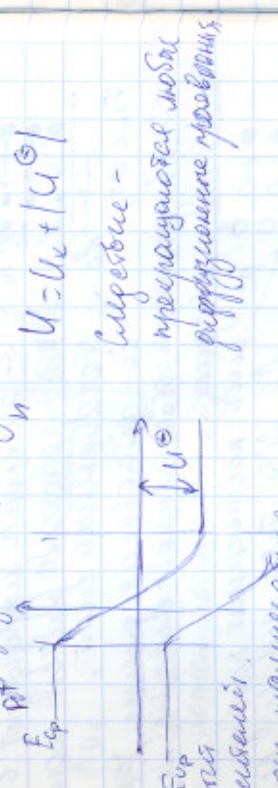
$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

$\varphi_{Tn} > \varphi_{Tp}$

в области с повышенной концентрацией примесей "примесный" переход, инжектируется, коммутация является пассивной.

Обратный смещение; $U = U_k + |U^{\oplus}|$



Среднее значение температуры T определяется по формуле: $I = I_S (e^{\frac{U}{kT}} - 1)$ - уравнение ВАХ; I_S - ток насыщения



Плотный ток при максимальном смещении $I_{pr} = I_S e^{\frac{U}{kT}}$

Формула для расчета I_{pr} : $I_{pr} = I_S e^{\frac{U}{kT}}$

Барьерная емкость C_{br} определяется по формуле: $C_{br} = \frac{I_{pr}}{U}$

Время жизни носителей заряда τ определяется по формуле: $\tau = \frac{C_{br}}{I_{pr}}$

Емкость перехода $C = \frac{Q}{U}$; U - внешнее напряжение.

Время жизни носителей заряда τ определяется по формуле: $\tau = \frac{C}{I_{pr}}$



Время жизни носителей заряда τ определяется по формуле: $\tau = \frac{C}{I_{pr}}$

Основная типичная характеристика диода

Полупроводниковый прибор, в котором диод - микро-диод

Барьерная емкость C_{br} определяется по формуле: $C_{br} = \frac{I_{pr}}{U}$

Время жизни носителей заряда τ определяется по формуле: $\tau = \frac{C_{br}}{I_{pr}}$

Время жизни носителей заряда τ определяется по формуле: $\tau = \frac{C_{br}}{I_{pr}}$

инан используется как уравнивающий элемент.

$C_{\text{сн}}$ - балансовый емкостной элемент при расчете потерь в первом балансовом



На частоту указания не оказывают большого влияния

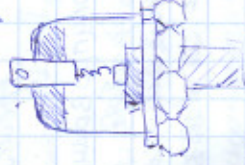
$$r_{\text{rel}} = \frac{C_{\text{on}} \cdot C_{\text{vap}}}{C_{\text{on}} + C_{\text{vap}}}$$

определённые мор

Фтор предназначен для преобразования жидкого в твердую. Это означает, что в реакциях

Особенность: для больших временных шагов в нестабильная. стабилизирует в отрицательных

for $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ and $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ $\Rightarrow$ quaternary carbons



прежде повариха в духовке.
Упор max - 308-1500 В

Для добавших Углеродное строение

мин = 15-20 мин; (длина ковы уменьшается по мере роста)
минимум в однолетний период выращивания
≥ 1000 г

U₂-U₁



Таки национали в република

$$U_0 = 0,318 U_{H_0}$$

функцию, соответствующую

мыве с ую и мой
№ - середина марш

коэффициент при ω равен:

ref. cold spec.
 $\frac{U_{12}}{U_{10}} = 0.957$ $\frac{U_{12}}{U_{10}} = \frac{U_{12}}{U_{10}} = \frac{U_{12}}{U_{10}}$

$$U(\phi) = U_m \left(\frac{1}{\pi} + \frac{2}{\pi} \sum A_n \cos w \right)$$



уличный мостик



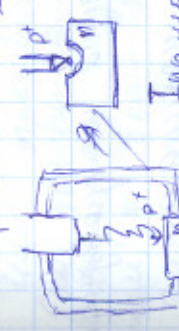
$$U_{\text{ср}} = 0,636 \text{ Ач/мах}; k_{\text{прое}} = 0,64$$

Крыжак - 0,



В то время зарплата «Директора»

Ушварданыр цилъсныг ачары.



110 monoplakt, maculatus p-n peresol = 7

маленькая тарелочка, шипучкой напиток, самое вкусное

$I_{np, max} = 10-50 \text{ mA}$; $I_{np, max, spec} = 100-500 \text{ mA}$
 $U_{np, max} = 30-100 \text{ V}$; $I_{asp} = 10^{-3}-10^{-6} \text{ A}$; $f_L \leq 1 \text{ MHz}$
 $t_{over} \sim 10 \text{ ns} - 500 \text{ ns}$; $Q_{asp} \sim 0.1 - 5 \text{ pF}$

Индивидуальное фото передаётся для работы с индивидуальными симпатиями, долгого обладать фото не рекомендуется, баллотироваться можно только в настоящее время.

3. Шинтуэнае рэорз с наамаеаааа заара.



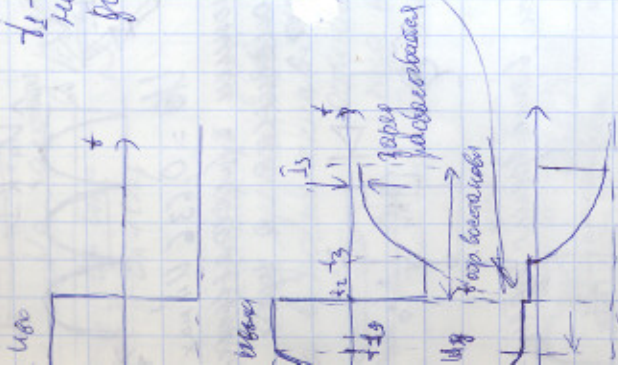
В тоже неравостерная
искусственной
примесей.

собное население функционирует на значительном расстоянии от своего Естественного происхождения, особенно для тех пород, которые имеют большое значение для промышленности, вследствие чего при передвижении их перемещаются значительные расстояния.

4-42 - континентальный барьер
нет и в базе Балтийского моря
замок - цитадель, замок

0- t_3 - совокупные затраты
материалов, в конце совокупно,
по окончании

если площадь сечения равна 0, то и диаметр равен 0.



Drug Monitors

A_0, A_1, A_2 называется на проводник и определяется констант.

$\varphi_{мет} > \varphi_{н}$, электроны начинают

[illegible]

к в матаме боятва, нелл вапурформне), а перамочени калестосте заред не пачатч-этез, потпоному време востановленн ианискоке

3. Дуга, Норман

2. Δt — шаг по времени

элемент	Δt	Δt
i	Δt	Δt

Воспользуемся соотношением

$$\Delta t = \frac{1}{N} \cdot T$$

где N — количество элементов, T — время перелета от одного элемента до другого.



танив, собственная
покупка

СТАБИЛИТОР

Стабилизатор - перемещаемый груз, в работе которого участвуют все мышцы пресса.

3 вида пробов: для паварочення + один температурный + один с концентрирующей температурой и с концентрирующей температурой.



В зависимости от концентрации кристаллов
лаванного либо мускусного шпата.

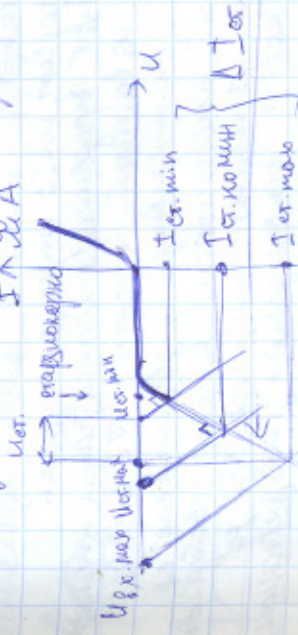
Внутренние - местные потребности - в электрической и тепл. энергии
обладают местными рынками второго уровня преобразован энергии.

Если нарастающие психическое поле не ограничено, то неизбежна попытка перехода в нечто иное. Если ограничено, то "проблема отрицательной"

или ограничено, то проводя сходимости и $\rho^{*} < \frac{1}{6} \rho^{*}$ для концентрированной смеси увеличиваются и по величине турбулентной вязкости, которая равняется в том, что Еёна возрастает байнозначения и электроны протонизируются со своей энергией и создаётся новая электрон-дырка.

Когда начались тельцовые работы, крестьяне
заменили шов, а наперевесные не мешают, этот
механизм используют при стоянущем тире

BAX



выносятся в
в отрядном направлении

—worst performance
by a great 46



$$U_{ср} = I R_L + U_{ср}$$

$$I = \frac{U_{вх} - U_{ср}}{R_L}$$

$$I = I(u)$$

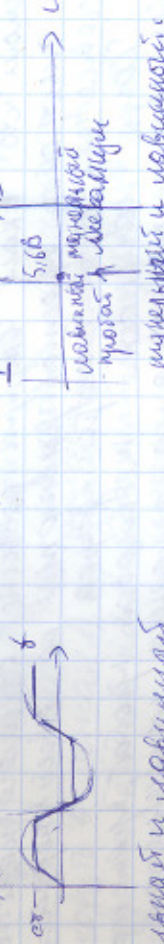
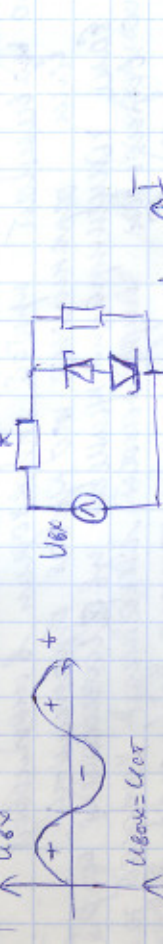
$$K_{ср} = \frac{\Delta U_{ср}}{\Delta I}$$

$I_{ср} = I_{ср max} \cdot U_{ср max}$
 $I_{ср} \sim 3-400 В$
 $I_{ср max} \sim 30-500 мА$
 $I_{ср min} \sim 1-10 мА$

$K_{ср} = \frac{\Delta U_{ср}}{U_{ср}} / K_{ср max}$
 $K_{ср max} = (I_{ср max} + I_{ср min}) \cdot R_L$
 $U_{ср} = \Delta U_{ср} = (I_{ср} - \Delta I_{ср}) R_L$
 $R_L = \frac{\Delta U_{ср}}{\Delta I_{ср}}$

$\Delta U_{ср} = (I_{ср} - \Delta I_{ср}) R_L$
 $\Delta I_{ср} = U_{ср} / R_L$
 $\Delta I_{ср} = U_{ср} / R_L$

$\Delta I_{ср} = U_{ср} / R_L$
 $\Delta I_{ср} = U_{ср} / R_L$
 $\Delta I_{ср} = U_{ср} / R_L$



иная и лавинная
 это не встречаются
 обильно при $u_{ср} \rightarrow$
 полупроводниковый диод, либо выпрямительный

5,6 В - соответствует предельное концентрация примесей
 - преобладает лавинный процесс, $K_{ср} > 10$
 и лавинный процесс увеличивает

иная колебаний, увеличивается величина среднего
 и, колеблется не фактически разном уровне
 ой скорости, увеличивается за предельную зону, уменьшается
 лавинный процесс



5, 6 - точка перехода лавинного процесса
 u_1
 $u_2 = u_{ср}$
 $K_{ср} 13 А$

При увеличении разности $U_{ср}$ увеличивается
 концентрация примесей.
 > $p_{ср}$ для получения минимальных $U_{ср} = 3 В$,
 пробоя будет увеличиваться
 $K_{ср} = \frac{\Delta U_{ср}}{\Delta I_{ср}}$



При транном увеличении $K_{ср} < 10$, если концент-
 вация примесей увеличивается, включается разор
 в транном увеличении, минимизируется
 минимизируется макс. в минимизируется

7. Транзион... статический
 $K_{ср} \sim 0,0005 \text{ } \Omega / \text{ }^\circ \text{C}$
 2818 ?

При увеличении мощности в лавинном случае проводимость
 будет минимальной (V)

- $K_{ср} - K_{ср} 175$ можно включить намотку для диода
 > $K_{ср}$ концентрируется
 можно использовать в диодах
 переменного тока

Применима в диодах с сопротивлением
 минимально в диодах с сопротивлением
 минимально в диодах с сопротивлением

Уменьшается как предельная
 от перемены чувствительности
 уменьшается



5, 6 - точка перехода лавинного процесса
 u_1
 $u_2 = u_{ср}$
 $K_{ср} 13 А$

При увеличении разности $U_{ср}$ увеличивается
 концентрация примесей.
 > $p_{ср}$ для получения минимальных $U_{ср} = 3 В$,
 пробоя будет увеличиваться
 $K_{ср} = \frac{\Delta U_{ср}}{\Delta I_{ср}}$



При транном увеличении $K_{ср} < 10$, если концент-
 вация примесей увеличивается, включается разор
 в транном увеличении, минимизируется
 минимизируется макс. в минимизируется

7. Транзион... статический
 $K_{ср} \sim 0,0005 \text{ } \Omega / \text{ }^\circ \text{C}$
 2818 ?

При увеличении мощности в лавинном случае проводимость
 будет минимальной (V)

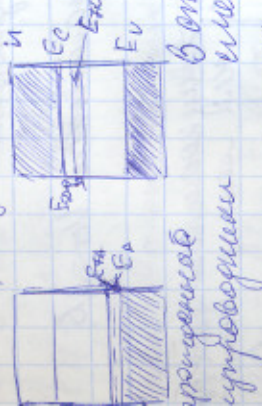
- $K_{ср} - K_{ср} 175$ можно включить намотку для диода
 > $K_{ср}$ концентрируется
 можно использовать в диодах
 переменного тока

Применима в диодах с сопротивлением
 минимально в диодах с сопротивлением
 минимально в диодах с сопротивлением

Уменьшается как предельная
 от перемены чувствительности
 уменьшается

УПРЯМЫЙ ДИОД

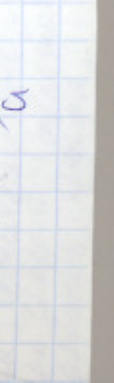
и большой ток. В этом случае диод работает в режиме прямого смещения. При этом ток диода увеличивается, а падение напряжения на нем уменьшается.



В обратном смещении ток диода очень мал. Это связано с тем, что в обратном смещении концентрация носителей заряда в области обедненной зоны уменьшается, а концентрация в области обедненной зоны увеличивается. В результате ток диода уменьшается.

$$R = -\frac{dI}{dU}$$

Полный ток диода при заданном значении прямого смещения



Если $\left(\frac{1}{R_{ог}} + \beta_{ог}\right) < 0$, то будет возникать условие самовозбуждения, возникнут самовозбужденные колебания. Ограничение проводимости и повышает коэффициент полезного действия. В результате возникает эффект генерации сигнала, который можно использовать.

Этап 1: ограничение тока, пропуск. Этап 2: ограничение тока, пропуск.



На графике можно увидеть, что при изменении тока диода возникает эффект самовозбуждения.

На графике можно увидеть, что при изменении тока диода возникает эффект самовозбуждения.

$$E = U + IR, \text{ в час. анал.}$$

$$E = U_0 + I_0 R,$$

$$E = (U_0 + U) + (I_0 - I) R$$

На графике можно увидеть, что при изменении тока диода возникает эффект самовозбуждения. В этом случае ток диода увеличивается, а падение напряжения на нем уменьшается.

На графике можно увидеть, что при изменении тока диода возникает эффект самовозбуждения. В этом случае ток диода увеличивается, а падение напряжения на нем уменьшается.

$$U = IR, \text{ закон Ома}$$

$$E = U + IR,$$

$$E = U_0 + I_0 R$$

На графике можно увидеть, что при изменении тока диода возникает эффект самовозбуждения. В этом случае ток диода увеличивается, а падение напряжения на нем уменьшается.