

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗАК

Тема №4: Основы автоматiki .

Занятие №1.

**Общие сведения о системах
автоматики .**

Учебные цели:

- 1. Изучить принцип работы автоматической следящей системы***
- 2. Ознакомиться с принципом работы вращающихся трансформаторов.***

Учебные вопросы занятия:

- 1. Принцип работы автоматической следящей системы .**
- 2. Индикаторные синхронные передачи.**
- 3. Принцип работы вращающихся трансформаторов.**

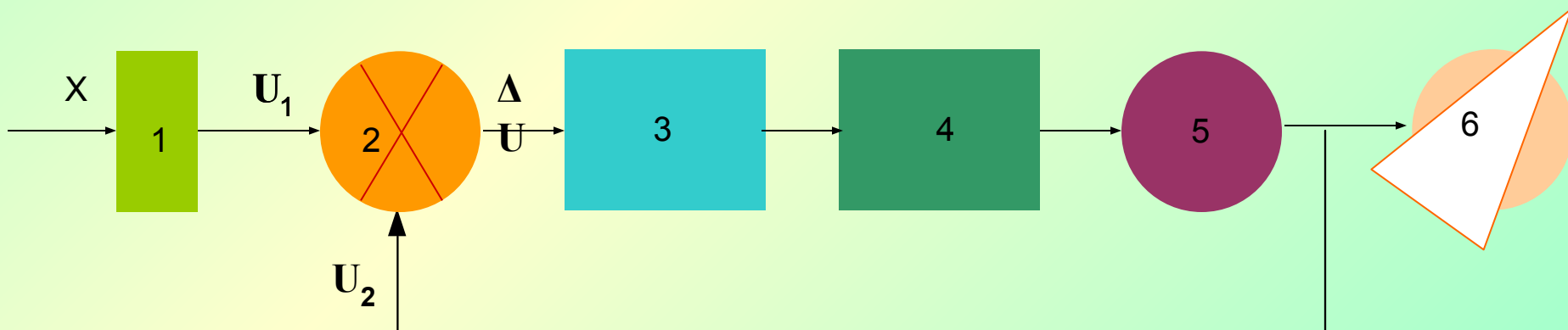
ВОПРОС №1

Принцип работы автоматической следящей системы

Следящие системы - системы автоматического регулирования, в которых задающее воздействие изменяется по неизвестному заранее закону и для системы является случайной величиной.

Состав следящей системы

1. Задающий элемент (датчик).
2. Измерительный элемент.
3. Преобразующий элемент.
4. Усилительный элемент.
5. Исполнительный элемент.
6. Объект управления

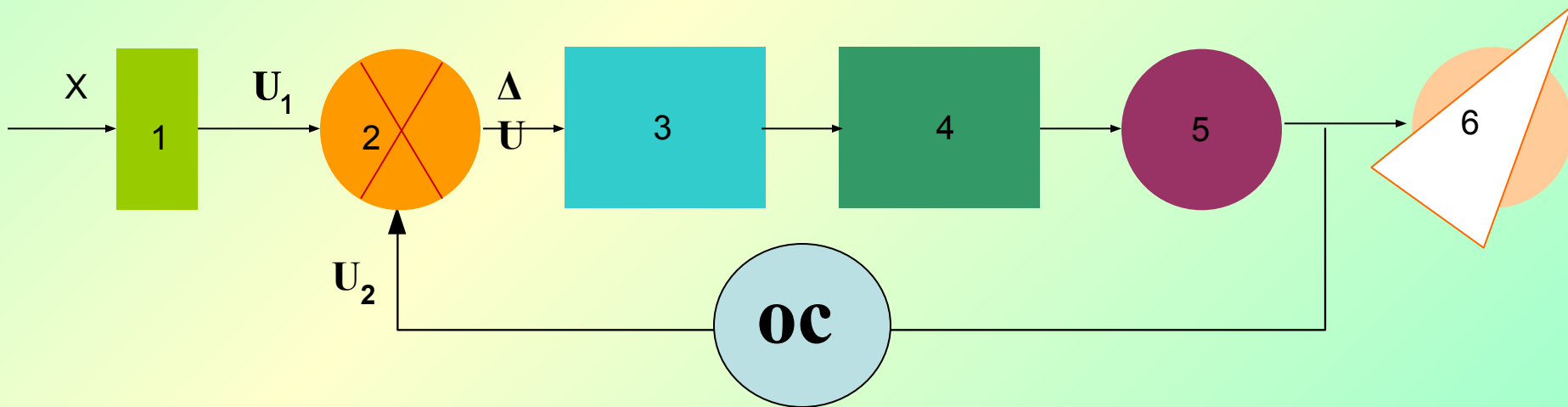


Принцип работы следящих систем.

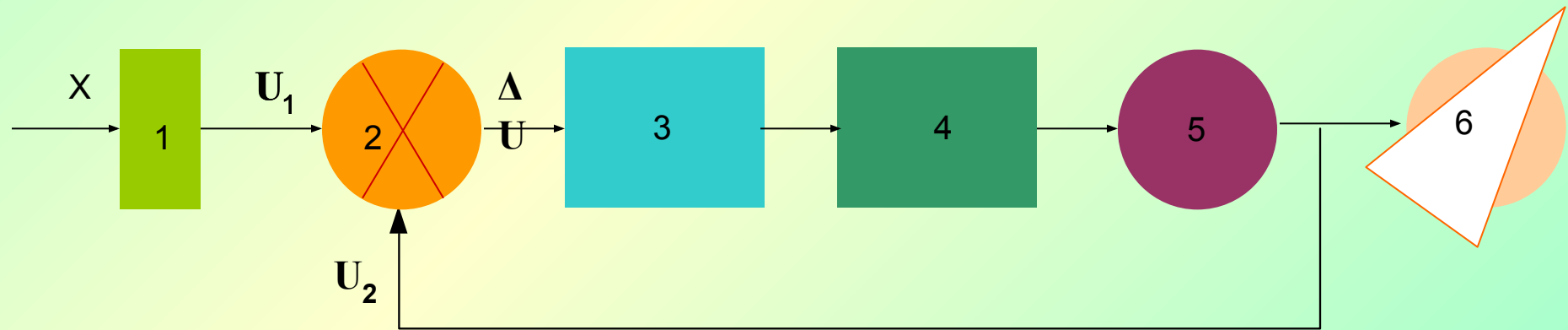
Под действием задающего воздействия X , задающий элемент 1

выбирает форму и величину сигнала U_1 . На выходе элемента 2 параметр рассогласования ΔU подается в преобразующий элемент 3, где при необходимости преобразуется из одной формы в другую. Два управляющих воздействия U_1 и U_2 на входе измерительного элемента 5 приводят к изменению формы в датчике (объекте) 6. Появляется управляющее воздействие U_2 .

Туда же подается управляющее воздействие U_2 через элемент (датчик) обратной связи



Одновременно с изменением положения(состояния) объекта управления будет изменяться управляемая величина , а следовательно и управляющее воздействие U_2 до тех пор пока управляющее воздействие рассогласования ΔU не будет равно 0 или какому -то определенному значению (статистическая ошибка), при изменении которого будет изменяться положение или состояние объекта управления.



ВОПРОС №2

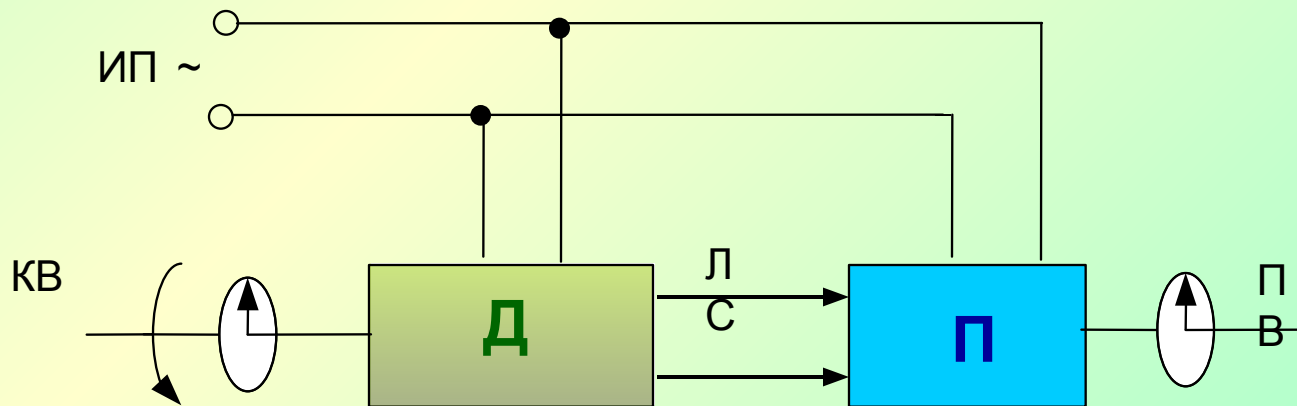
**Индикаторные синхронные
передачи**

В радиолокационных станциях для передачи на большие расстояния данных дальности, азимута и угла места широко применяются индикаторные синхронные передачи.

Синхронной передачей называется система, обеспечивающая непрерывное согласование положения двух или нескольких механически не связанных между собой валов в процессе их вращения

Состав синхронной передачи:

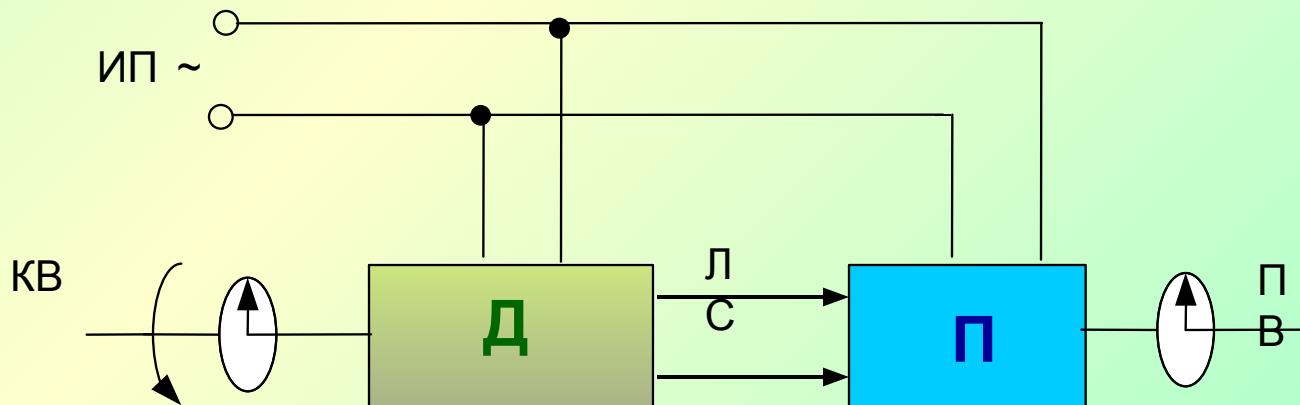
- датчик Д – устройство, преобразующее угол поворота командного вала КВ в соответствующие ему электрические сигналы;
- **приемник П** – устройство, воспринимающее электрические сигналы датчика для их последующего преобразования в угол поворота приемного вала ПВ;
- **линия связи ЛС** – для передачи электрических сигналов датчика к приемнику.



При передаче координат при помощи синхронной передачи угловое положение α командного вала определяет величину передаваемого угла, а угловое положение β приемного вала – величину воспроизведенного на приемном пункте переданного угла.

Так, например: если КВ связать при помощи зубчатой передачи с приводом антенны, то стрелка, связанная с ПВ, укажет азимутальное или угломестное положение антенны.

Можно также передать величину дальности, связав зубчатой передачей КВ с потенциометром дальности.

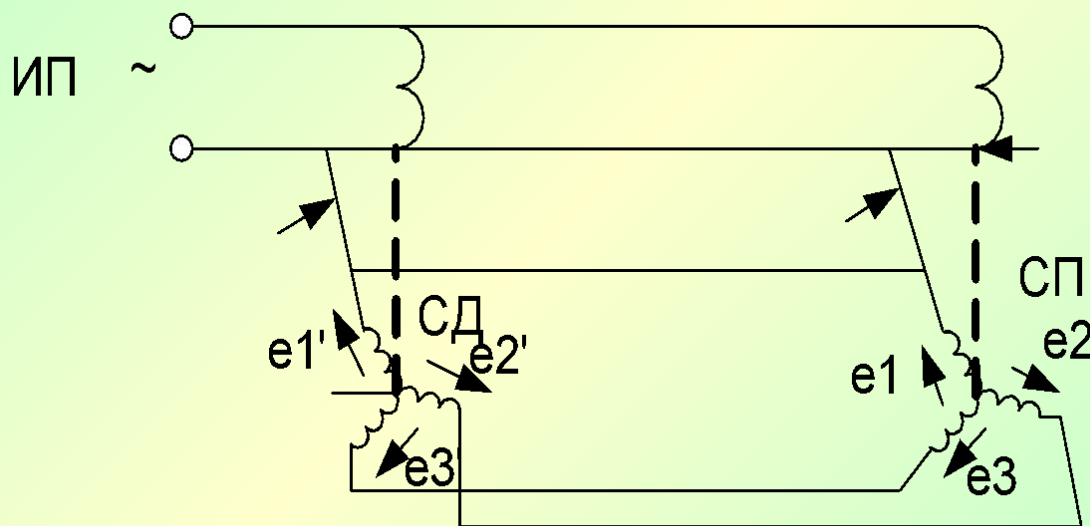


В автоматике радиолокационных систем наиболее часто применяют индукционные синхронные передачи.

В качестве датчиков и приемников в индукционной синхронной передаче применяются электрические индукционные машины – **сельсины**.

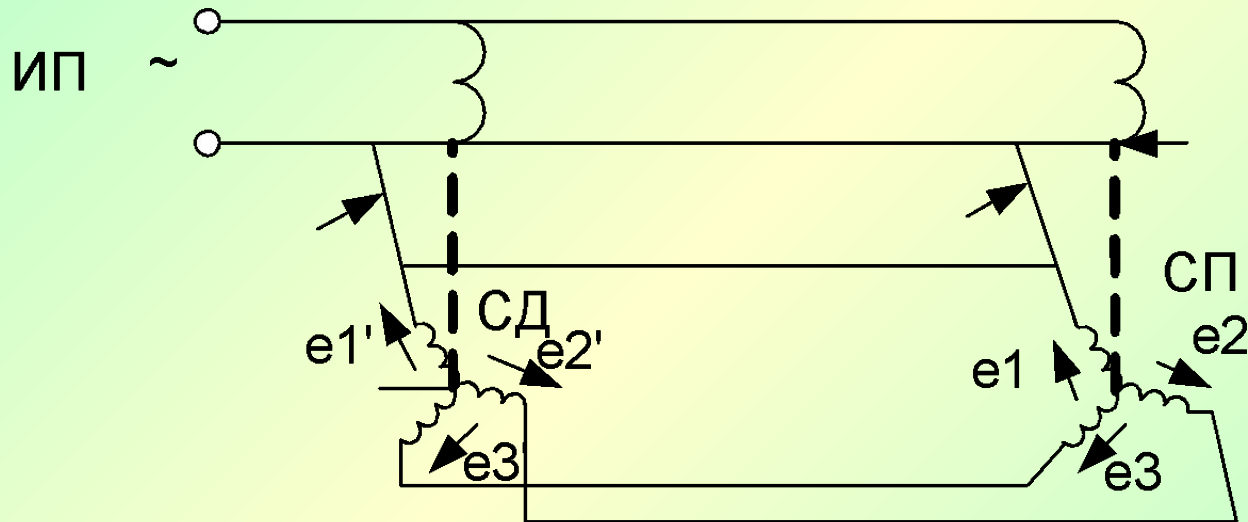
Схема индукционной синхронной передачи

Схема состоит из сельсина-датчика СД, поворотом ротора которого задается передаваемый угол, и сельсин - приемника СП, поворот ротора которого воспроизводит передаваемый угол.



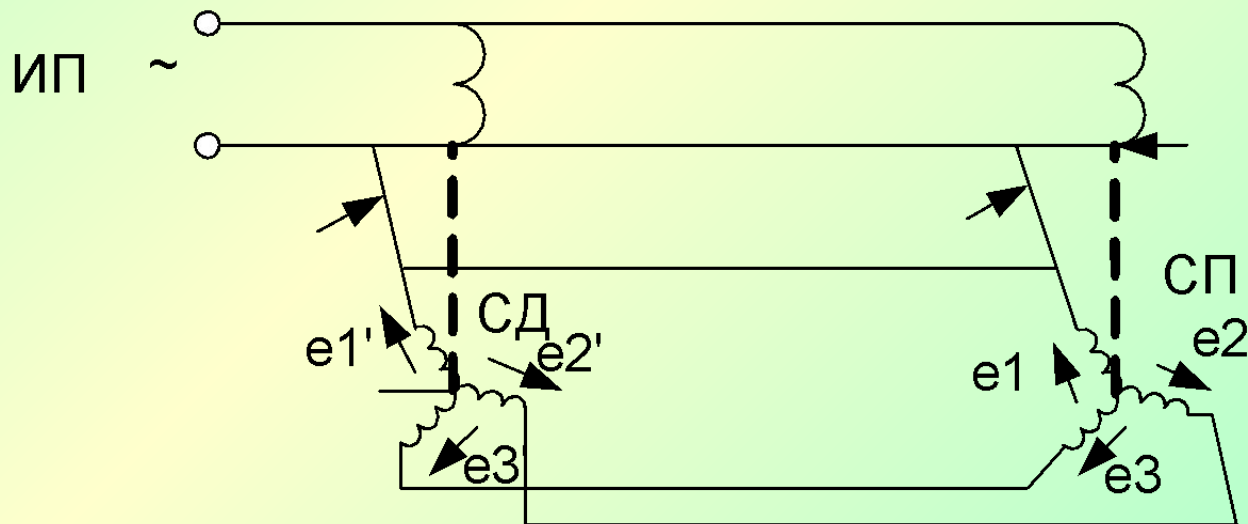
Однофазные статорные обмотки возбуждения подключены к источнику питания ИП, а соответствующие фазы трехфазных роторных обмоток соединены между собой.

Однофазный переменный ток статорных обмоток создает в каждом сельсине пульсирующий магнитный поток возбуждения, который индуцирует в роторных фазовых обмотках датчика э.д.с. $e1'$, $e2'$, $e3'$ и э.д. с. $e1$, $e2$, $e3$ – в фазах приемника.



Если роторы СД и СП расположены одинаково по отношению к потоку возбуждения и сельсины идентичны, то в роторах наводятся равные э.д.с. Поскольку эти э.д.с. направлены навстречу друг другу, то ток в обмотках роторов отсутствует.

Если ротор СД повернуть на некоторый угол относительно ротора СП, то соответствующие э.д.с. в роторах СД и СП будут неодинаковы, возникают в роторных обмотках уравнительные токи и связанные с ними магнитные потоки, взаимодействие которых с полем статора создает и в СД и в СП вращающий момент, стремящийся согласовать положения роторов СД и СП. Ротор СП примет с известной степенью точности то же угловое положение, что и ротор СД.



Разность между углом поворота датчика α и приемника β называется углом рассогласования.

$$\theta = \alpha - \beta.$$

Этот угол в установившемся режиме определяет величину ошибки синхронной передачи.

Величина угловой ошибки θ зависит от величины внешних моментов $M_{вн}$, создающих нагрузку на валу СП:

$$\theta = \frac{M_{вн}}{M_y}$$

где M_y – удельный синхронизирующий момент, значения которого приводятся в паспортных данных сельсинов.

Отклонение условий эксплуатации сельсинов от номинальных (изменение трения в кольцах и подшипниках за счет нагара на кольцах и засорения смазки, изменение напряжения частоты ИП, длины ЛС) приводит к снижению точности работы синхронной передачи.

Для повышения точности передачи данных применяют двухскоростные (двухканальные) синхронные передачи.

**В схеме имеются две параллельно работающих синхронные передачи
грубого и точного отсчета.**

**Командный вал связан непосредственно с СДго и через редуктор с
ускоряющей передачей Q с СДто. Этим обеспечивается высокая точность
отсчетов данных по точному каналу.**

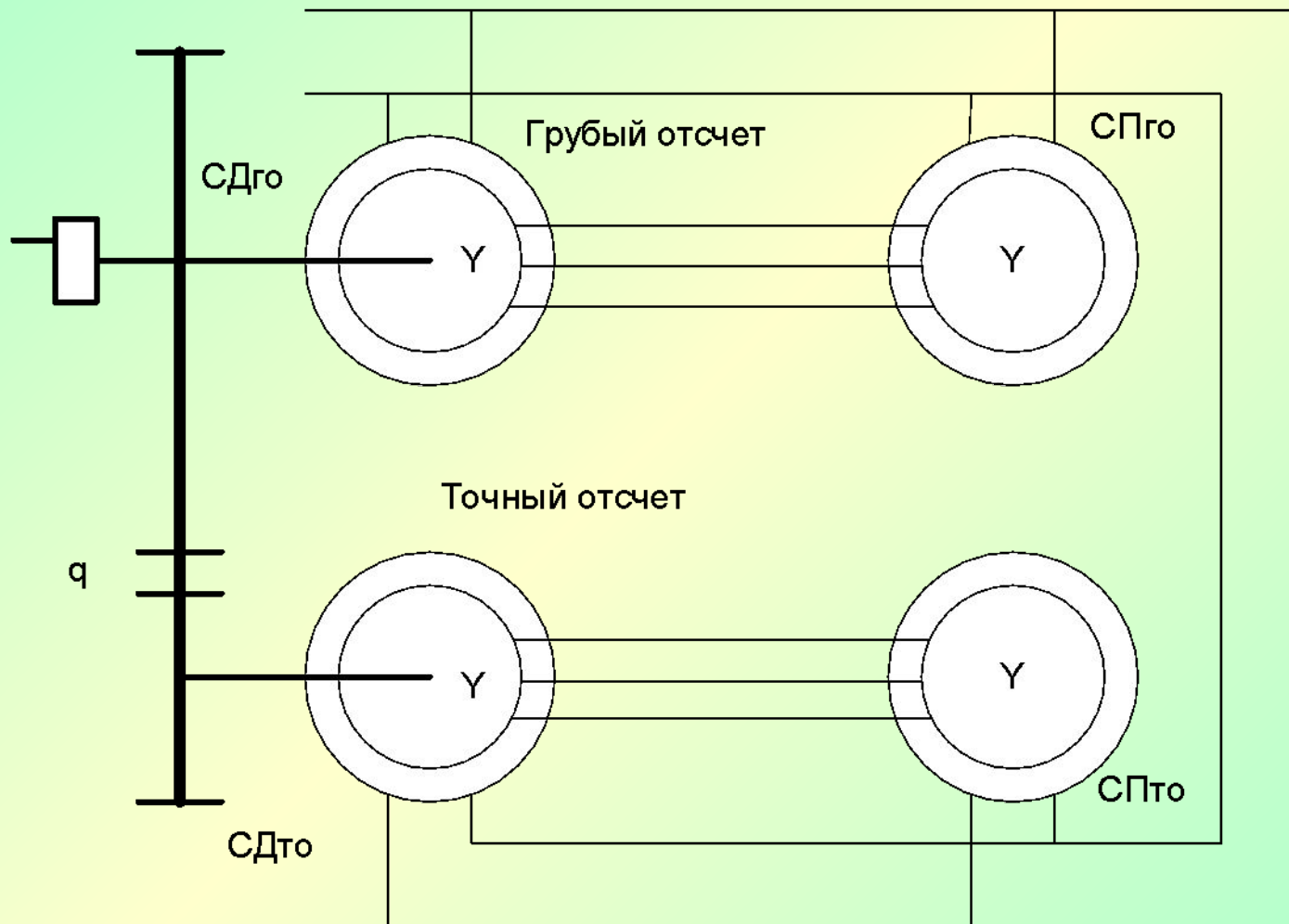
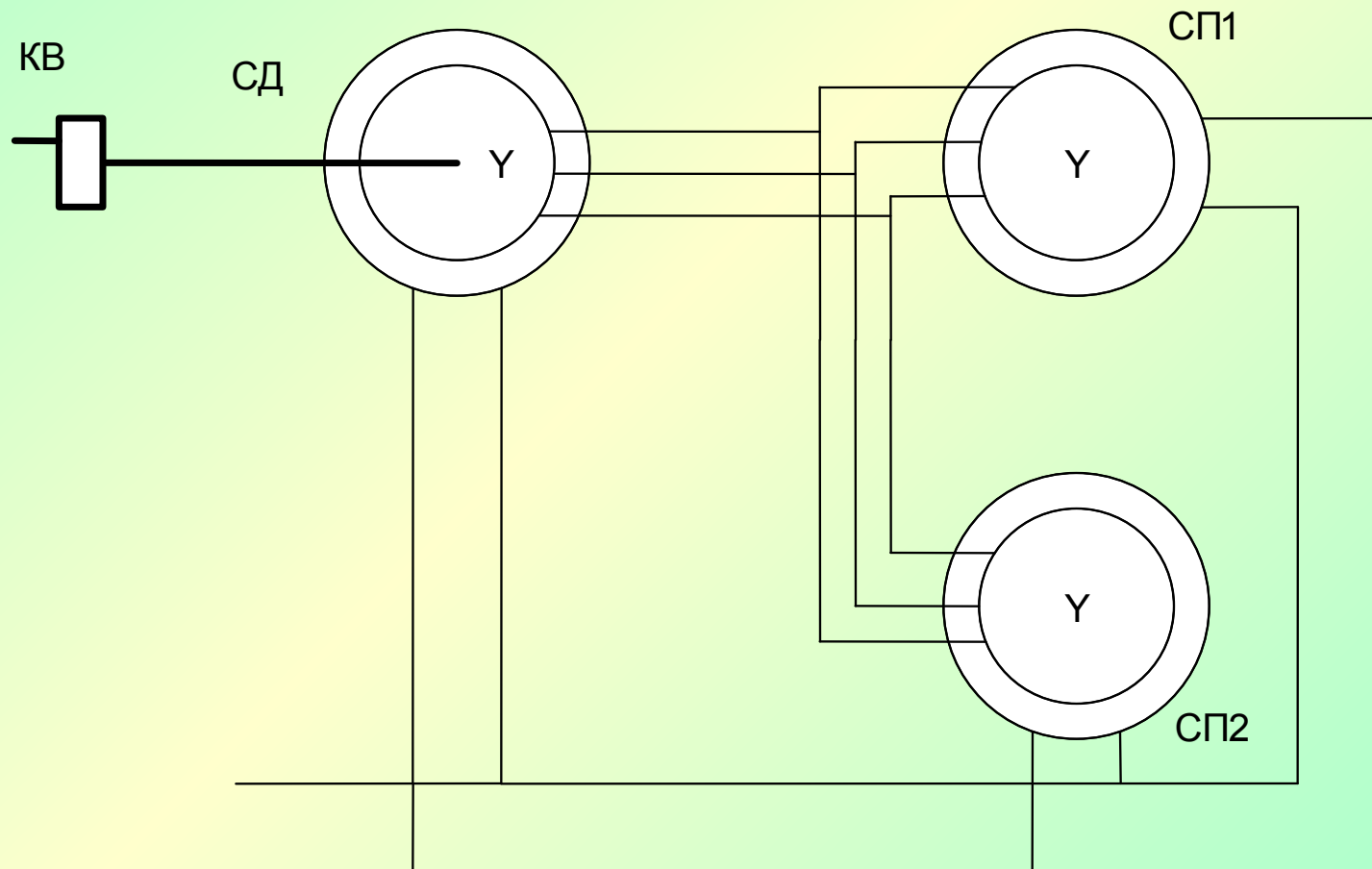


Схема двухскоростной индукционной передачи

Часто один СД служит для передачи угла двум или нескольким сельсин - приемникам

схема индикаторной передачи, когда к одному СД подключены параллельно два сельсин - приемника СП1 и СП2.



Промышленностью выпускаются специальные датчики серии ДИ, рассчитанные на работу различного числа принимающих сельсинов.

При дистанционной индикаторной передаче угла иногда применяют дифференциальные сельсины.

Дифференциальный сельсин применяется для алгебраического суммирования угловых перемещений двух механически не связанных между собой валов.

Дифференциальный сельсин ДС включается в цепь роторных обмоток сельсинов С1 и С2 дистанционной индикаторной передачи угла

В этой схеме ДС может работать датчиком или приемником.

В этой схеме ДС может работать датчиком или приемником.

Когда сельсины С1 и С2 работают в качестве датчиков, а ДС в качестве приемника, то ротор ДС будет поворачиваться на угол, равный алгебраической сумме угловых положений сельсинов С1 и С2.

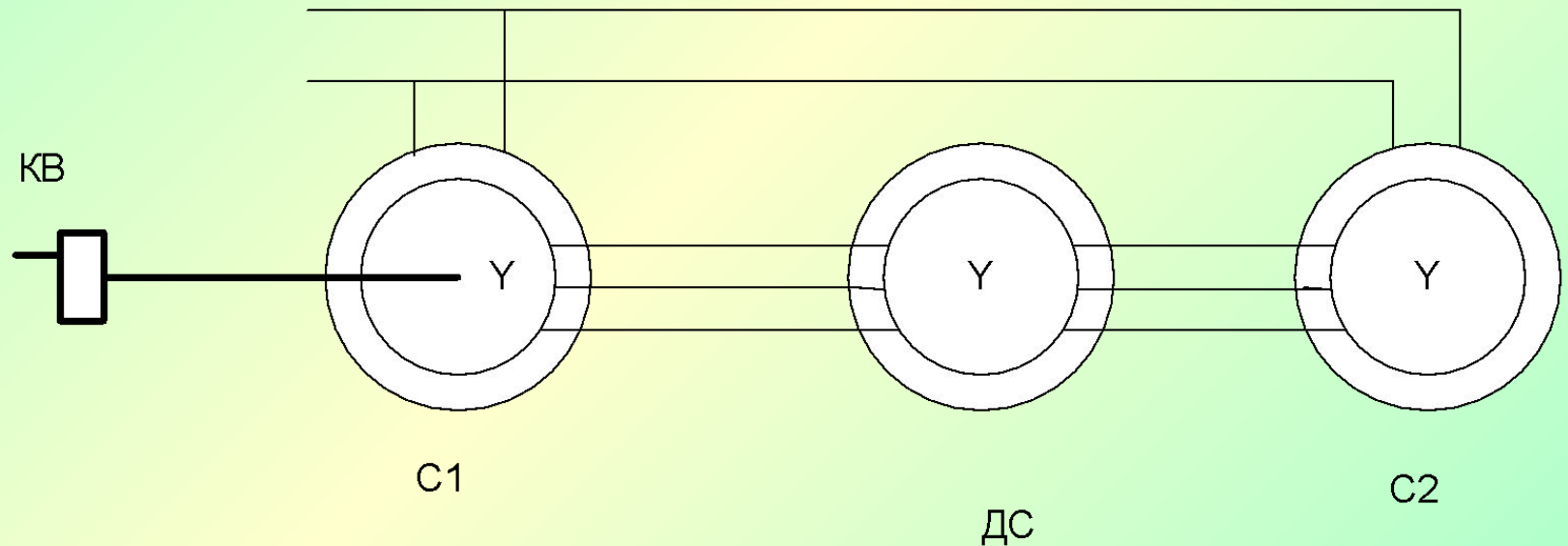
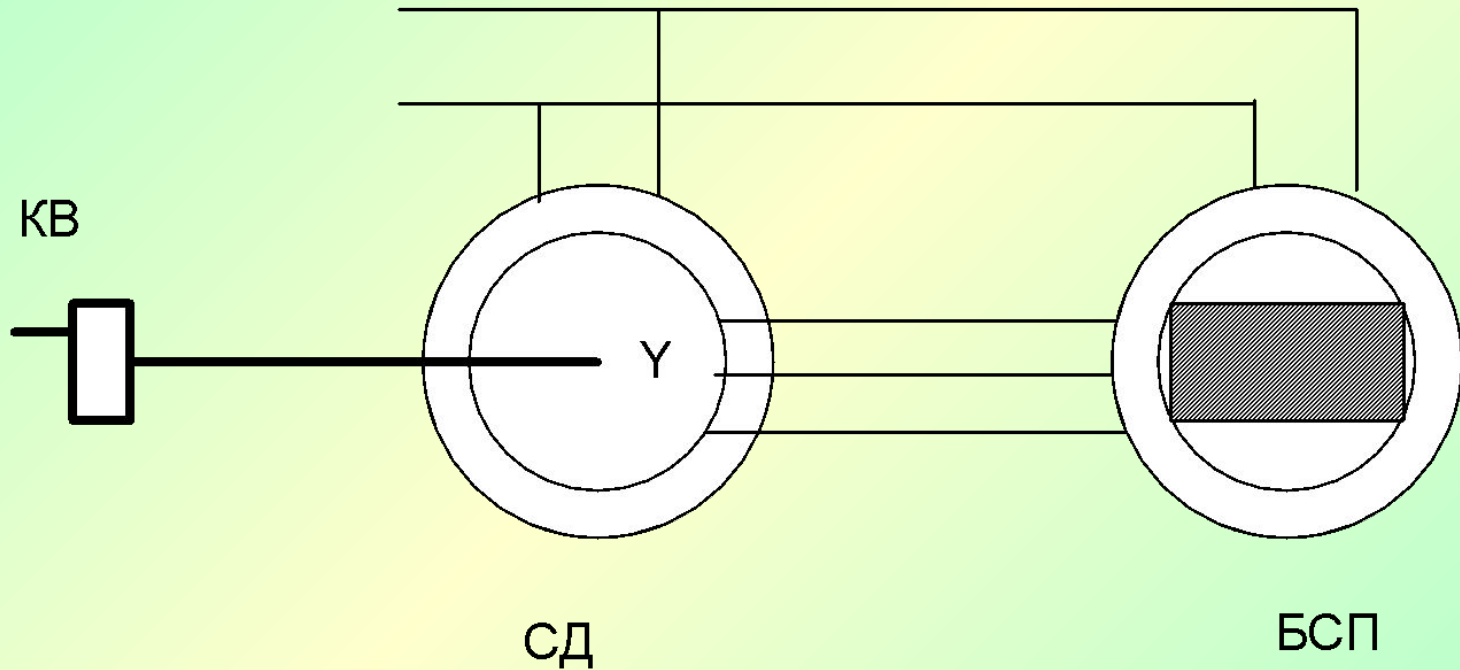


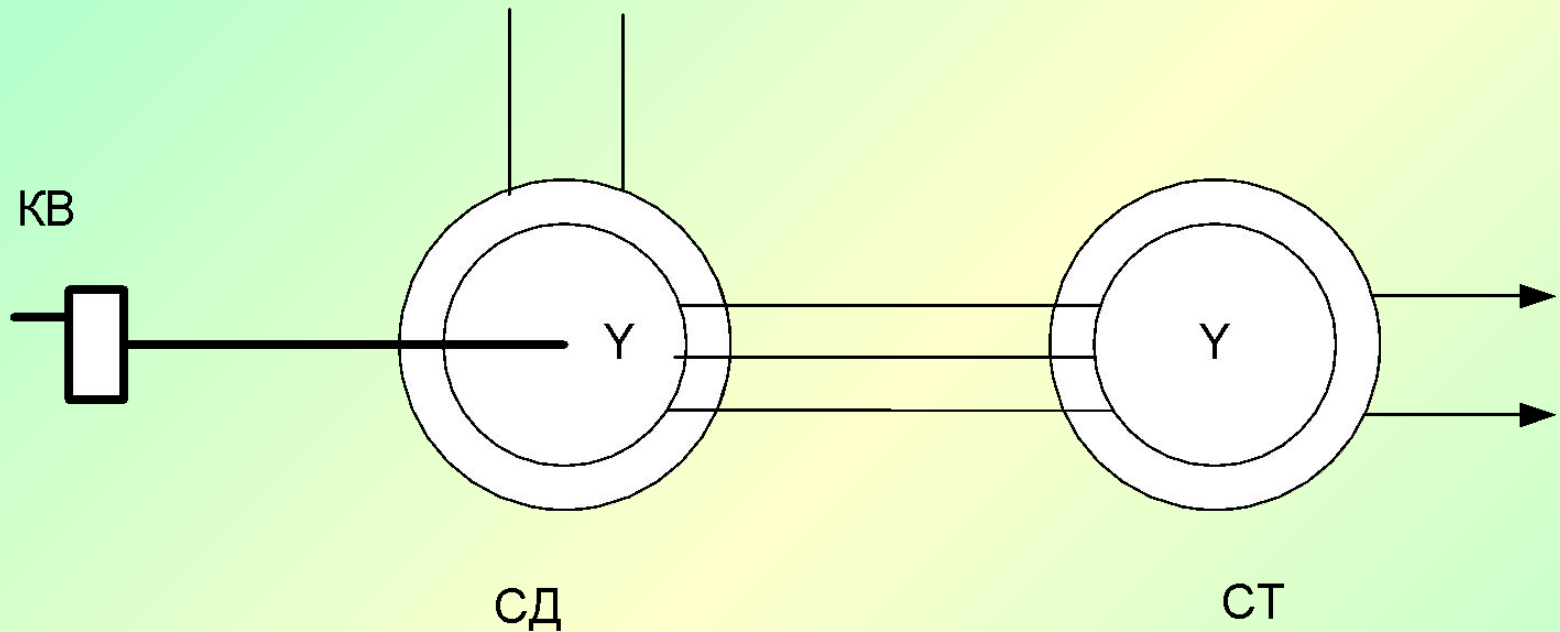
Схема индикаторной синхронной передачи с дифференциальным сельсином.

В индикаторных синхронных передачах могут применяться бесконтактные сельсины. Синхронная передача собирается или на двух бесконтактных сельсинах, или на одном контактном и одном бесконтактном сельсине.



В данном случае в качестве приемника применяется бесконтактный сельсин БСП, а датчика – контактный сельсин. Трехфазные обмотки ротора СД и статора БСП включаются между собой, как в обычной индукционной передаче.

В радиотехнических устройствах сельсины могут применяться в трансформаторном режиме работы.



При трансформаторной (измерительной) синхронной передаче вторичную обмотку СД соединяют с трехфазной обмоткой сельсин - трансформатора СТ. К однофазной обмотке СТ подключают нагрузку. Напряжение питания подается на обмотку возбуждения СД.

При повороте ротора СД на некоторый угол в однофазной обмотке СТ наводится э.д.с. переменного тока, амплитуда которой пропорциональна углу рассогласования между угловым положением роторов СД и СТ, а фаза несущей зависит от направления (знака) рассогласования.

Основным показателем качества дистанционных синхронных передач является ошибка в передаче координаты, которая главным образом зависит от класса точности сельсинов и нагрузки на валу сельсин - приемника.

Промышленностью выпускаются контактные сельсины трех классов точности.

Максимальная ошибка:

**Сельсин - датчиков 1-го класса до 0.25° ;
2-го класса до 0.5° ;
3-го класса до 1.0° .**

**Сельсин - приемников 1-го класса до ± 0.75
2-го класса от ± 0.75 до ± 1.5
3-го класса от ± 1.5 до ± 2.5**

ВОПРОС №3

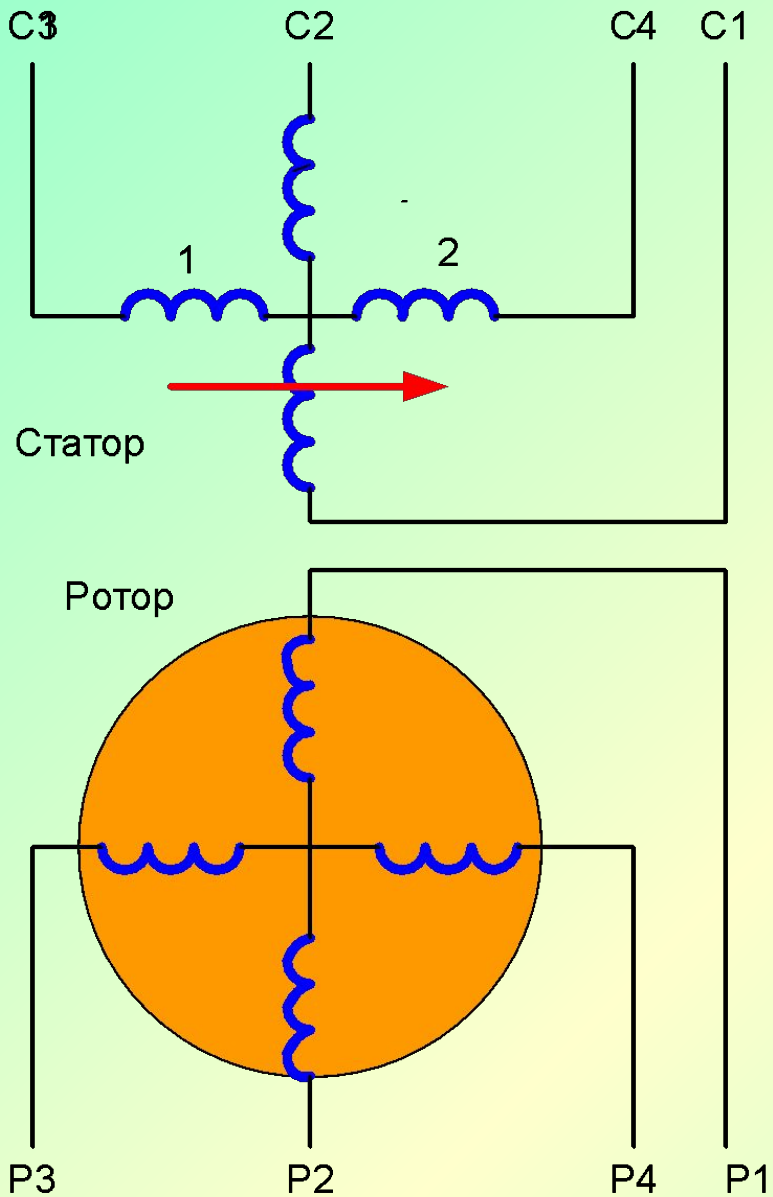
Принцип работы вращающихся трансформаторов

В качестве измерительного устройства в приводе 2Э2 ЗСУ-23-4 применяется синхронная передача, собранная на вращающихся трансформаторах.

Вращающиеся трансформаторы предназначены для получения напряжения, пропорционального тригонометрической или линейной функции угла поворота ротора.

$$U = f(\alpha).$$

СКВТ или ЛВТ представляют собой индукционные машины, в которых статор и ротор выполнены в виде цилиндров с расположенными взаимно перпендикулярно обмотками.



Ротор вращается в подшипниках, расположенных в гнездах крышек. На передней крышке ВТ укрепляются соединительные колодки для подключения его к элементам схем. Концы статорных обмоток непосредственно подводятся к соединительным колодкам, а концы роторных обмоток – через токосъемное устройство.

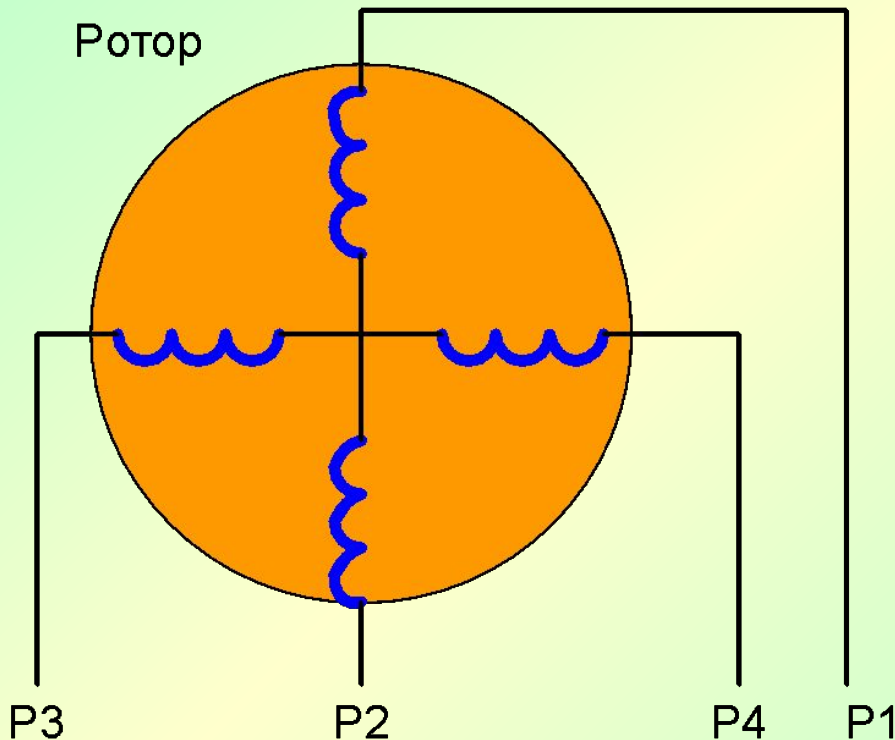
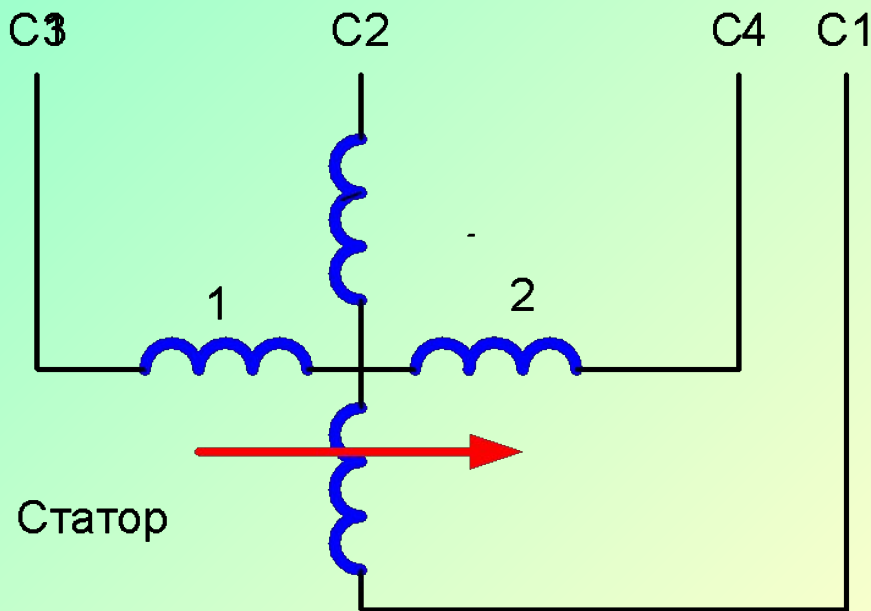
К источнику переменного тока подключается одна из обмоток статора (C3-C4). При этом создается пульсирующий магнитный поток Φ_{ν} .

Схема соединения и распределения обмоток ВТ

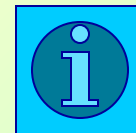
$$E_m = \frac{E_v}{K_e}; \quad K_e = \frac{W_{P_3 P_4}}{W_{C_3 C_4}} = \frac{W_P}{W_C},$$

где: W_P – коэффициентное число витков роторной обмотки;

W_C – эффективное число витков обмотки возбуждения.

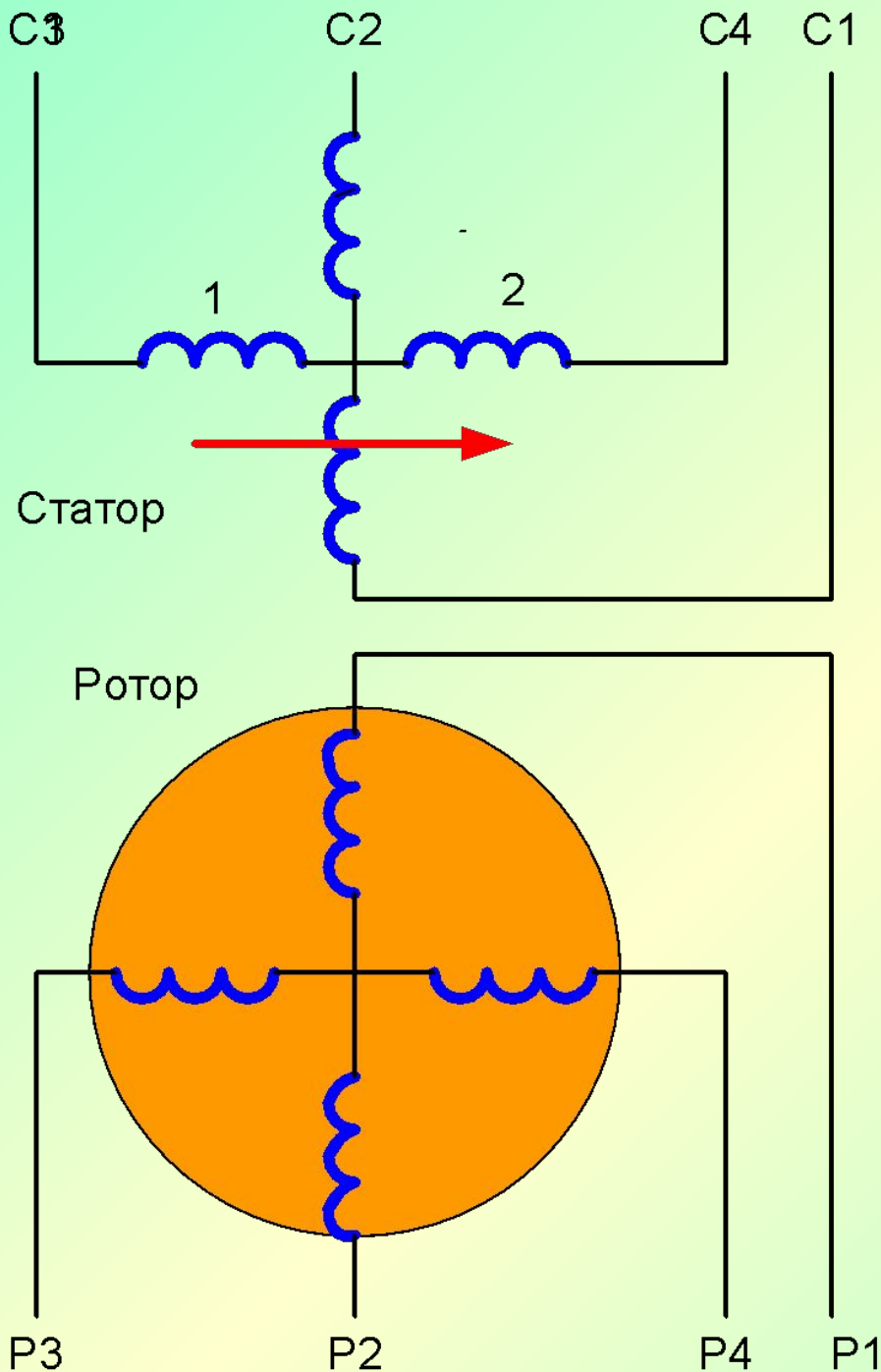


При совпадении этого потока с осью обмотки ротора **P3-P4** в ней наводится ЭДС E_m , действующее значение которой определяется ЭДС обмотки статора E_b и коэффициентом трансформации K_e .



При повороте ротора на угол α величина потока, сцепленного с обмоткой **P3-P4**, изменяется пропорционально косинусу угла поворота, и ЭДС, наводимая этим потоком будет

$$E_2 = E_m \cdot \cos \alpha.$$

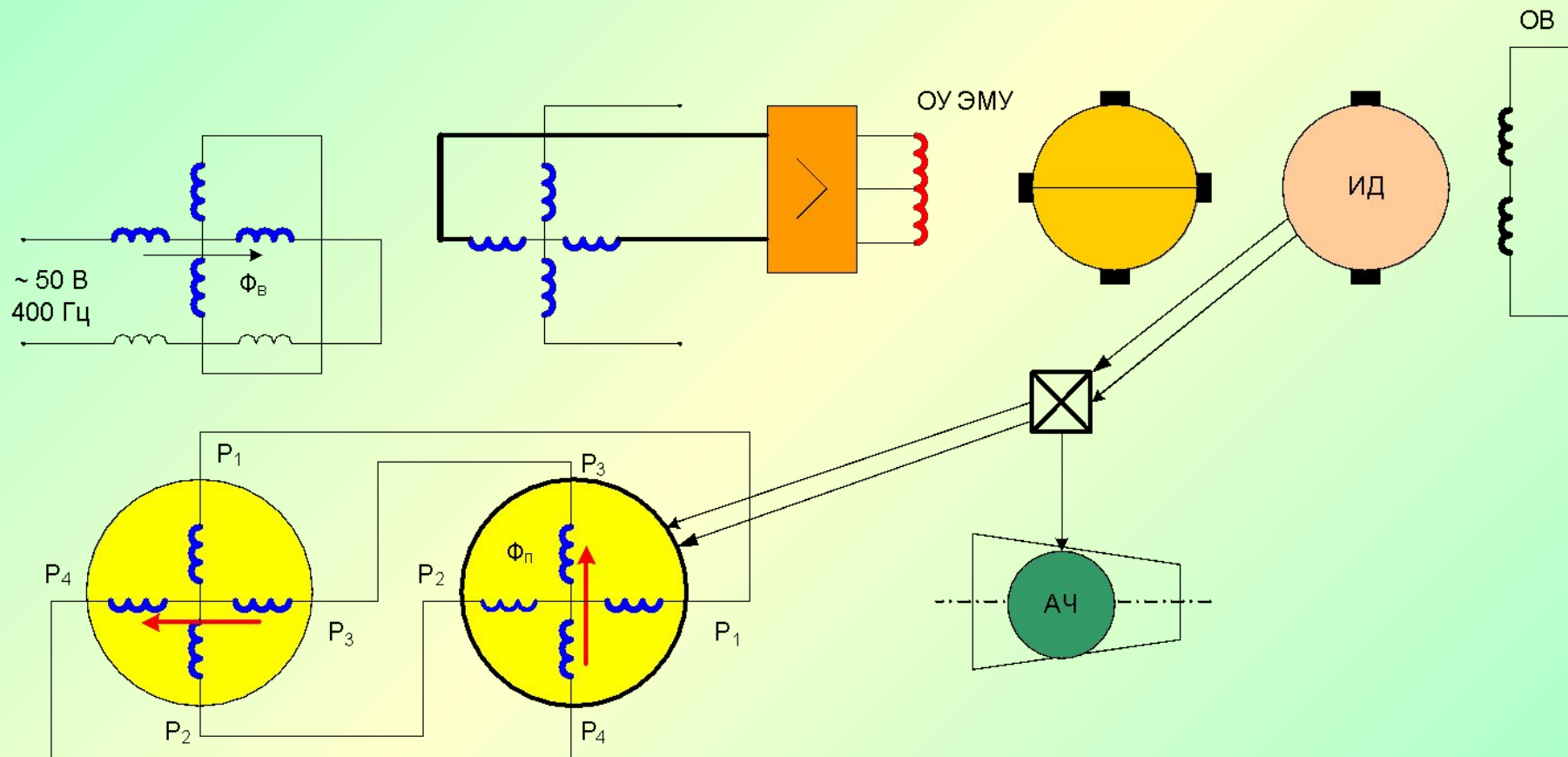


Для обмотки ротора **P1-P2** величина ЭДС

$$E1 = Em \cdot \sin\alpha,$$

т.к. она расположена под углом 90° к обмотке **P3P4**. Поэтому первая обмотка ротора ВТ называется **синусной**, а вторая – **косинусной**, а сам ВТ называется **синусно-косинусным ВТ (СК ВТ)**.

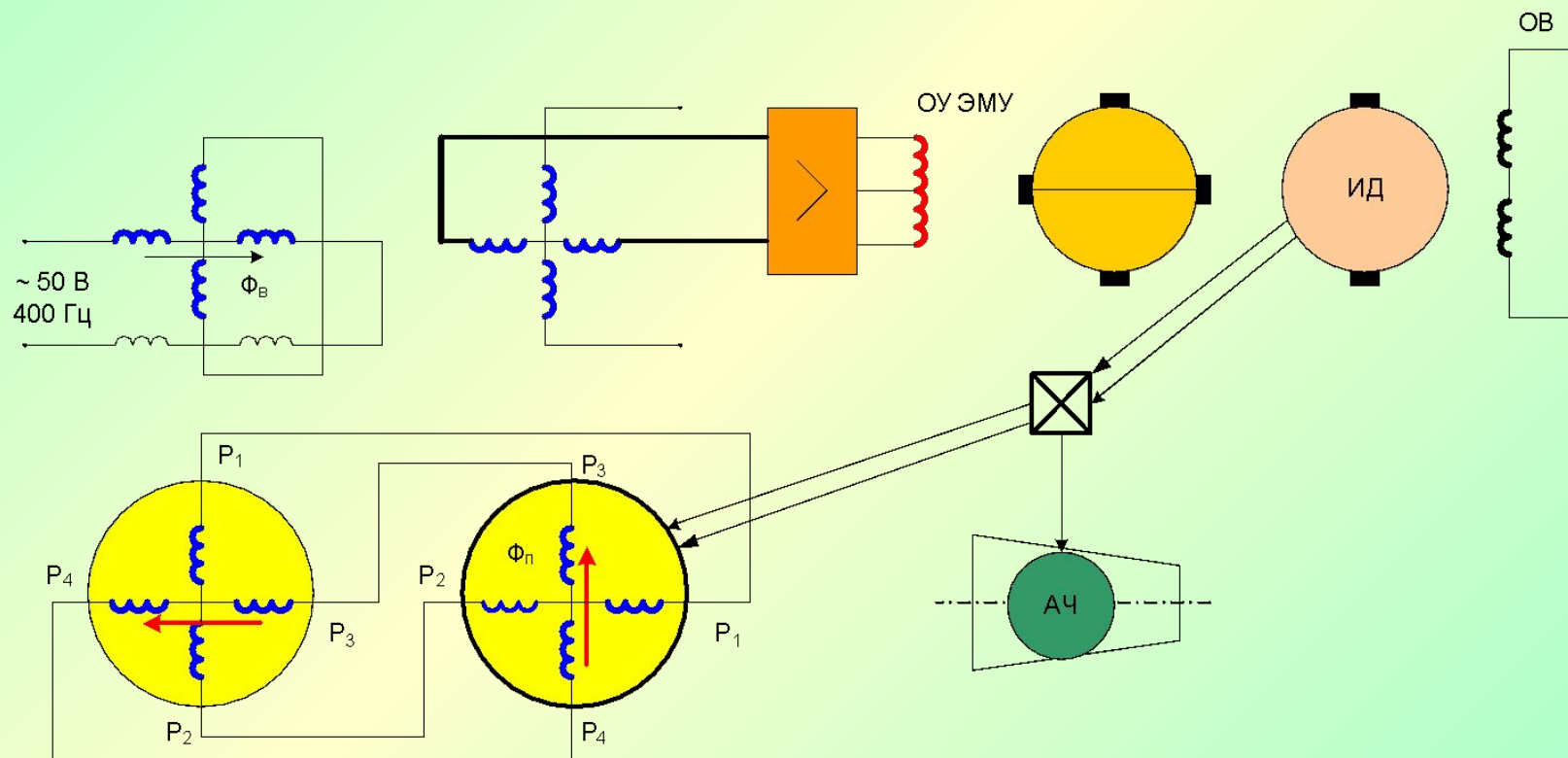
Синхронная передача в электрическом следящем приводе собрана на двух ВТ, один из которых называется ВТ - датчик, другой ВТ - приемник. Эта передача служит для измерения угла рассогласования между ротором ВТ - П и ротором ВТ - Д .



Ротор ВТ-Д жестко связан с задающим валом СРП. Ротор ВТ-П жестко связан с валом ИД с помощью жесткой связи, выполненной в виде безлюфтового приборного редуктора в принимающем приборе.

Передаточные отношения от ИД до принимающего ВТ и от ИД до механизмов наведения артиллерийской части одинаковы, таким образом ротор принимающего ВТ повторяет движение артиллерийской части.

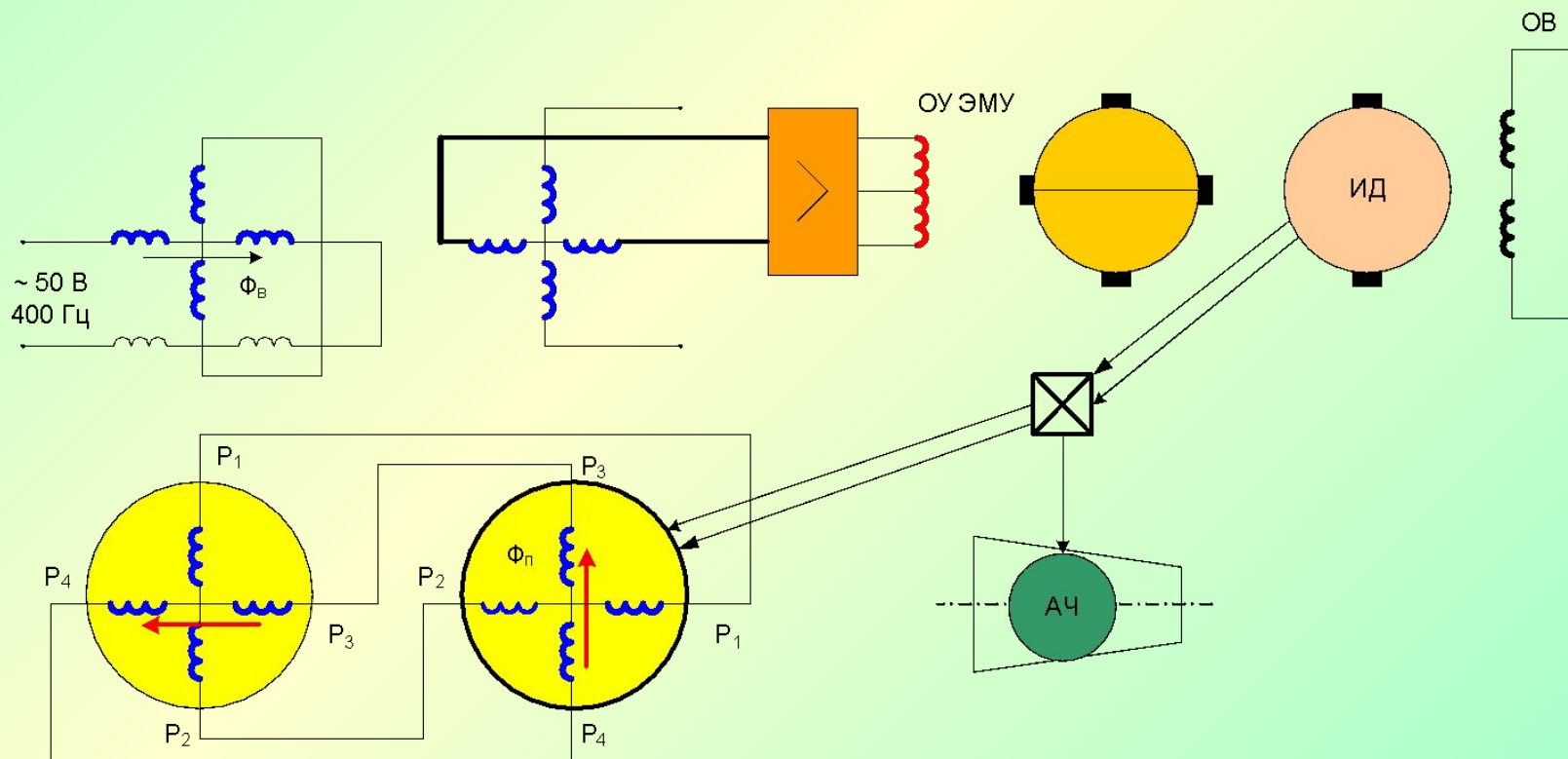
Роторные обмотки ВТ-Д и ВТ-П попарно соединены между собой. На одну из статорных обмоток ВТ-Д подается напряжение 50 В 400 Гц, другая статорная обмотка замкнута накоротко.



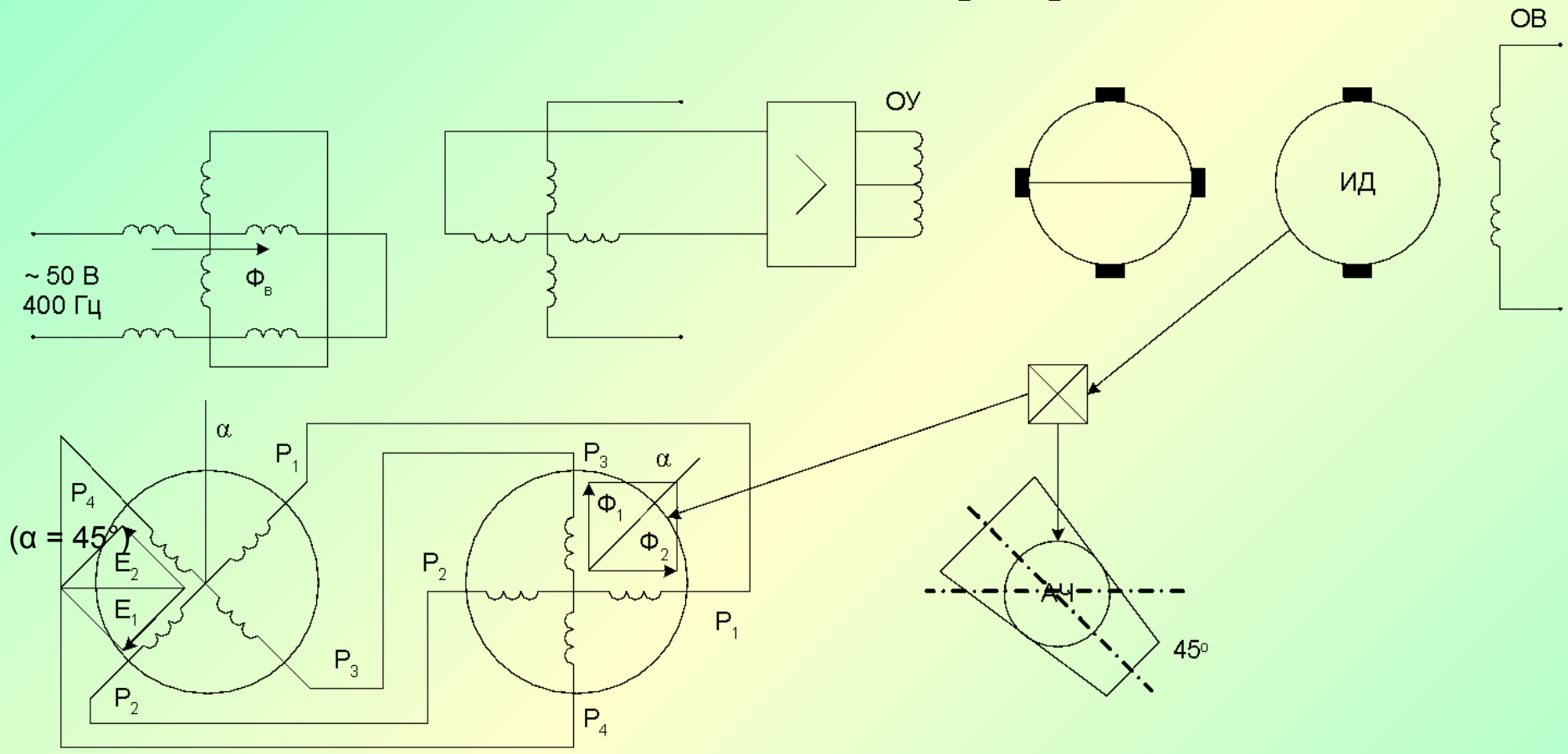
На стороне ВТ-П используется только синусная обмотка, вторая разомкнута и сигнал с нее не снимается.

При таком положении ротора **ВТ-Д**, когда $\alpha = 0$, то ток протекает только по обмоткам **Р3Р4 ВТ-Д** и **ВТ-П**. При этом результирующий магнитный поток Φ_n будет пронизывать витки синусной обмотки статора **ВТ-П** под углом 90° , следовательно, напряжение на концах этой обмотки будет равно 0 и на входе электронного усилителя сигнал будет отсутствовать.

Такое положение роторов **ВТ-П** и **ВТ-Д** считается **согласованным**.



Если повернуть ротор датчика на угол 45° относительно согласованного датчика, то в обмотках ротора наводится ЭДС.



В обмотках P1-P2

В обмотках P3-P4

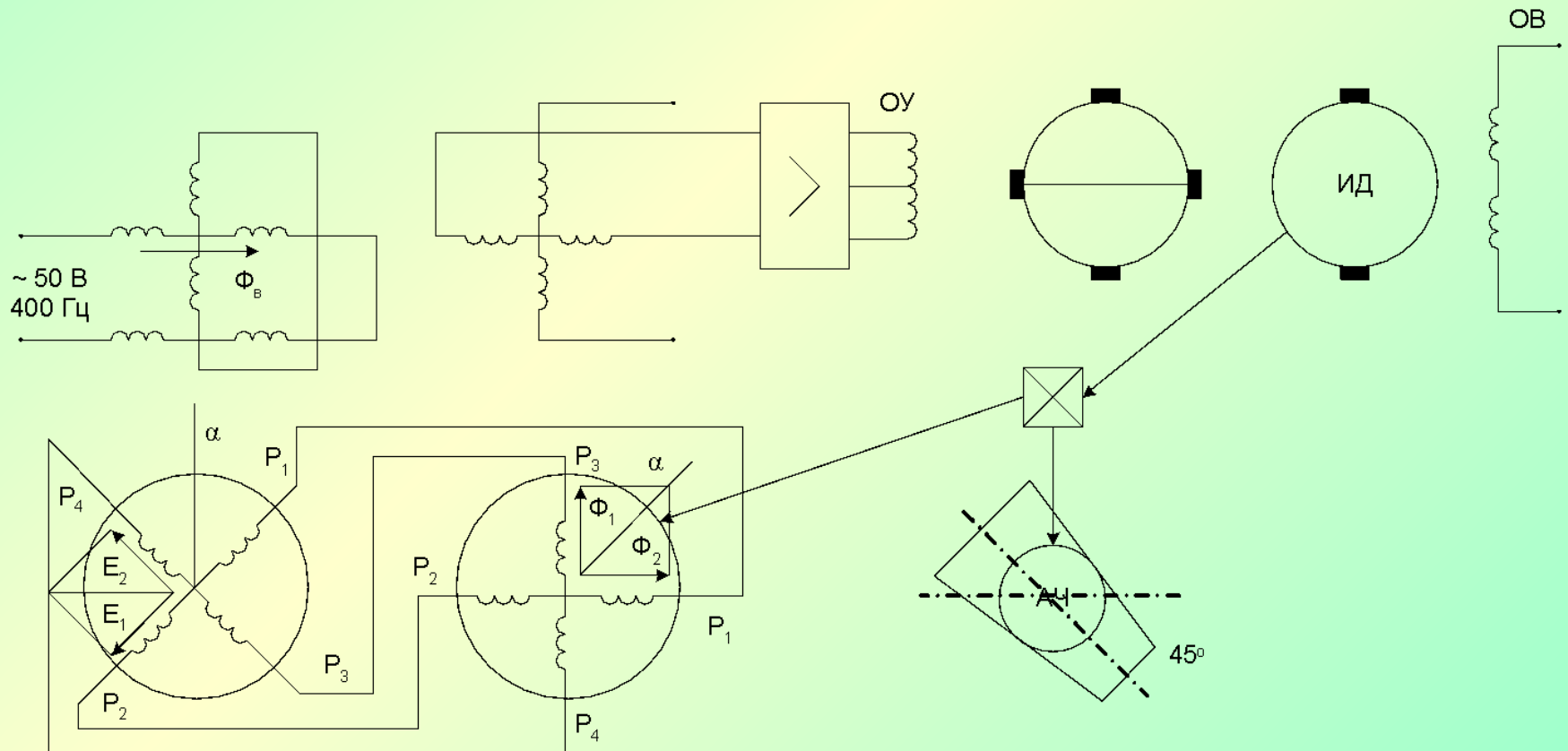
$$E_1 = E_m \cdot \sin \alpha = \frac{E_m \cdot \sqrt{2}}{2};$$

$$E_2 = E_m \cdot \cos \alpha = \frac{E_m \cdot \sqrt{2}}{2},$$

Таким образом, в роторных обмотках ВТ - П будут протекать токи, которые создадут потоки Φ_1 и Φ_2 (притом $\Phi_1 = \Phi_2$). Сложим векторно Φ_1 и Φ_2 , получим результирующий магнитный поток Φ_n , повернутый на 45° относительно согласованного положения, притом повернут также по часовой стрелке.

В синусной обмотке статора под действием Φ_n будет индуцироваться ЭДС, называемая управляющим напряжением рассогласования.

$$U_y = U_m \cdot \sin 45^\circ.$$



Это управляющее напряжение, будучи преобразовано и усилено, поступает на ИД, который, вращаясь, поворачивает АЧ в сторону уменьшения угла рассогласования, одновременно вращение подается на ротор принимающего ВТ и он поворачивается в сторону уменьшения управляющего напряжения.

Как только угловые положения ротора ВТ- П и ротора ВТ- Д будут равны, результирующий Φ_n вновь станет перпендикулярным статорной обмотке ВТ- Д и ИД, следовательно, и артиллерийская часть останется в этом положении.

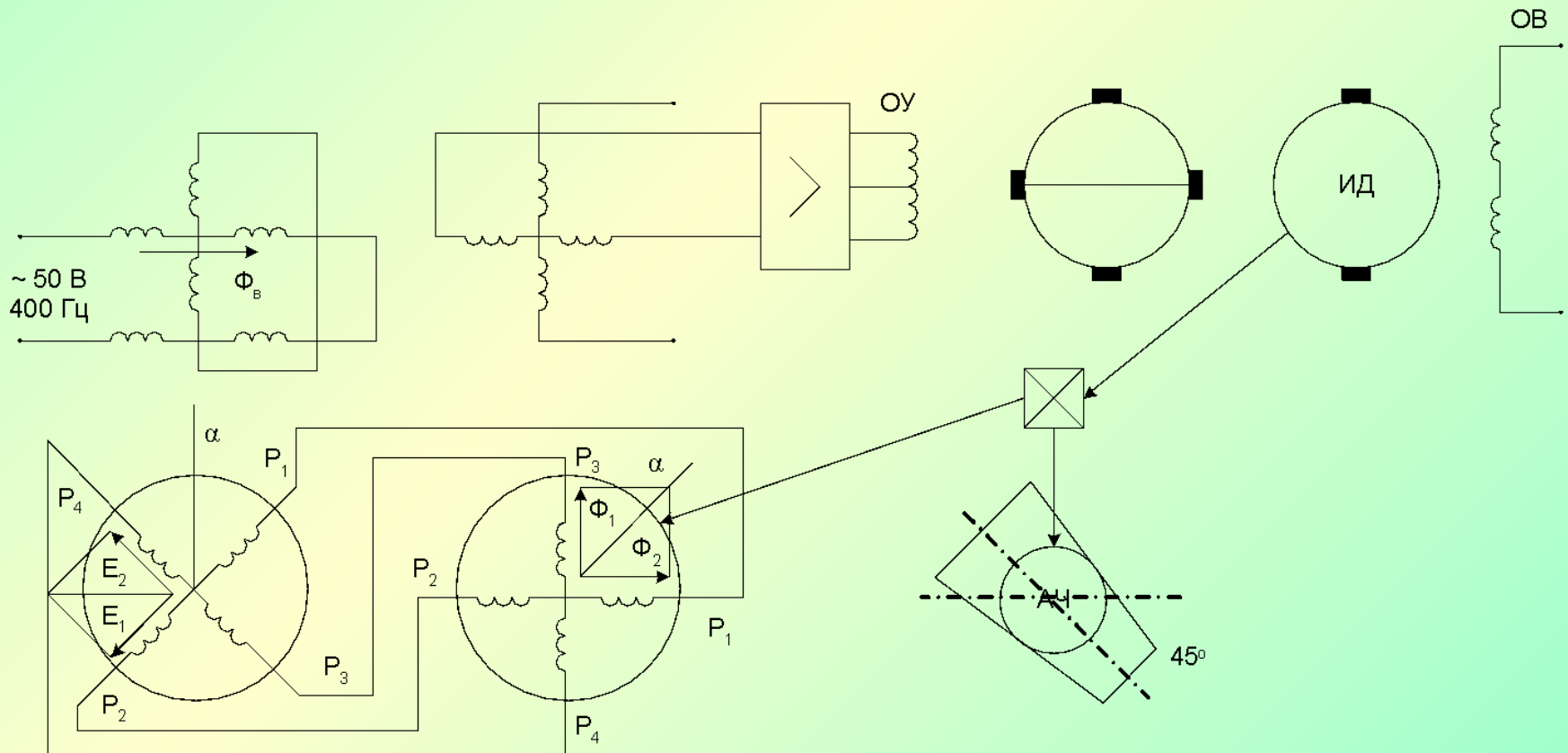
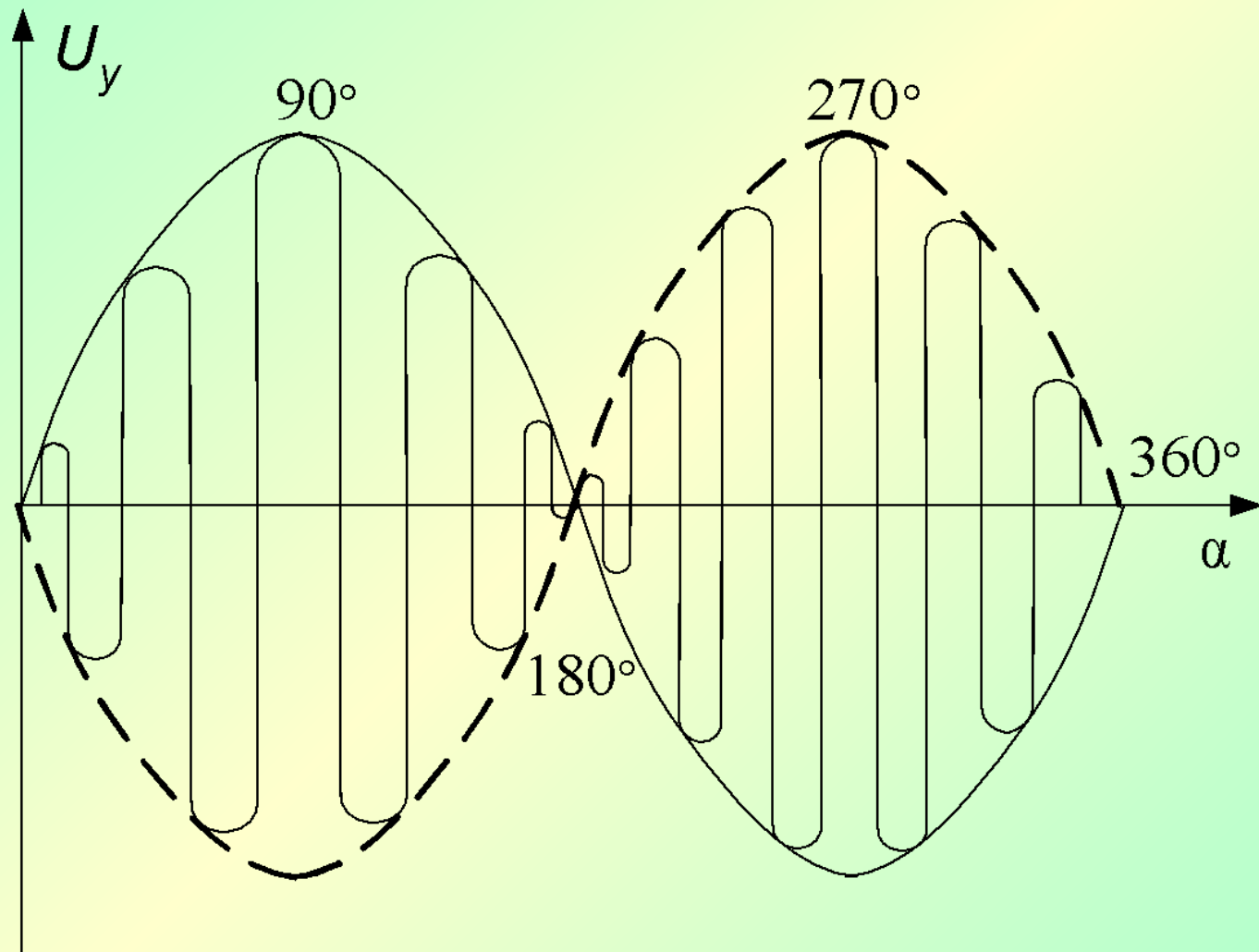


График зависимости управляющего напряжения от угла рассогласования.



ВЫВОД:

Синхронные передачи на ВТ характеризуются тем, что при рассогласованном положении роторов дающего и принимающего ВТ, в обмотке принимающего возникает управляющее напряжение рассогласования, величина которого зависит от угла рассогласования, а фаза от напряжения рассогласования.