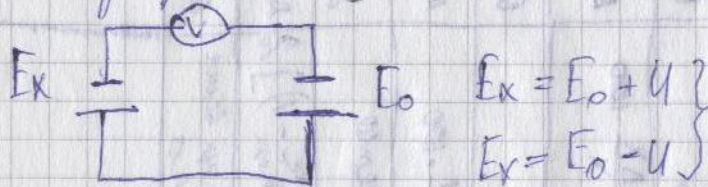


Методы сравнения

Основной метод является сравнение или определение измер. вл. с помощью пер. в м. методы сравнения являются точными методами измерения, за счет наличия пер.

Дифференциальные методы

Замкнутые методы. Примером является измерение:



E_x и E_0 подбирают примерно равной порядка

Пусть $E_0 = 100 \text{ В}$; $U = -0,85 \text{ В}$;
 $E_x = 99,15 \text{ В}$

I) $U_0 = 100 \text{ В}$ $K_T = 1$ $E_x = (100 \pm 1) \text{ В}$

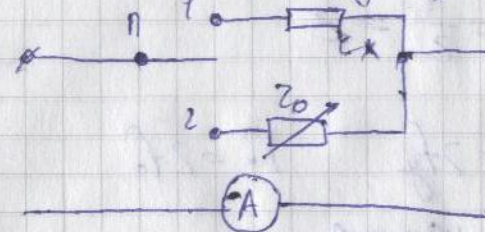
II) $U_0' = 1 \text{ В}$ $K_T = 1$ $U' = (1,00 \pm 0,01) \text{ В}$

Если E_x измеренная величина высокая, то погрешность мала.

30

Если в разнот. схеме взять меньш. вл., то при тех же классе точности, получим высшую точность

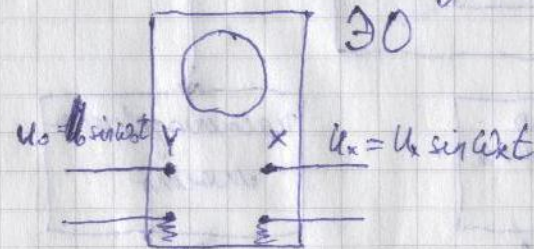
Метод замещения



Поставим переключ. К в 1-е положение, то фиксируем показ амперметра I_1 ; затем переключ. в 2-е полож. и регистрируем I_2 для того же показания амперметра I_2 .

$$I_1 = I_2 \text{ и } R_x = R_0$$

Метод совпадения



$$\omega_0 = 2\pi f_0$$

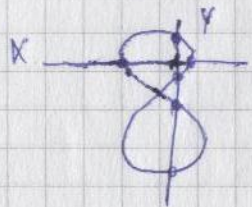
$$\omega_x = 2\pi f_x$$

f_0 - регулируется f_x

Уменьшавшееся перекрестит указ. на экране

31

пар. при роб. или крат. замык. на входе X и Y. По пар. фигуре опред. несиметрич. замыканию

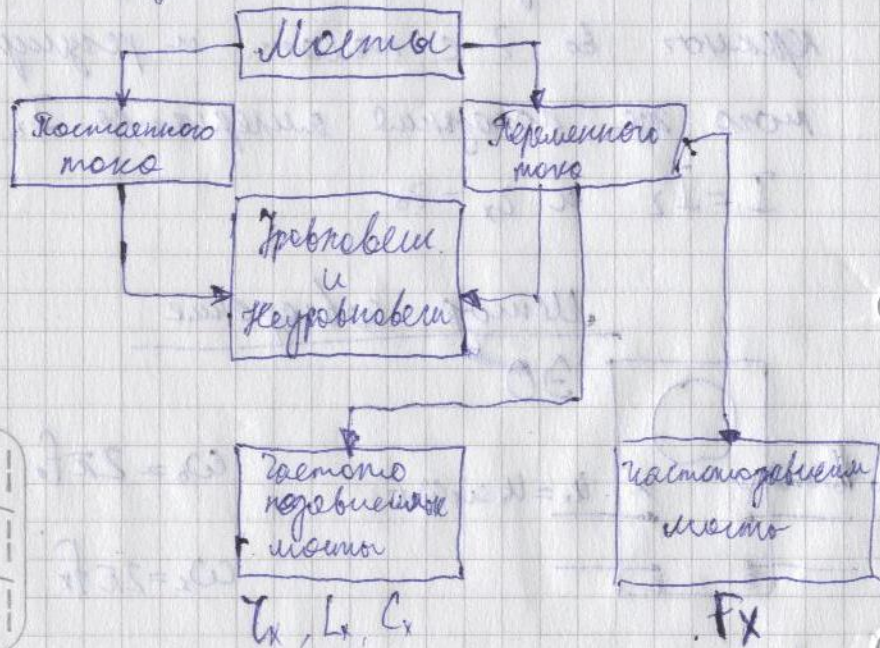


$$\frac{dx}{dy} = \frac{y}{z} = z$$

$$f_x = 2f_y \quad f_x = 2f_0$$

Круговой метод

к ним относятся мостовые схемы. Мосты делят:



Общая теория мостовых схем

Принципиально мостовая схема состоит из четырех плеч, соединенных между собой колесом. В одной плеч. моста включ. высоко-омный индуктор, а в другой - источник питания.



Высокоомный резистор



$$C \approx 10^{-7} \text{ A/гер}$$

$$I_{\text{пр}} I_{\text{г}} = 0 ; U_{ab} = U_{ac} ; U_{bd} = U_{cd}$$

$$I_1 Z_1 = I_3 Z_3 ; I_2 Z_2 = I_4 Z_4$$

даны одно на группу

$$\frac{I_1 Z_1}{I_2 Z_2} = \frac{I_3 Z_3}{I_4 Z_4} ; I_1 = I_2 ; I_3 = I_4 ;$$

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4} ;$$

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$$

$$Z_3 = \frac{Z_1}{Z_2} Z_4$$

1) общие уравнения

у заводских мостов $\frac{Z_1}{Z_2} = N$

24 ~~то~~ много сравнения (регуляр. во время эксперимента)

$$Z_{3(к)} = N \cdot Z_{сравн.} \quad (2)$$

В схеме моста можно сделать равновесие схем 1 следует выполнить 2-е условие поделкой резист. схем

$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_4 = Z_r \quad ! \quad (2)$$

Измерение сопротивлений мостом
разного диапазона измерения.

Весь диапазон измер. сопротивлений делен на малые ($10^{-4} \div 10$) Ом, средние ($10 \div 10^4$) Ом, большие - $> 10^6$ Ом.

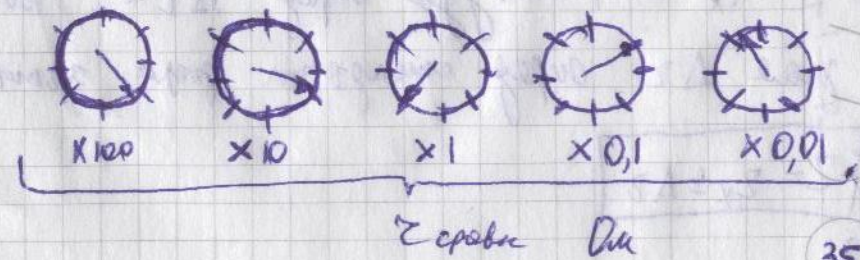
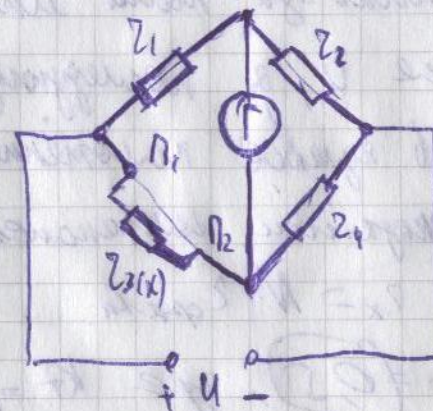
Особенности измерения - сопротивление разных диапазонов.

При измер. малых диапазонов

34 следует учесть погреш. измер. проводов и контактов, кон. мощн.

быть соизмер. самим сопротивл. Поэтому применяют 4-х затм. схем. коротких малых сопротивл. с малой ток и погреш. затм. Особ. прир. выделен. сопротивл. выделяют погреш. от тока учета. В этих случаях применяют экранирование.

Принцип. схема измер. сопротивл.
среднего порядка



Методика измерения средних сопротивлений

PROFF

- 1) Выбирается схема сопротивлений P_1 и P_2 ,
- 2) Зная размеры измер. z_x выбирают по таблице плотн. N , для которой в завод. таблицах указан класс точности
- 3) Закупорка плеча сравнения $z_{сравн.}$ от факт. z_x и плотности N . При подготовке схемы к измер. никогда не подм. z_x не факт. равные 0, а промежуточные значения устанавли. в нулевое положение

При нулевом показании гальванометра $z_x = N \cdot z_{сравн.}$

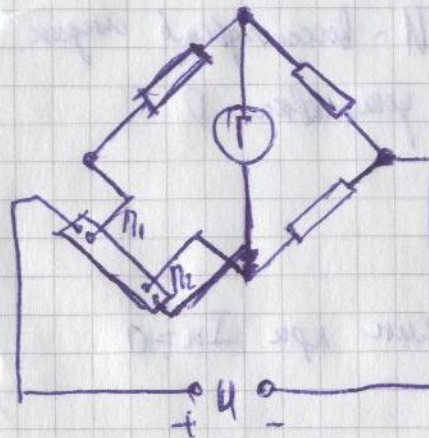
и по указ. $K_T = 0,5$, где $K_T = f = \frac{\Delta z}{z_x} \cdot 100$, откуда опред. $\Delta z = \pm \frac{K_T \cdot z_x}{100}$ Аи

и зная Δz , опред. стандарт форм. затем

$$Z = z_x \pm \Delta z$$

Принцип схема измер. малых сопротивлений

PROFF



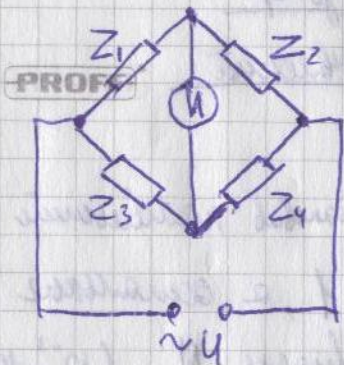
установив наибольший курс на 1, 2 остальные по 0 повороте N ($10^{-2}-10^{-4}$) до тех пор, пока гальванометр не отклон. влево.

Оставив ток N и почитав reading плеча сравнения от ноль до нуля, пока гальванометр не покажет значение от ноль до нуля.

Четырехзвонная схема измеряет сопротивление контактов и соедин. проводов. м. к. они относятся за пред. измер.

Методы переменного тока

Предназначены для измерения $z = L, C$, $\tan \delta, Q$.



Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 - комплекс.
сопротивления мн.
 U - переменный индук.
установки 0.

Условие равновесия схемы при $I_n = 0$

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3 \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} Z_1 &= Z_1 e^{j\varphi_1} \\ Z_2 &= Z_2 e^{j\varphi_2} \\ Z_3 &= Z_3 e^{j\varphi_3} \\ Z_4 &= Z_4 e^{j\varphi_4} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{условие равновесия можно записать в виде}$$

$$\boxed{\begin{aligned} Z_1 Z_4 &= Z_2 Z_3 \\ \varphi_1 + \varphi_4 &= \varphi_2 + \varphi_3 \end{aligned}} \quad (1')$$

По условию 1' определяются 2л-ты
мер моста, при кот. м.б. дости-
нуто равновесие схемы.

Пусть $\varphi_1 = \varphi_4 = 0$ (R - активное
эл-ты).

38 тогда $\varphi_2 = L_x$; $\varphi_3 = C_o$

Пусть $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$ (R),
тогда $\varphi_3 = L_x$; $\varphi_4 = L_o$
или

$$\varphi_3 = C_x$$

Частота резонанса моста.

$$\boxed{Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_4 = Z_n} \quad (2) \quad \text{равенство модулей всех мер.}$$

$$\begin{aligned} X_L &= X_C \\ \omega L &= \frac{1}{\omega C} \end{aligned}$$

Мосты састоявшиеся предпозн.
ры измерение частоты

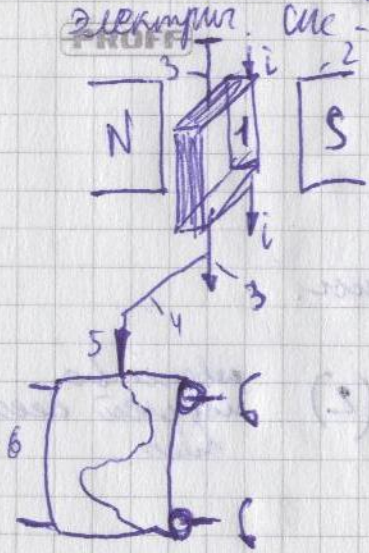
Регистрирующие приборы

Простейшая структурная схема рдч.
прибора:



К регистр. прибору относятся

Самолетов (до 100 Гц) - приборы магнит-
электрич. сил - мм.



- 1) рамка с черед ток i
- 2) магнит постоянный
- 3) пружина, крепящая рамку
- 4) стрелка жестко соединенная с рамкой, на конце кон. чертительница 5)
- 6) ось, которая определяет скорость которой можно менять и по кон. решет. форма чертительного i .

Универсальность конструкции прибора берет за основу чертитель сигнала.

Универсальность конструкции прибора берет за основу чертитель сигнала.

Световой осциллограф

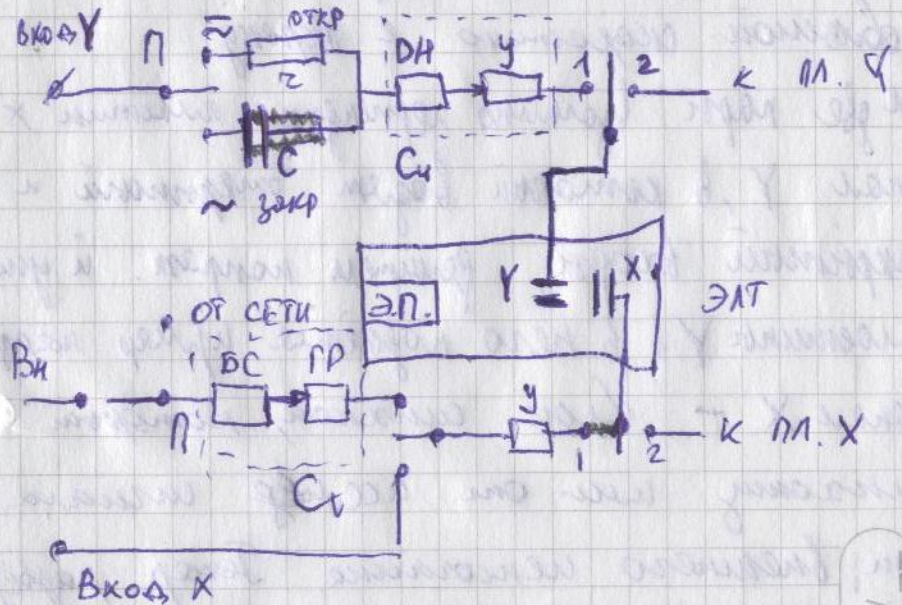
(до 20000 Гц)

Электронные осциллографы

[ЭО] (до 20 МГц)

Заводили вытиски. различные типы ЭО, но принципиальные их блок-схемы одинаковы. Чертеж структур. схема ЭО состоит из электр-ич. трубка и двух каналов, взаимноперпендикулярных, то есть результат решет. чертитель. сигнала, представ в проект-коорд. схеме

Блок-схема ЭО



ЭП - электронная трубка; ГР - генератор развертки; БС - блок синхронизации; канал Y калибруется с указ. фной деление по вертикали C_y ; C_x - цена деления по горизонтали; ДН - делитель напряжения; У - усилитель

Метралоу. хар.

- обследует обшивку внутр. контробр. (внутр. параншел).
- обследует выс. звуковит.
- имеет широкий частотный диапазон.
- точность измерения на выс $f = 3; 5; 10\%$

В трубе находится электр. пучок для получения асперофус. пучка эл-нов, летящих с большой скоростью к экрану.

и две пары взаимно перпендикулярных пластин X и Y. Канал Y, в который входит открытый и закрытый вход, формирует попер. и укладывает пластины Y (в него попадает иониз. пучок).

Канал X — блок сигналов, который сигнализирует или от иониз. сигнала или от внешнего источника. Затем развертка, который позволяет развернуть во времени сигнал, порожденный в канале Y. ДС и ГР каморова. в масштабе времени C_t

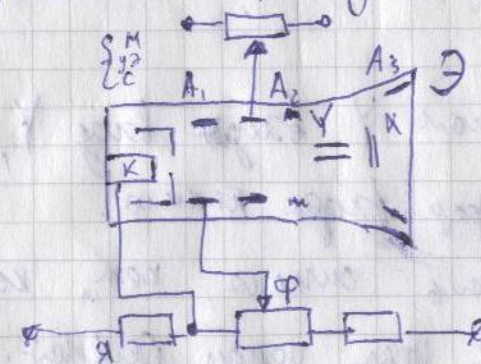
Вход X — развертка сигнала в канал X. можно порождать иониз. через усилитель на пластине X и по одност. сигнал будет иметь мин. развертку.

Функционирование блок-схемы

ЭЛТ

1. ЭЛТ;
2. Канал "Y"
3. Канал "X"

1. Высокого вакуума, в котором расположен электр. пучок и 2 пары взаимно перпендикулярных пластин.



М-модулятор
УЭ-управляющий электрод
С-сетка

К — катод; A₁ — 1-й анод (фокусирующий);
A₂ — ускоряющий анод.

A₃ — служит для удержания скорости потока эл-нов без потери эффективности пучка для ВЧ-сигнала.

Электр. проектор. Лучи свет. формируются пучком эл. пав., летящих с большой скоростью к экрану.

X, Y - две пары взаимно перпендикулярных пластин. Под действием приложен. к ним напряжений открываются пучки эл. пав., летящих к экрану, где регистрируются следы их прохода. Внутр. поверхность трубки покрыта оксидом, а внутр. поверхность экрана покрыта люминофором, под действием которого свечение на экране преобразуется в различные оттенки (жёлт., зелёный).

Канал Y. В канал Y входит вход Y, открытый на раз. входе канала.

Формит. и генератор сигнала, кот. калибруется по частот. с указ. частот. деления $C_n \left[\frac{V}{\text{дел}} \right]$ или $\left[\frac{mV}{\text{дел}} \right]$, при которой

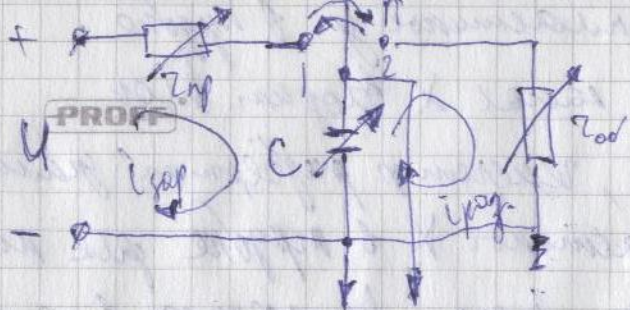
44 можно измерить сигнал на экране по вертикальной оси. Далее сигнал

подаётся на пластину Y в трубку. Канал X. В канал X входит вход X, синхронизация, генератор развёртки, генератор и пластина X в трубку для питания развёртки. напр., выходящего в сторону экрана.

Блок синхрон. - синхронизм развёртки. Направляет. генер. развёртки или от внешнего напр. или от внешнего. Кроме того по пласт. X ЭО можно подать сигнал через вход X с пред. формой развёртки. напр.

Канал X так же калибруется с указ. частот. деления по времени $C_t \left[\frac{ms}{\text{дел}} \right]$ или $\left[\frac{mks}{\text{дел}} \right]$. Ст. измер. для измер. оси времени X

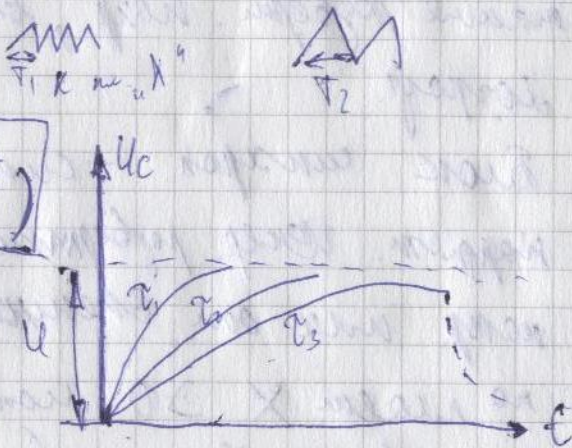
Схема генератора развёртки и её функционирования



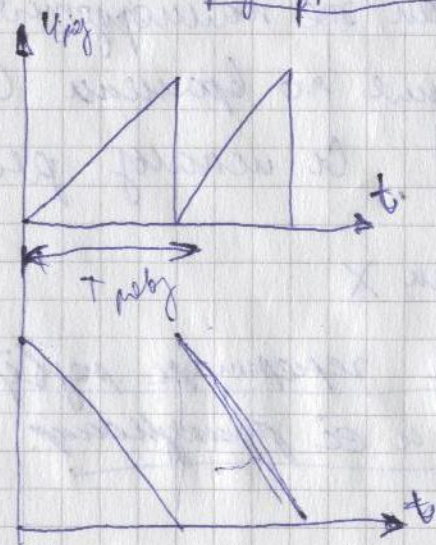
заряд

$$U_C = U (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

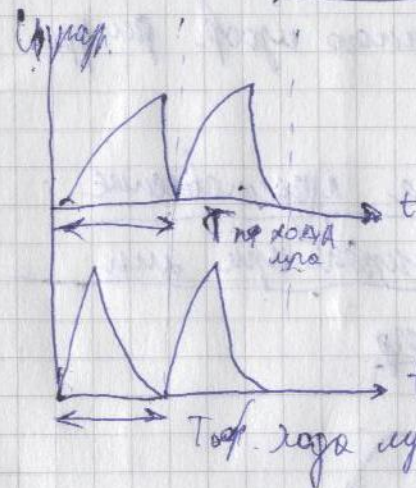
$$\tau = R \cdot C$$



Идеальное повторение
разбегает напряжение



Идеальное повторение

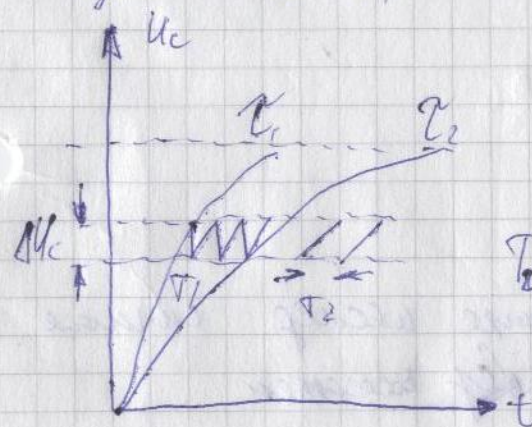


$$\begin{cases} T_{повт} \geq T_{осл} \\ r_{повт} \geq r_{осл} \end{cases}$$

Повторение синхронизированного
напряжения

Для получения малой разбегности
выпускают U_C , но как можно привнести

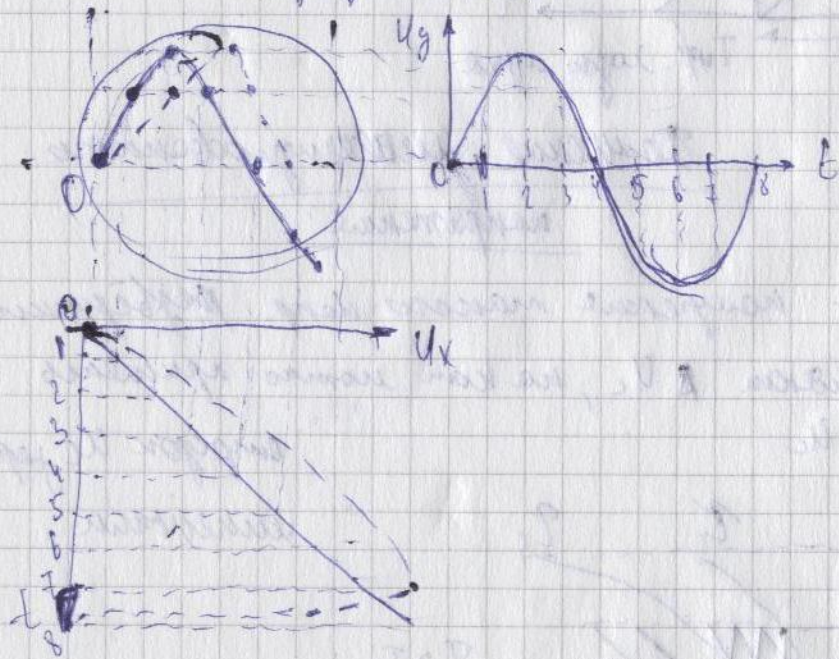
сигналов U_C зер
линейным



Для синхронизации способностью
стабилизации в малых U_C (47)
фазе периода разбегности зеро ил.

полюс. установ. узор. на экране, как и
характерно для неподвижного узора. Фигуры:
 $y = f(x)$

Графическое представление
фигуры на экране при движении
развёртки попер.



При линейной развёртке и след. сигнале,
получен на $Y(t)$ без искажений.

Если развёртка попер. и след. сигнал
записан, то построим
график и накроем сигн. канал.

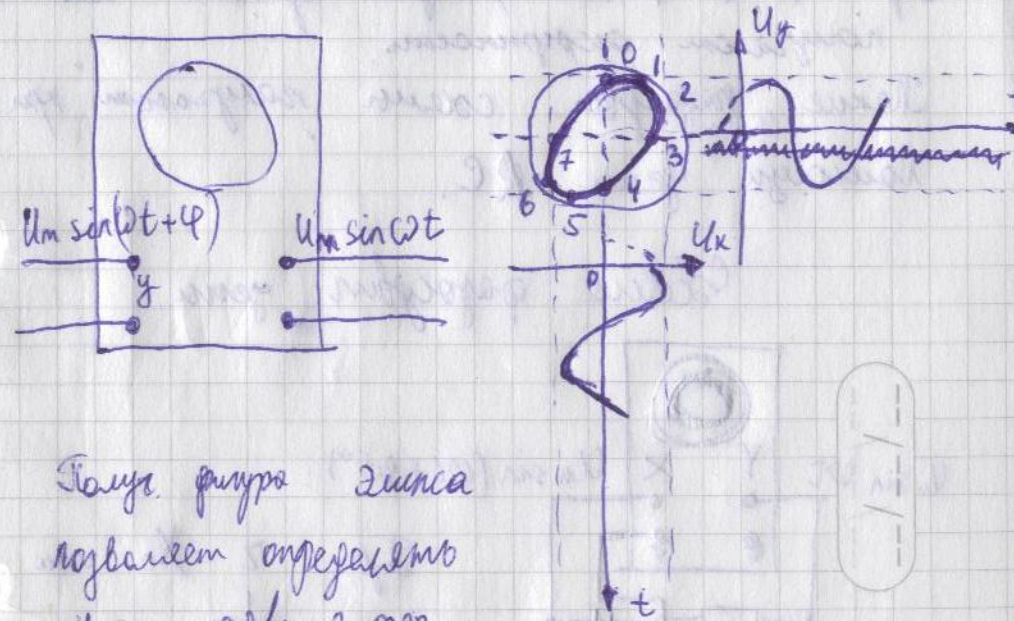
48

форму сигнала, по формуле основной
преобразования является линейностью, для
получения нелинейн. сигнала.

Для анал. на экр. установ. неподвиж.
узор. и след. сигнала, необходимо
иметь возможность поворота попер., как
равно или кривоугол ритм (периоду) и след.
сигнала

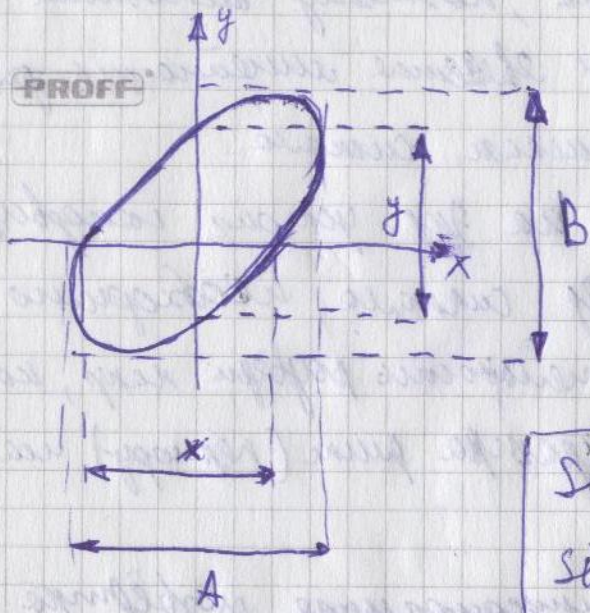
Синусоидальная развёртка

30



Полюс. фигура эллипса
позволяет определить
фаз. сдвиг фаз

49

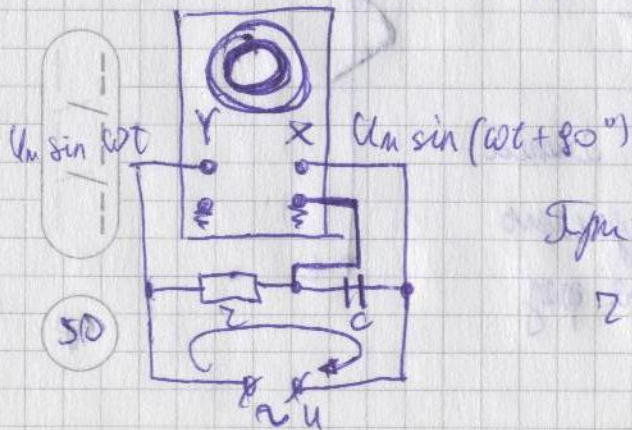


$$\sin \varphi = \frac{x}{A}$$

$$\sin \varphi = \frac{y}{B}$$

При $\varphi = 90^\circ \div 180^\circ$; при ординах амплитуды
напряжения экстремальны.
Также разобьем схему на участки при
помощи цепи RC.

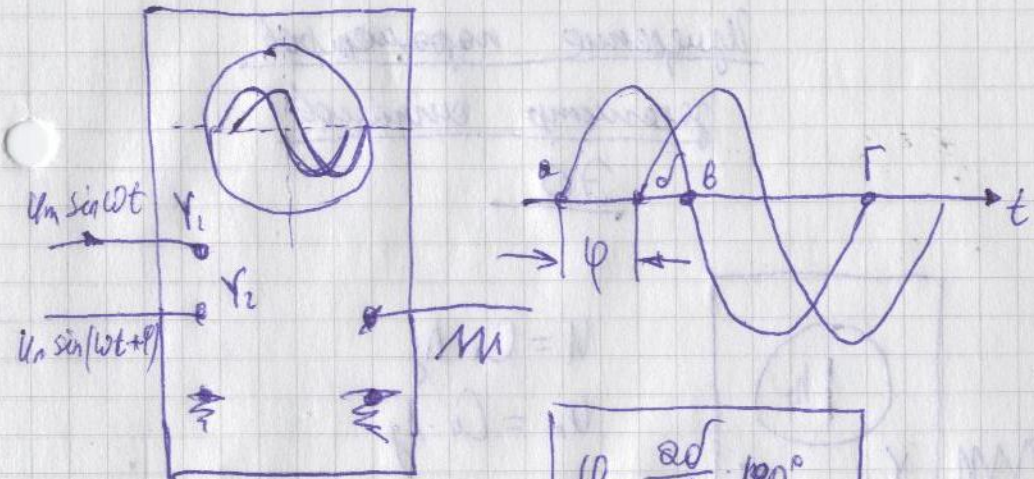
Схема разобьется цепи



Для $Z = X_C$ или

$$Z = \frac{1}{\omega C}$$

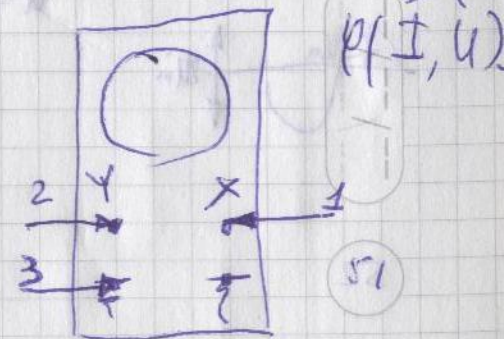
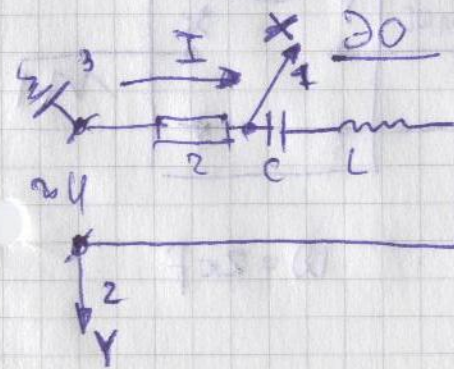
С помощью синусоид. разобьется можно
уверенно рассчитать, при сдвига фаз.
Уверенно укажем фазу с
помощью формул. синусоид.

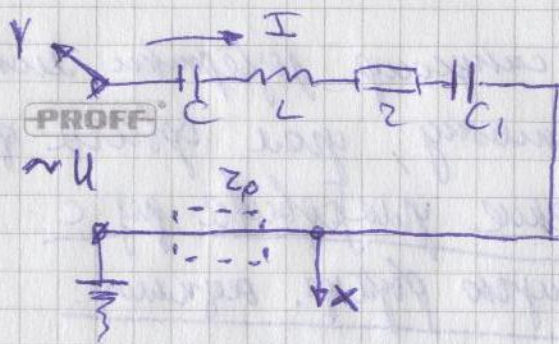


$$\varphi = \frac{\omega L}{\omega C} \cdot 180^\circ$$

$$\varphi = \frac{\omega L}{\omega C} \cdot 360^\circ$$

Пример построения

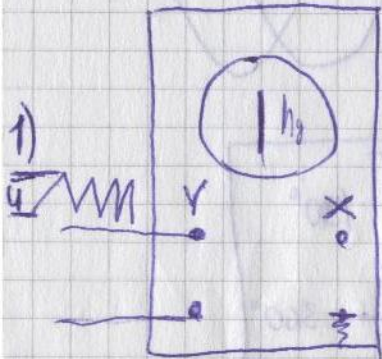




$$Z_0 \ll Z$$

Измерение параметров
характеристик сигнала

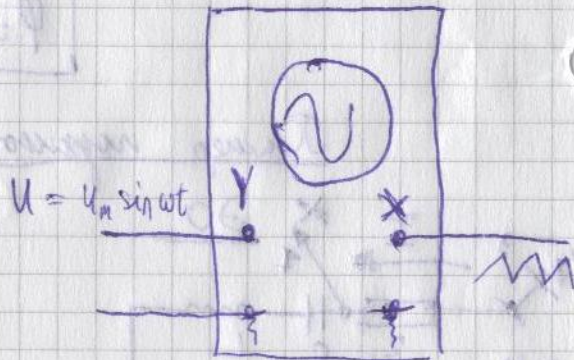
ЭО



$$U = C_H \cdot H_0$$

$$U_m = C_H \cdot H_0$$

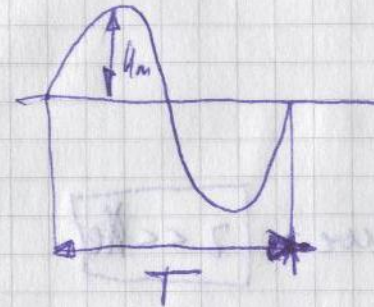
2) $U_m \sin \omega t$



$$U = U_m \sin \omega t$$

$$U_m$$

$$\omega = 2\pi f$$

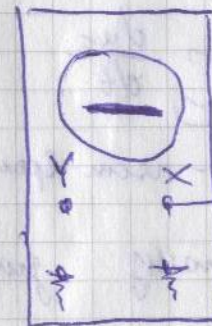


$$T = \frac{1}{f}$$

$$U_m = C_H \cdot H_0$$

$$T = C_H \cdot H_0$$

$$f = \frac{1}{T} [c]$$

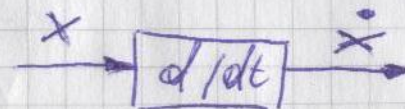


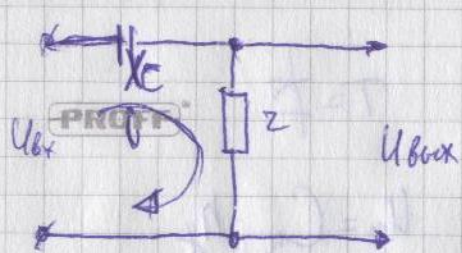
милли от
генератора
развертки

Измерительные преобраз.
выражения

Средн. максим. преобр. расчет. групп
и измерителей.

Темп. и принцип. действ.
гидродинамическ.





Известны параметры схемы: $Z \ll X_C$

$$U_{\text{вх}} \approx U_C$$

$$U_{\text{вых}} = i \cdot Z$$

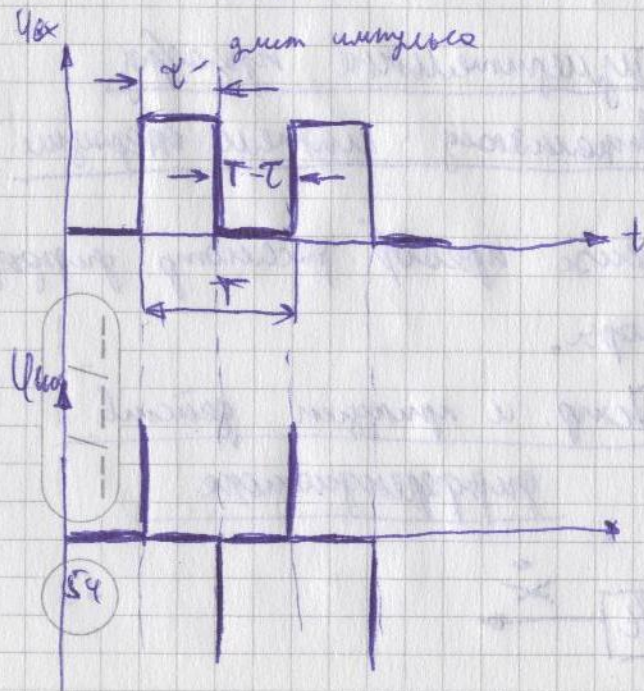
$$i = C \frac{dU_C}{dt}$$

$$U_{\text{вых}} = Z \cdot C \frac{dU_C}{dt}$$

τ - время

$$U_{\text{вых}} = \tau \frac{dU_{\text{вх}}}{dt}$$

Пример работы дифференциатора

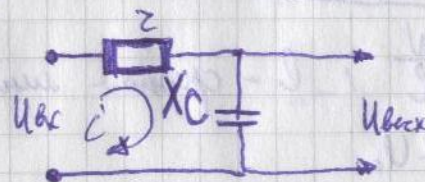
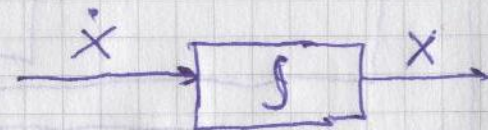


дифференц. преобр. передат. сигнал $U_{\text{вх}}$ в пропорц. импульсы.

Какого типа преобр. используются в цифр. приборах для измерения периода ритмических и величин T - τ

Интеграторы

используют для снятия начальных характеристик ферромагнитных материалов $B(H)$



$$Z \gg X_C$$

$$U_{\text{вх}} \approx U_Z$$

$$i = \frac{U_{\text{вх}}}{Z}$$

$$U_{\text{вых}} = \frac{1}{C} \int i dt$$

$$U_{\text{вых}} = \frac{1}{ZC} \int U_{\text{вх}} dt$$

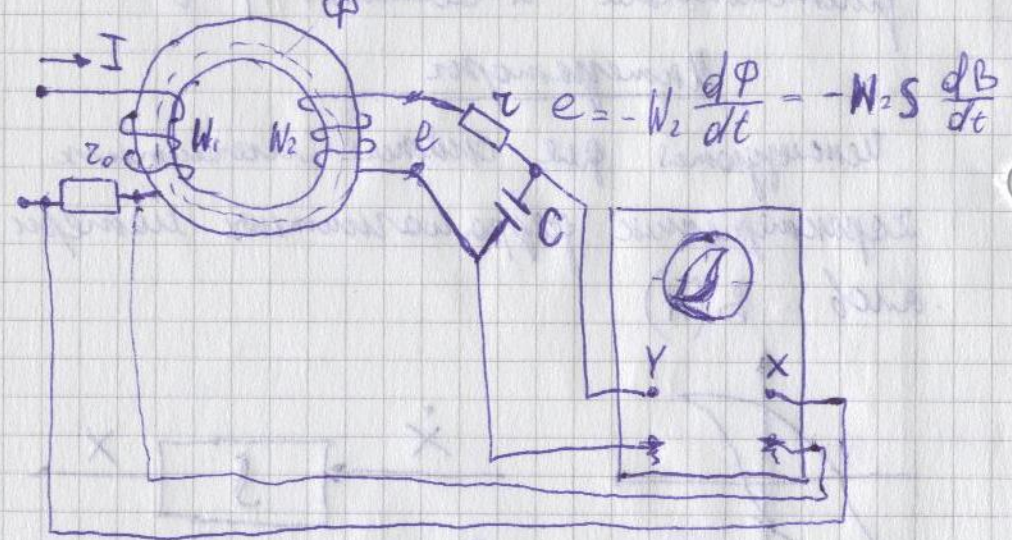
Схема подключения цепи

интересна по ф.о с каналу.

PROFF

интер. преобразоват

Необходимо снять петлю интереса ферро-магнитного тороида



$$H = I \frac{N}{l}$$

$$H \equiv I \equiv U_0$$

 l - средняя длина тороида

Цифровые измерительные приборы ЦИП

ЦИП изм. прибор, в котором измер. велич. автоматич. преобраз. в дискрет. и рез-т предст. в цифровой форме

ЦИП относится к автом. приборам сравне-ние с непосредств. измерит. ЦИП работает на принципе компенсации измер. велич. с образцовой мерой, - процесс автоматизир. формирования

- большая точность измер.
 - широкий диапазон измер.
 - объективность и удобство отсчета
 - высокая быстродействие
 - сочетание ЦИП с вычисл. автом. генер. велич.
 - возможность функцион. в режиме ре-мо-измерения без потерь точности.
- Недостатки:
- сложность конструкции
 - высокая стоимость

Простейшая схема ЦИП имеет вид.

