

Тема 15.

Наземний радіолокаційний запитувач.

**Заняття №4 Тракт формування контрольних
сигналів у відповідь.**

Питання заняття

1. **Склад тракту і призначення елементів.**
2. **Принцип кодування і структура сигналів у відповідь.**
3. **Імітатор контрольних сигналів у відповідь (КСВ) (бл.801).**

Склад тракту і призначення елементів

До складу тракту входять:

- ❑ шифратор контрольних сигналів у відповідь (КСВ) у складі шифро-дешифруючого пристрою бл.701;
- ❑ імітатор контрольних сигналів у відповідь (КСВ) бл.801.

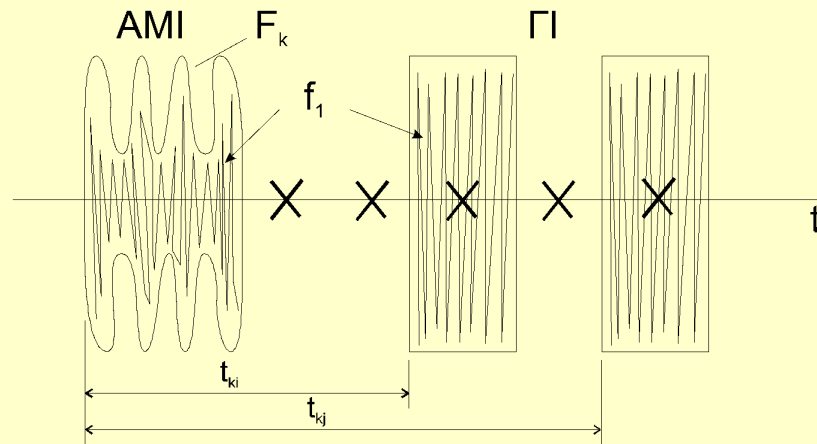
Призначення елементів тракту:

- ❑ шифратор КСВ формує необхідну структуру сигналів відповіді в залежності від вибраного діапазону та режиму роботи, а також спеціальні сигнали “Тривога” , “Біда” та “Удаваний код” (ЛК1, ЛК2);
- ❑ імітатор КСВ формує високочастотні сигнали відповіді на всіх існуючих кодах у всіх діапазонах та режимах роботи, а також спеціальні сигнали “Тривога” , “Біда” та “Удаваний код” (ЛК1, ЛК2).

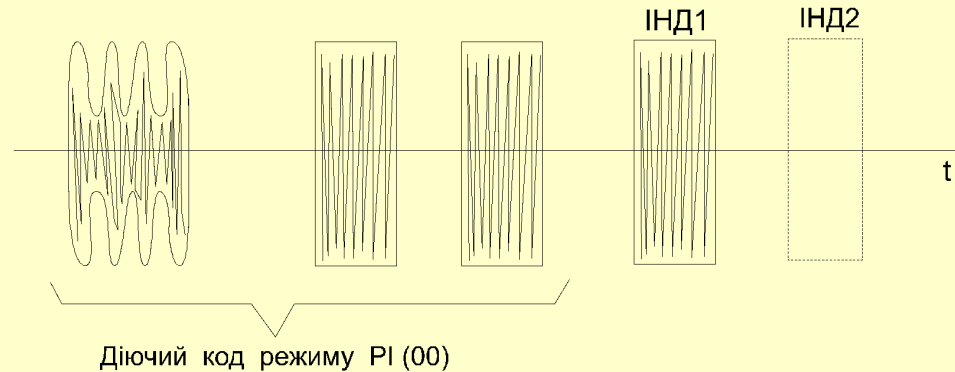
Принцип кодування і структура сигналів у відповідь

Структура СВ в III діапазоні.

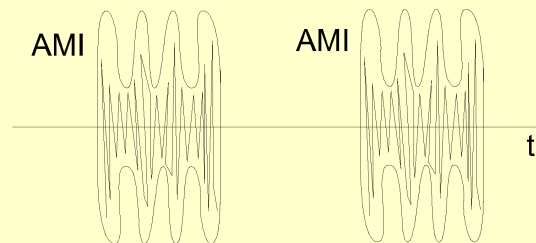
Режим РІ. Кодова інформація міститься у частоті амплітудної модуляції амплітудно-модульованого імпульсу (АМІ) та часовій розстановці двох гладких імпульсів (ГІ). Кількість кодових частот АМІ – 6 ($F_{k2} \div F_{k7}$). Кількість кодових розстановок ГІ – 6 на 5-ти позиціях. Загальна кількість кодів – 36.



Режим РІІІ. Це “розширений” варіант режиму *PI*. До діючої за розкладом кодової комбінації режиму *PI*, яка ще називається загальне пізнавання (ЗП “ОО”), додається ще один гладкий імпульс на одній із двох позицій, який називається “ІНД”. Цей режим дозволяє відрізнити у групі літаків ті літаки, яким присвоєний свій індивідуальний код ІНД1 або ІНД2.

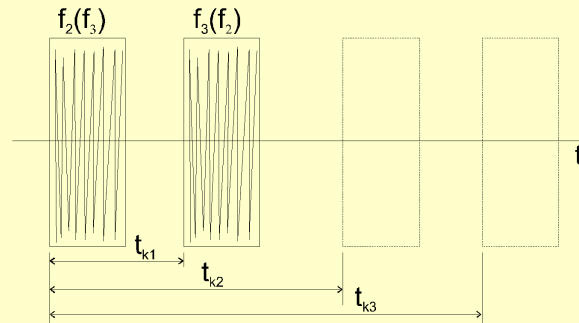


Сигнал “Біда”. Кодова структура являє собою два імпульси АМІ на відстані 6,5мкс один від одного. Кодова частота відповідає діючому коду режиму *PI*.



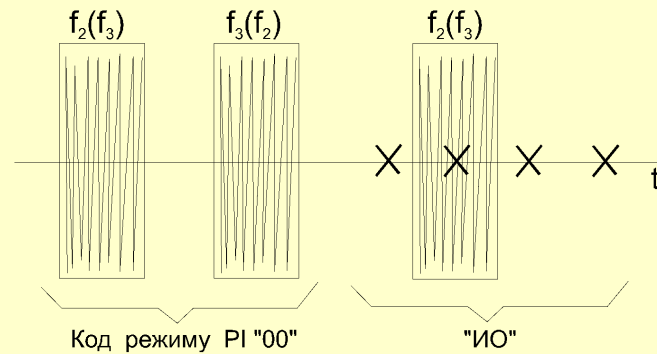
Структура СВ в VII діапазоні.

Режим РІ. Кодова інформація міститься у порядку надходження імпульсів на частотах f_2 і f_3 або f_3 і f_2 та в часовій розстановці між ними (t_{k1} , t_{k2} , t_{k3}). Три часові розстановки та інверсія частот дають 6 кодових комбінацій.

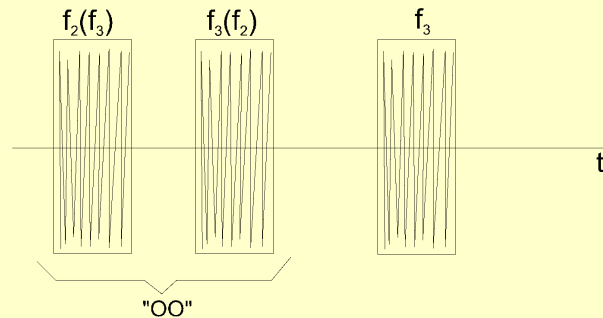


Режим РІІ. Структура сигналів відповіді аналогічна структурі сигналів в режимі РІ. Відміна полягає у тому, що кількість часових розстановок збільшена з трьох до восьми ($t_{k1} \div t_{k8}$). Загальна кількість кодів – 16. Зміна кодів здійснюється за сигналами ознаки коду відповіді (ОКВ1÷ОКВ16 “ПОК1÷ПОК16”), що надходять в кожному такті роботи НРЗ з виробу 912-3. Сигнал відповіді в *Пр VIIд* називається сигналом гарантованого пізнавання (ГП “ГО”).

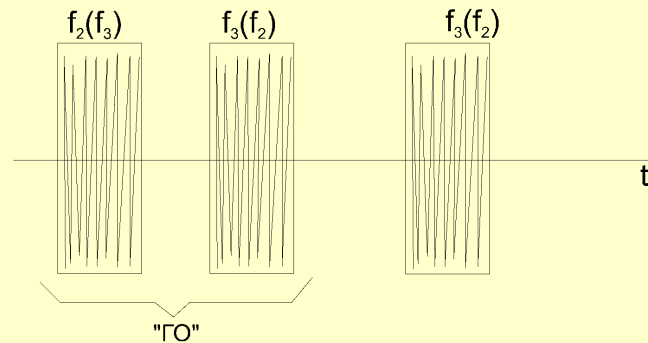
Режим РІІІ. Кодова структура являє собою трьохімпульсний код на двох частотах f_2 та f_3 . Два перші імпульси являють собою діючий код режиму PI ("ОО"). Код індивідуального пізнавання міститься в частоті (f_2 або f_3) та часовому положенні третього імпульсу (ІП "ИО") по відношенню до першого. Для кодів індивідуального пізнавання 1, 2, 3 і 4 імпульс приходить на частоті f_2 , для кодів 5, 6, 7 – на частоті f_3 .



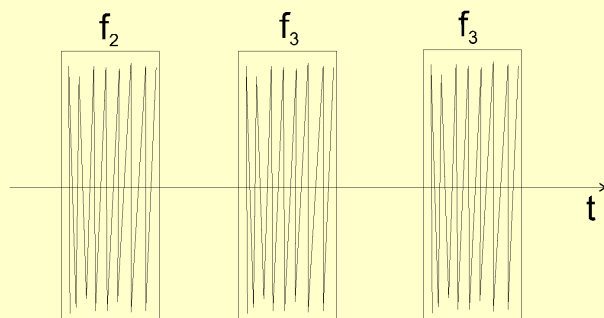
Сигнал “Біда” – реалізується тільки в режимі загального пізнавання (*PI* або *PII*). **“Біда” в режимі *PI*** являє собою діючий код режиму *PI* (ЗП “ОО”), до якого додається на певній фіксованій позиції імпульс на частоті f_3 .



“Біда” в режимі *PII* являє собою діючий в даному такті код відповіді режиму *PII* (ГП “ГО”), доповнений на фіксованій позиції імпульсом на частоті другого імпульсу в структурі “ГО”.



Сигнал “Тривога”. Структура сигналу являє собою трьохімпульсний незмінний код на частотах f_2 та f_3 . Надходить несинхронна з частотою повторення $300\div 600\text{Гц}$.



Імітатор контрольних сигналів у відповідь (КСВ) (бл.801)

Імітатор (блок У0080100) призначений для формування високочастотних контрольних сигналів відповіді (КСВ) на всіх існуючих кодах у всіх режимах III та VII діапазонів, а також спеціальних сигналів “Тривога” , “Біда” та “Удаваний код” (ЛК1, ЛК2).

Контрольні сигнали імітатора є точною копією сигналів, що випромінює літаковий відповідач і виступають в якості тестових сигналів, призначених для перевірки приймальної частини та апаратури обробки НРЗ та якості проходження сигналів до самого індикатора. Крім контрольних сигналів відповіді блок формує спеціальні сигнали “Строб БПА”, “Смещен. IIIд” та “Смещен. VIIд”, які необхідні для управління передавальним та фідерним пристроями.

Технічні характеристики.

1. Межі регулювання високочастотної імпульсної потужності на частотах:

$$f_1 = -119 \div -54 \text{ дБ/Вт};$$

$$f_2, f_3 = -119 \div -48 \text{ дБ/Вт}.$$

2. Тривалість огинаючої вихідних радіоімпульсів на частотах:

$$f_{1AMI} = 3,5 \pm 0,75 \text{ мкс};$$

$$f_{1GI} = 0,7 \pm 0,3 \text{ мкс};$$

$$f_2, f_3 = 0,7 \pm 0,3 \text{ мкс}.$$

3. Рівень шкідливого випромінювання – не більше -105 дБ/Вт .

4. Діапазон частот амплітудно-кової модуляції –

$$2,33 \div 5,67 \text{ МГц}.$$

5. Нестабільність частот f_1, f_2, f_3 – не гірше $\pm 1 \text{ МГц}$.

6. Тривалість імпульсів “Смещен. Шд”, “Смещен. ВШд” – $54 \pm 1,5 \text{ мкс}$. Для $Pr \text{ ВШд}$ – $117 \pm 1,5 \text{ мкс}$.

7. Імпульс управління ШПА:

$$\text{амплітуда: } 150 \pm 30 \text{ В}.$$

$$\text{тривалість } 4 \pm 0,3 \text{ мкс}.$$

Склад блоку.

1. Канал формування КСВ IIIд:

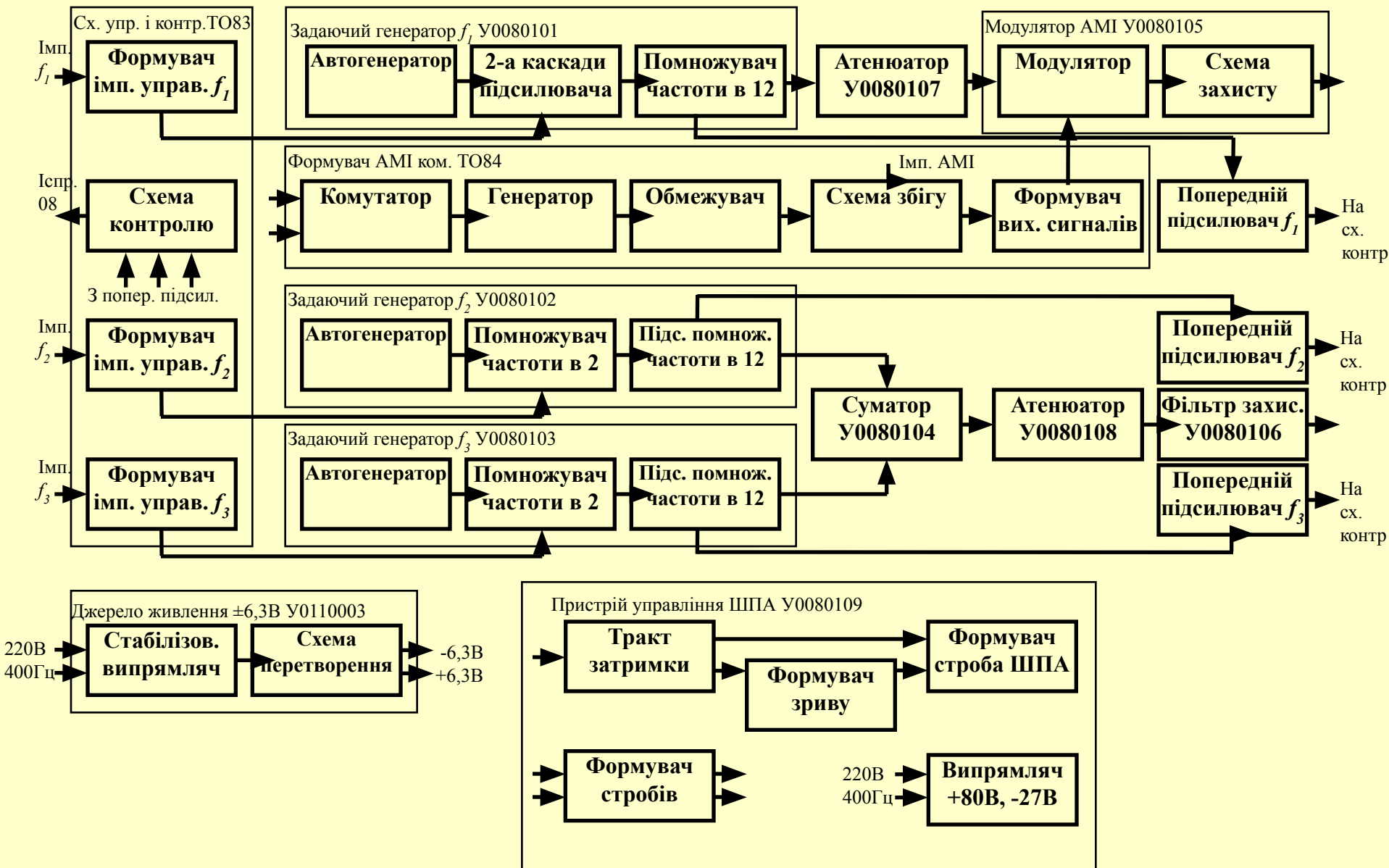
- **формувач АМІ (ком.ТО-84);**
- **задавальний генератор f_1 (с/бУ0080101);**
- **атенюатор (с/бл.У0080107);**
- **модулятор АМІ (с/бУ0080105);**

2. Канал формування КСВ VIIд:

- **задавальний генератор f_2 (с/бУ0080102);**
- **задавальний генератор f_3 (с/бУ0080103);**
- **суматор (с/бУ0080104);**
- **атенюатор (с/бУ0080108);**
- **фільтр захисту (с/бУ0080106);**

3. Схема управління та контролю (ком.ТО-83);

4. Пристрій управління ШПА (с/бУ0080109);



Функціональна схема імітатора сигналів відповіді бл. У0080100

Принцип роботи.

Сигнали на несучих частотах f_1 , f_2 , f_3 формуються за принципом помноження частоти кварцових автогенераторів, що працюють на частотах $f_1/12$, $f_2/24$, $f_3/24$ в безперервному режимі, та стробування наступних каскадів відеоімпульсами, що надійшли з шифратора КСВ.

Робота в III діапазоні.

При встановленні перемикача “Имитатор - Выкл” в положення “Имит.” шифратор КСВ бл.701 в кожному такті роботи НРЗ на певній відстані від “0” дистанції формує контрольний відеосигнал відповіді з часовою структурою, що відповідає діючому коду *III*д. Цей сигнал (f_1 ГИ+АМИ08) надходить до формувача імпульсів управління (ком.ТО-83) де підсилюється і з нього – до задавального генератора f_1 для його запуску.

Задавальний генератор f_1 складається із автогенератора, двох підсилювачів та помножувача частоти на 12.

Кварцовий АГ працює в безперервному режимі та формує незгасаючі гармонійні коливання на частоті $f_1/12$. Короткі радіоімпульси на частоті $f_1/12$ формуються вже на виході першого підсилювача який працює в режимі ключа, при надходженні на нього відеоімпульсів управління з ком.ТО-83. Після додаткового підсилення на другому підсилювачі сигнал надходить до помножувача частоти на 12. З виходу помножувача сигнал на частоті f_1 через смуговий фільтр надходить на атенюатор. Частина його через детектуючий діод подається до ком.ТО-83 для контролю огинаючої.

Атенюатор дозволяє змінювати потужність сигналу на виході блока в межах від -54 до -119дБ/Вт . З атенюатора послаблений сигнал надходить до модулятора АМІ для модуляції амплітуди (огиноючої) радіоімпульсу АМІ кодовою частотою.

На *формуваць АМІ* з ШДП надходить по одній з 6 ліній керуюча постійна напруга ознаки коду відповіді (ОКВ2АМІ÷ОКВ7АМІ) в залежності від встановленого на пульті управління коду АМІ. При цьому до генератора буде підключений один з 6 кварцових резонаторів, які задають кодові частоти амплітудної модуляції. З виходу генератора безперервний радіосигнал на одній з 6 кодових частот після підсилення та обмеження надходить до схеми збігу, на другий вхід якої подається прямокутний імпульс АМІ і $f_1\text{АМІ08}$, що співпадає у часі з відеоімпульсом АМІ і сигналом управління.

При одночасному надходженні цих сигналів схема збігу формує амплітудно-модульований відеоімпульс, який через формувач вихідних сигналів надходить до модулятора АМІ.

Гладкий радіоімпульс на f_1 та сформований амплітудно-модульований відеоімпульс синхронно надходять до модулятора, де огибаюча гладкого радіоімпульсу під впливом відеоімпульсу АМІ модулюється заданою кодовою частотою.

Модулятор АМІ складається із модулятора та схеми захисту. Принцип роботи модулятора полягає у зміні рівня потужності сигналу, що проходить по лінії в залежності від величини імпедансів (комплексних опорів) діодів $D1$ та $D2$, що підключені в лінію модулятора паралельно. Імпеданси діодів керуються напругою амплітудно-модульованих відеоімпульсів, що надходять з формувача АМІ.

Схема захисту захищає модулятор від енергії передавача, що просочується через направлений відгалужувач контролю під час випромінювання. Принцип її дії заснований на зміні рівня потужності сигналу, що проходить по лінії в залежності від імпедансів діодів $D3$ та $D4$, що ввімкнені в лінію паралельно на відстані $\lambda/4$ один від одного.

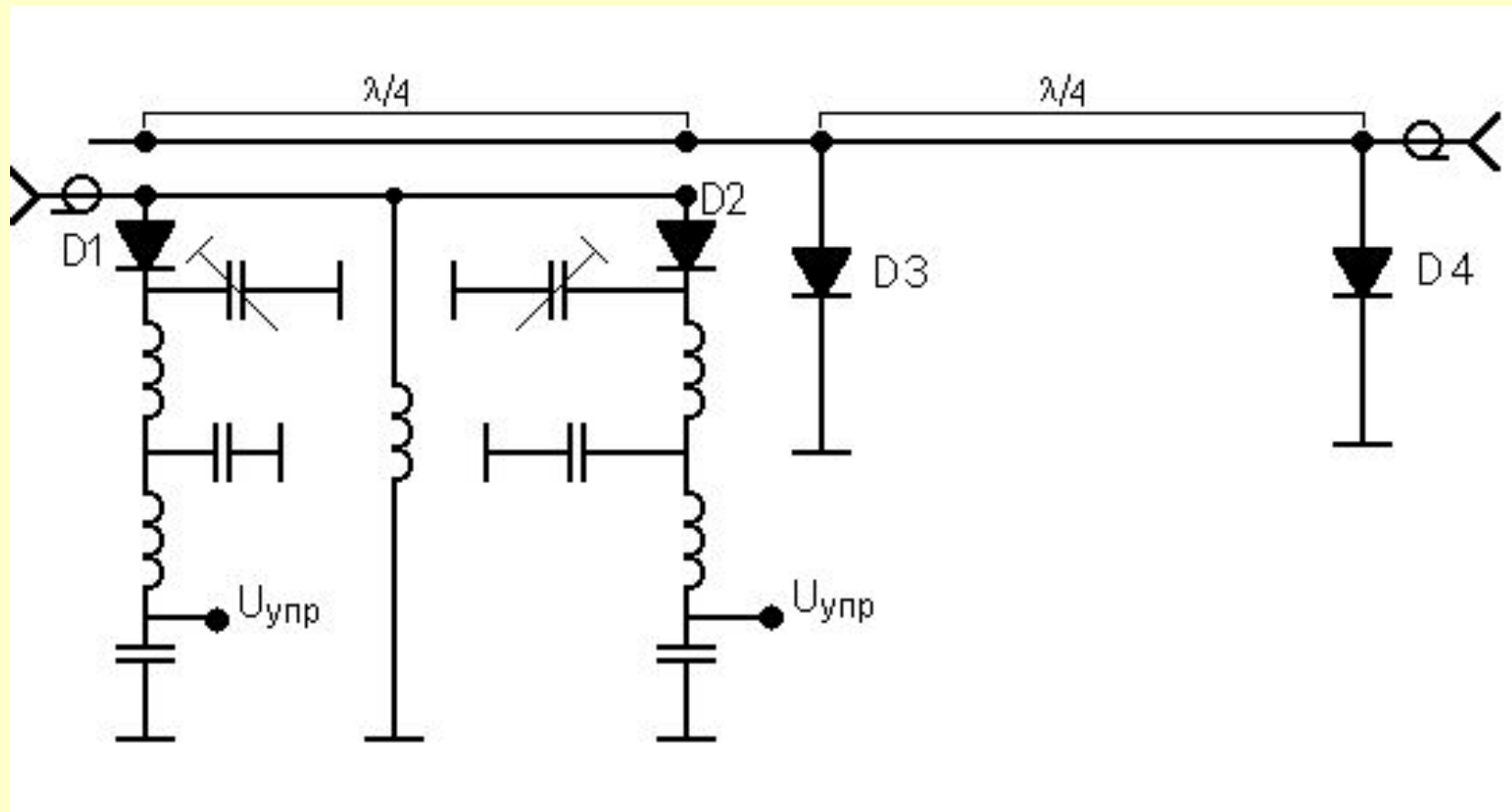


Схема модулятору АМІ та захисту.

Робота в VII діапазоні.

Схеми формування радіоімпульсних сигналів на f_2 та f_3 аналогічні і відрізняються тільки типом застосованого кварцового резонатора. Тому розглянемо роботу на прикладі задавального генератора f_2 .

***Задавальний генератор* складається з АГ, помножувача на 2, підсилювача та помножувача частоти на 12. АГ з кварцовою стабілізацією частоти працює в безперервному режимі і генерує сигнал на частоті $f_2/24$, що надходить на помножувач на 2, який працює в режимі ключа.**

У подвоювачі частота подвоюється і при надходженні імпульсу управління з ком.*ТО-83* формується радіоімпульс на $f_2/12$. Підсилений радіоімпульс надходить до помножувача на 12, з виходу якого радіоімпульс на частоті f_2 через смуговий фільтр подається до *суматора*, на якому поєднуються сигнали на f_2 та f_3 . Одночасно частина сигналу через детектуючий діод *ДЗ* відгалужується на ком.*ТО-83* для контролю огибаючої. З виходу суматора поєднаний сигнал на f_2 і f_3 через атенюатор та фільтр захисту подається до фідерного пристрою (бл.204). *Атенюатор* дозволяє послабити сигнал на виході в межах від -48 до -119 дБ/Вт. *Фільтр захисту* захищає напівпровідникові елементи каналу від потужних сигналів передавача, що просочуються на вихід блоку під час випромінювання.

Пристрій управління ШПА.

Пристрій формує строби ШПА, що керують роботою швидкодіючого перемикача антени, а також строби “Смещ. ІІд” та “Смещ. VІІд” для комутації основних та додаткових антен з режиму прийому в режим передачі та навпаки.

Керуючий сигнал “ЗАП. ПБЛ” з блоку ШДПр (бл.701) надходить одночасно до лінії затримки та схеми збігу, які забезпечують необхідну крутизну переднього фронту стробу ШПА. Далі сигнал підсилюється за потужністю у вихідному каскаді з трансформаторним виходом (Т8) і подається до бл.204, де керує ШПА.

Схема контролю забезпечує постійний автоматичний контроль наявності стробу ШПА в *VII* з індикацією на світлодіоді бл.801 і видачею сигналу “Испр. ПБЛ” на місцевий пульт управління бл.У0070100. Світлодіод “Неиспр. ПБЛ” бл.801 загорається в наступних випадках:

- при відсутності імпульсу “Л Зап.” На вході пристрою управління ШПА;**
- при відсутності строба ШПА на виході пристрою управління ШПА;**
- при відсутності сигналу включення *VII* діапазону (сигнал несправності на місцевий пульт управління бл.У0070100 не подається);**
- при наявності розриву цепі (холостого ходу) в навантаженні по сигналу строб ШПА.**

В *III* при відсутності стробу ШПА світлодіод “Неиспр. ПБЛ” повинен горіти.

Строби комутації антен з режиму “Прийому” в режим “Передачі” “ЛІІд 02” та “Л VІІд 02” надходять до с/б У0080109 для підсилення за потужністю. З виходів підсилювачів строби комутації надходять до бл.204 на перемикачі “Прийом-Передача” та до модулятора передавача, дозволяючи його роботу.

Робота схеми контролю.

Принцип роботи схеми контролю полягає в перетворенні контрольних відеоімпульсів, що надходять із задавальних генераторів f_1 , f_2 та f_3 в постійну напругу для формування сигналу справності бл.801 та засвітлення світлодіода “Неиспр. 0801” у разі зникнення сигналу хоча б з одного ЗГ. Схема розташована в ком.ТО-83.

Обробка контрольних сигналів, що надходять з ЗГ f_1 , f_2 та f_3 , здійснюється однаково. Розглянемо роботу на прикладі обробки сигналу f_1 .

КСВ у вигляді продетектованих радіоімпульсів на f_1 підсилюються та нормуються по амплітуді за рівнем “ЛОГ 1”. Схема “І” порівнює сигнали на вході та на виході ЗГ. Тригер встановлюється в одиничне положення контрольним сигналом після схеми “І” і може залишатись в ньому як завгодно довго. При цьому на місцевий пульт управління бл.701 надходить сигнал “Испр. 08”, а світлодіод на передній панелі бл.801 не світиться. Періодично формувач імпульсів скиду, що зібраний на мультівібраторі, встановлює тригер в нульове положення, але перший же контрольний сигнал знову встановлює його в одиничне положення. У разі зникнення контрольних сигналів тригер залишається в нульовому положенні. При цьому засвічується світлодіод “Неиспр. 0801” та зникає сигнал “Испр. 08”, що надходить до місцевого пульта управління. Накопичувач потрібний для згладжування псевдостійкого сигналу, що надходить з тригерів.

При вимкненому імітаторі сигнал “+5В ИМИТ. ВЫКЛ” практично блокує роботу схеми контролю. При цьому світлодіод “Неиспр. 0801” не світиться, а на бл.701 постійно надходить сигнал “Испр. 08”.

Схема контролю формує сигнал справності в наступних випадках:

- з ЗГ f_1 надходить КСВ, подані сигнали включення імітатору і $III\delta$, на вході імітатору є сигнал “ f_1 ГИ+АМИ08”;
- з ЗГ f_2 та f_3 надходить КСВ, подані сигнали включення імітатору і $VII\delta$, на вході імітатору є сигнали f_2 та f_3 .

При включеному імітаторі і відсутності хоч одного з вище згаданих сигналів схема контролю формує сигнал несправності.