

# Київський національний університет ім. Т. Шевченка Військовий інститут



**Кафедра військово-технічної підготовки**



**Тема № 8. Загальні поняття про системи обертання антени та передачі азимуту.**

**Заняття №1. Системи обертання антени та передачі азимуту.**

**ГРУПОВЕ ЗАНЯТТЯ**

**Навчальна мета:** Вивчити призначення, характеристики пристроїв цифрової обробки.

**Навчальні питання:**

Питання 1. Синхронні передачі.

Питання 2. Системи обертання антени.

Питання 3. Система синхронно – стежного приводу ССП.

## Питання 1. Синхронні передачі.

Синхронні передачі широко застосовуються в системах обертання антени і відхиляючих котушок індикаторів кругового огляду (ІКО).

Вони забезпечують:

управління антеною по азимуту і куту місця;

контроль кутового положення антени;

синхронно-стежну передачу обертання від антени до відхиляючої котушки ІКО.

До складу синхронних передач входять сельсинні пари.

Сельсин – це індукційна електрична машина, яка призначена для передачі на відстань кутових переміщень двох або декількох валів, які механічно не зв'язані між собою.

За призначенням сельсини розділяються на:

сельсини-датчики – СД;

сельсини-приймачі – СП;

диференційні сельсини – ДС.

## Питання 1. Синхронні передачі.

Основні частини сельсина – це статор і мотор, яких розміщуються обмотки.

Первинним ланцюгом сельсина є однофазна обмотка збудження, яка вмикається в ланцюг змінного струму, рис.1.а. Цю обмотку вкладають в статорі або роторі.

Вторинний ланцюг сельсина - це трьохфазна обмотка синхронізації, фазні обмотки якої ввімкнені “зіркою”, тобто зміщені одна відносно іншої на 120°.

## Питання 1. Синхронні передачі.

У диференційного сельсина обидві обмотки трьохфазні, рис.1.б.

Принцип роботи сельсинної пари заснований на одержанні трьох змінних синусоїдальних ЕРС, амплітуди і фази яких залежать від кута повороту ротора сельсина. Струми від ЕРС створюють магнітні потоки в СД і СП.

Синхронні передачі розділяються на індикаторні і трансформаторні. Розглянемо принцип роботи синхронних передач.

ІНДИКАТОРНІ сельсин-приймачі (СП) використовуються для дистанційного контролю кутового положення антени РЛС і складаються із сельсин-датчика і сельсин-приймача, рис.2.

Однофазні обмотки обох сельсинів живляться змінною напругою  $U_{3\sim}$ . Одна з цих обмоток механічно зв'язана з антеною РЛС, а у СП – зі шкалою (показчиком) індикаторного приладу.

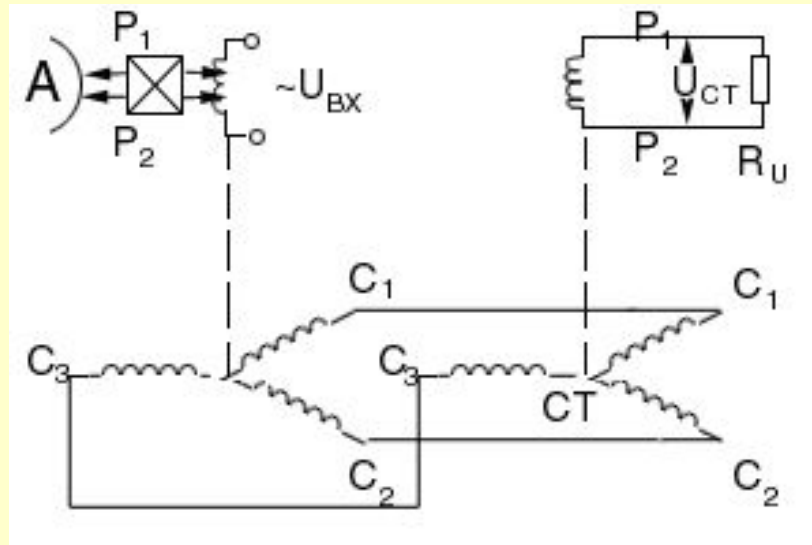
ЕРС, які наводяться на обмотках синхронізації СД і СП узгоджені ( $\alpha = \beta$ ), рис.2, тоді зрівняльні струми в обмотках синхронізації рівні нулю. При обертанні антени РЛС і ротора СД ( $\alpha \neq \beta$ ) в обмотках синхронізації з'являються зрівнювальні струми. Вони формують магнітний потік трьохфазних обмоток, який взаємодіє з магнітним потоком збудження.

## Питання 1. Синхронні передачі.

Взаємодія магнітних потоків обмоток обох сельсинів приводить до виникнення обертаючих моментів. Вони намагаються повернути ротор сельсина-приймача в узгоджене положення. Оскільки навантаженням ротора СП є показчик (шкала), то обертаючий момент обертати його (ротор СП), доки не буде відпрацьоване розлагодження між СД і СП.

При неперервному обертанні антени РЛС з певною швидкістю буде обертатись і показчик (шкала) індикаторного приладу.

ТРАНСФОРМАТОРНА СП також складається із СД і СП, але застосовується для формування змінної напруги, амплітуда і фаза якої залежить від кута повороту ротора СД (рис.3).



## Питання 1. Синхронні передачі.

Змінна напруга збудження подається тільки на однофазну обмотку СД, а однофазна обмотка СП використовується для знімання напруги  $V_{СТ}$ .

Тому сельсин-приймач називають сельсин-трансформатором у якого роторна обмотка загальмована.

При обертанні ротора СД від антени РЛС на однофазній обмотці СТ виробляється змінна напруга  $V_{СТ}$ , яка дорівнює

$$U_{СТ} = U_m \cdot \cos\Theta \quad (1),$$

де  $\Theta$  - кут розлагодження між СД і СТ. При куті розлагодження  $\Theta = 0^\circ$ , напруга  $U_{СТ}$  максимальна:

$$U_{СТ} = U_m \cdot \cos 0^\circ = U_m \quad (2),$$

а при  $\Theta = 90^\circ$  – дорівнює нулю.

## Питання 1. Синхронні передачі.

Для вирішення практичних задач в узгодженій передачі ( $\Theta = 0$ ) напруга  $V_{СТ}$  повинна дорівнювати нулю. Для цього статорну обмотку одного з сельсинів повертають у відношенні до статорної обмотки іншого сельсина на  $90^\circ$ .

Таким чином, при неперервному обертанні ротора СД на загальмованій обмотці СТ буде формуватись змінна напруга. Вона промодульована за амплітудою пропорційно куту повороту СД.

**Висновок:** Т.ч. в матеріалі даного питання розглянуто поняття сельсин, принцип роботи сельсинної пари, область застосування.



## Питання 2. Системи обертання антени.

### Класифікація СОА РЛС:

за типом виконавчого двигуна :

постійного струму;

змінного струму;

з гідрометром.

за принципом побудови :

розімкнуті ( без зворотного зв'язку );

замкнуті ( з зворотним зв'язком ).

### **Розглянемо структурні схеми СОА.**

СОА розімкнутого типу ( дальноміри ) забезпечує кругове обертання антени дальноміра з деякою швидкістю - рис 4.

Схема складається з :

схеми керування;

виконавчого двигуна;

СП ( синхронної передачі ).

## Питання 2. Системи обертання антени.

### Класифікація СОА РЛС:

за типом виконавчого двигуна :

- постійного струму;
- змінного струму;
- з гідрометром.

за принципом побудови :

- розімкнуті (без зворотного зв'язку);
- замкнуті (з зворотним зв'язком).

### **Розглянемо структурні схеми СОА.**

СОА розімкнутого типу (дальноміри) забезпечує кругове обертання антени дальноміра з деякою швидкістю - рис 4.

Схема складається з :

- схеми керування;
- виконавчого двигуна;
- СП ( синхронної передачі ).

## Питання 2. Системи обертання антени.

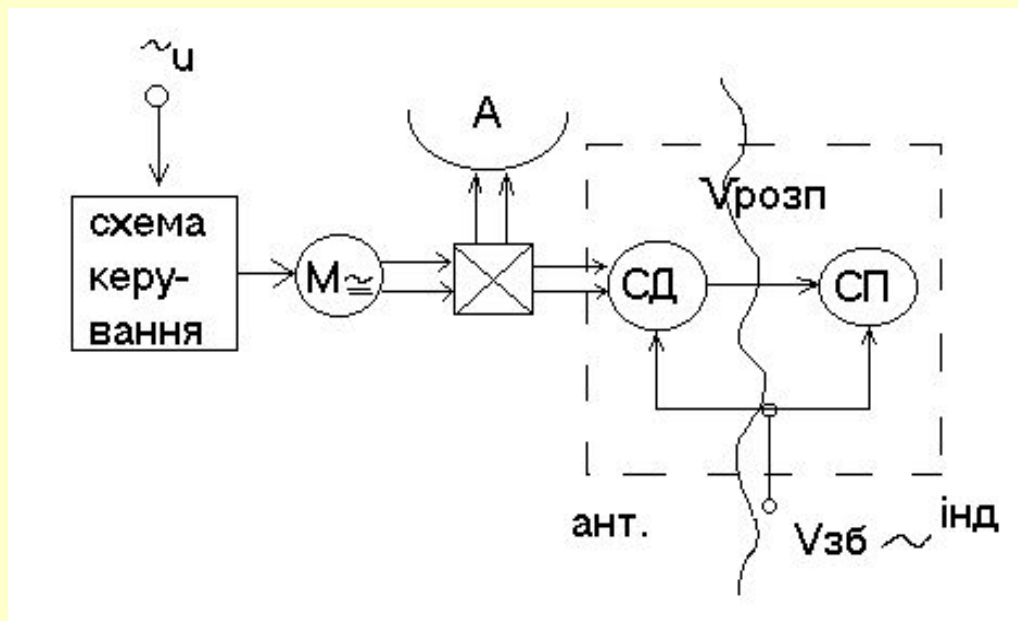


Рис 4. Структурна схема ( СОА ) розімкнутого типу.

Схема керування забезпечує керування виконавчим двигуном, який через редуктор обертає антенну систему РЛС. Індикаторна синхронна передача контролює кутове положення антени. В якості виконавчого двигуна  $M$  використовується двигуни постійного або змінного струму, а також гідродвигуни.

## Питання 2. Системи обертання антени.

Регулювання швидкості обертання антени здійснюється :

а) для двигунів змінного струму :

зміною кількості пар полюсів статора;

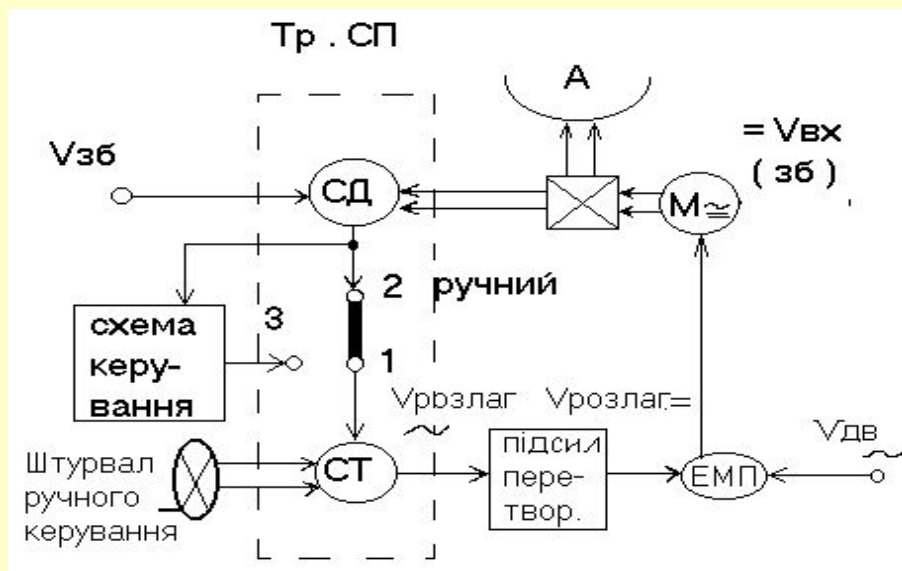
зміною передаточного числа редуктора за допомогою електромагнітних муфт.

б) для двигунів постійного струму :

- зміною величини напруги керування.

**СОА замкнутого типу** ( висотоміри ) - застосуються в радіолокаційних висотомірах.

Спрощена схема СОА показана на рис.5.



## Питання 2. Системи обертання антени.

Склад : СД- СТ – трансформаторна синхронна передача, підсилювач-перетворювач, ЕМП (електромагнітний підсилювач), М (виконавчий двигун), В1 (перемикач режимів), редуктор, схема керування.

В режимі ручного керування створюється замкнутий стежний привід . Якщо положення роторів СТ і СД не узгоджене, то в обмотці ротора СТ формується змінна напруга розлагодження  $V_{\sim}$  розлагодження - сигнал помилки. Після підсилення і перетворення в постійну напругу сигнал помилки подається в обмотку збудження ЕМП. Ротор ЕМП обертається із з'єднаним з ним двигуном. Підсилений ЕМП сигнал помилки подається на обмотку виконавчого двигуна М. Останній через редуктор обертає антену висотоміра і одночасно ротор СД до узгодженого положення. Якщо штурвал обертати, то СОА неперервно відпрацьовує сигнал помилки, т.б. т. азимут фокальної осі антени буде змінюватись у відповідності з поворотом ротора СТ.

## Питання 2. Системи обертання антени.

В режимі кругового або секторного огляду СД підключається до СТ через схему керування, до складу якої входить допоміжний двигун і диференційний сельсин. Схема керування забезпечує автоматичне обертання антени з постійною швидкістю в круговому режимі, або в секторі. Контроль кутового положення антени за азимутом здійснюється за допомогою покажчика ( шкали ), яка розміщена на роторі СД.

**Висновок:** Т.ч. в матеріалі даного питання розглянуто поняття про системи обертання антен, основні режими роботи СОА, їх класифікацію та схемне виконання СОА розімкнутого та замкнутого типів.

## Питання 3. Система синхронно – стежного приводу (ССП)

Ці системи забезпечують обертання відхиляючих котушок ІКО синхронно і синфазно з обертанням антени РЛС і називаються сервоприводами ( канал ССП ).

Застосовується два види сервоприводів :

одно канальний

двоканальний

Одноканальний сервопривід використовується в ІКО РЛС визначення, для яких не потрібна висока точність слідкування ( декілька градусів ) розгортки за положенням антени . Т.б.т. при широкій ДНА в горизонтальній площині, рис.6.

При обертанні антени РЛС і ротора СД сельсина пара виробляє напругу розлагодження  $V_{\sim}$  розлаг. Після підсилення сигнал розлагодження подається на обмотку управління виконавчого двигуна. Останній через редуктор обертає відхиляючу систему ( котушку ) ІКО і ротор СП ( зворотній зв'язок ). Точність слідкування розгортки ІКО за положенням антени складає декілька градусів.

Переваги сервоприводу :

простота і надійність у роботі;

відсутність хибних стійких станів рівноваги ( хибних кутів ) при яких система працює з розлагодженням в  $180^{\circ}$ .

# Питання 3. Система синхронно – стежного приводу (ССП)

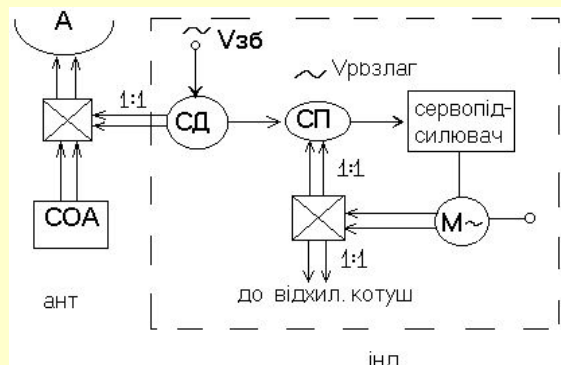


Рис. 6. Одноканальна схема ССП ( синхронно стежний привід )  
відсутність хибних стійких станів рівноваги ( хибних кутів ) при яких система працює з розлагодженням в  $180^\circ$ .

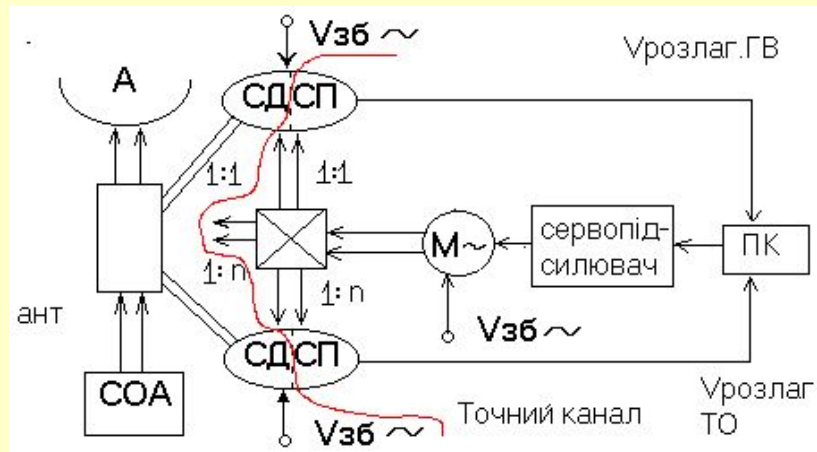


Рис.7. Двоканальна система  
приводу.



# Питання 3. Система синхронно – стежного приводу (ССП)

Точність слідкування – десятки хвилин. Обидва канали аналогічні одно канальним системам, але грубий канал працює при коефіцієнті редукції, який дорівнює 1, а точний канал - при підвищеному коефіцієнті редукції ( $n = 36, 23$ ).

Ротори СД і СП обох каналів через редуктори жорстко зв'язані один з одним. Напруги помилок з роторних обмоток СП поступають на перемикач каналів ПК. Станом перемикача керує сигнал помилки грубого каналу.

При увімкненні ІКО або СОА, коли розлагодження в положеннях антени і катушок розгортки дальності може бути значним, перемикач каналів спрацьовує під дією сигналу помилки грубого каналу. Коли в процесі відпрацювання розлагодження сигнал помилки падає нижче пирогового рівня, перемикач каналів автоматично комутує на вхід серво підсилювача роторну обмотку СП точного каналу. Далі система працює весь час за сигналами точного каналу (режим “ слідкування ”). Це триває доти, доки за якихось причин ( вимикання і повторне вмикання ІКО і СОА ) сигнал помилки грубого каналу не перевищить поріг спрацювання перемикача каналів

## Питання 3. Система синхронно – стежного приводу (ССП)

Точність двоканальної системи в  $n$  разів вище, ніж у одно-канальної (  $n$  – коефіцієнт редукції точного каналу ).

Недоліки :

- ускладнення конструкції приладу;

збільшення габаритів і ваги;

при парних коефіцієнтах редукції можлива робота приводу при розлагодженні в  $180^\circ$ , на “ хибному нулі ”.

Для виключення можливості роботи приладу на “ хибному нулі ” вибирають коефіцієнт редукції точного каналу непарним, або застосовують спеціальні схеми "збивання хибного нуля ”.

**Висновок** : Синхронна передача є складовою частиною системи обертання антени РЛС і відхиляючих котушок ІКО. Найбільшого застосування в РЛС дістали СОА замкнутого типу і двоканальні сервоприводи з непарним коефіцієнтом редукції точного каналу.

**Висновок по заняттю**: Таким чином на занятті розглянуті загальні відомості про сельсини, принцип їх роботи, системи обертання антени РЛС, системи синхронно-стежного приводу. Матеріал даного заняття потрібен і буде використано при вивченні наступних тем ОПЕ РЕТ.

# ЛІТЕРАТУРА

1. **ОСНОВИ ПОБУДОВИ РЛС РТВ**  
**ПІД РЕДАКЦІЄЮ Б.Ф. БОНДАРЕНКО, КВІРТУ**  
**ППО, 1987.**
2. **ОСНОВИ ПОБУДОВИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ**  
**ТЕХНІКИ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ППО,**  
**1989.**
3. **ТХОРЖЕВСЬКИЙ В.І. СИСТЕМИ**  
**РАДІОЛОКАЦІЙНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ.**  
**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК. ЧАСТИНА 1. КИЇВ,**  
**2007 РІК.**
4. **ТЕОРІЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ:**  
**ПІДРУЧНИК / Б.Ф. БОНДАРЕНКО, В.В.**  
**ВИШНІВСЬКИЙ, В. П. ДОЛГУШИН ТА ІНШІ;**  
**ЗА ЗАГАЛЬНОЮ РЕДАКЦІЄЮ С.В. ЛЄНКОВА,**  
**2008.**