

ФАКУЛЬТЕТ “АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ’ЯЗКУ”

Кафедра “Автоматика та комп’ютерне телекерування рухом поїздів”

**ПРИЙМАЛЬНІ ЛОКОМОТИВНІ ПРИСТРОЇ
АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання лабораторних робіт з дисципліни
“СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ НА ПЕРЕГОНАХ”**

Харків – 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку
на засіданні кафедри „Автоматика та комп’ютерне телекерування

рухом поїздів” 06 вересня 2011 р., протокол № 1.

Описано методику вивчення та аналізу принципів побудови та дії приймальних локомотивних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації. Наведено технічні характеристики, принципові схеми та основні принципи функціонування у системах автоматичної локомотивної сигналізації.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 092507 “Автоматика та автоматизація на транспорті” усіх форм навчання, що вивчають курс “Системи автоматики на перегонах”.

Укладачі:

доц. С.В. Кошевий,
старші викладачі О.А. Абакумов,
М.В. Ушаков

Рецензент

проф. М.М. Бабаєв

ПРИЙМАЛЬНІ ЛОКОМОТИВНІ ПРИСТРОЇ
АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
“СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ НА ПЕРЕГОНАХ”

Відповідальний за випуск Абакумов О.А.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 19.10.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

ФАКУЛЬТЕТ “АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ’ЯЗКУ”
Кафедра “Автоматика та комп’ютерне телекерування рухом поїздів”

**ПРИЙМАЛЬНІ ЛОКОМОТИВНІ ПРИСТРОЇ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ
СИГНАЛІЗАЦІЇ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання лабораторних робіт з дисципліни
“СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ НА ПЕРЕГОНАХ”**

Харків 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри „Автоматика та комп’ютерне телекерування рухом поїздів” 06 вересня 2011 р., протокол № 1.

Описано методику вивчення та аналізу принципів побудови та дії приймальних локомотивних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації. Наведено технічні характеристики, принципові схеми та основні принципи функціонування у системах автоматичної локомотивної сигналізації.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 092507 “Автоматика та автоматизація на транспорті” усіх форм навчання, що вивчають курс “Системи автоматики на перегонах”.

Укладачі:

доц. С.В. Кошевий,
старші викладачі О.А. Абакумов,
М.В. Ушаков

Рецензент

проф. М.М. Бабаєв

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лабораторна робота 1 ЛОКОМОТИВНІ ПРИСТРОЇ АЛСН: ПРИЙМАЛЬНІ КОТУШКИ, ФІЛЬТР ФЛ-25/75М	5
Лабораторна робота 2 ЛОКОМОТИВНІ ПРИСТРОЇ АЛСН: ПІДСИЛЮВАЧ ЛОКОМОТИВНИЙ УК-25/50М-Д.....	28
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	49

ВСТУП

До початку занять у лабораторії студент повинний ознайомитися з цими методичними вказівками, а також опрацювати відповідні розділи теоретичного курсу за підручниками, конспектами лекцій і рекомендованою літературою.

1 Зошити з таблицями, формулами й іншими матеріалами, що полегшують запис результатів досліджень, повинні бути підготовлені заздалегідь. Елементи, які необхідно вносити до звіту, зазначені стосовно кожної роботи окремо у розділі "Зміст звіту" цих методичних вказівок.

2 До виконання чергової роботи допускаються студенти, які подали звіт про попередні лабораторні роботи. Перевірка знань студентів здійснюється побригадно й індивідуально. Студенти, що не допущені до виконання двох лабораторних робіт, до наступних занять допускаються тільки з дозволу деканату.

3 Результати виконаної роботи необхідно показати викладачу і тільки після його схвалення робота вважається виконаною.

4 Лабораторні заняття, що пропущені з поважної причини, відпрацьовуються за графіком, який затверджує завідувач кафедри.

Лабораторна робота 1

ЛОКОМОТИВНІ ПРИСТРОЇ АЛСН: ПРИЙМАЛЬНІ КОТУШКИ, ФІЛЬТР-25/75М

1.1 Мета роботи

1 Вивчення конструкції приймальних котушок (ПК), електричної схеми та функціонування фільтра локомотивного ФЛ-25/75М (ФЛ).

2 Дослідження ефективності функціонування ФЛ за записами сигналів числового коду автоматичної локомотивної сигналізації неперервної дії (АЛСН), отриманих на залізничних дільницях з різним родом локомотивної тяги (автономна, електротяга постійного та змінного струмів) в умовах наявності електромагнітних завад та інших дестабілізуючих чинників, що сприяли спотворенню параметрів числового коду АЛСН.

1.2 Загальні положення

Передавання сигналів числового коду з колії на локомотив в системі АЛСН можна розглядати як трансляцію інформації від одного єдиного джерела – вихідного, живильного кінця рейкового кола (РК), що кодується, до одного єдиного приймача – пристроїв АЛСН на локомотиві, який знаходиться на цьому РК.

Процес передавання сигнальної інформації з використанням індуктивного каналу зв'язку між колійними та локомотивними пристроями АЛСН практично завжди підвладний помилкам внаслідок завад, що вносяться фізичними умовами, при яких протікає цей процес. Виниклі з різних причин, як природних, так і штучних, ці завади завжди обмежують досяжну точність передавання та приймання, справляючи негативний вплив на безпеку руху поїздів.

Тракт приймання та оброблення сигналів числового коду в

локомотивних пристроях АЛСН має такі конструктивні складові (рисунок 1.1): ФЛ – фільтр локомотивний, до складу якого входять дві з'єднані між собою послідовно зустрічно приймальні котушки (ПК1, ПК2); УК – підсилювач локомотивний з імпульсним реле (ИР) на виході; ДШ – релейний дешифратор числового коду; ЛС – локомотивний світлофор.

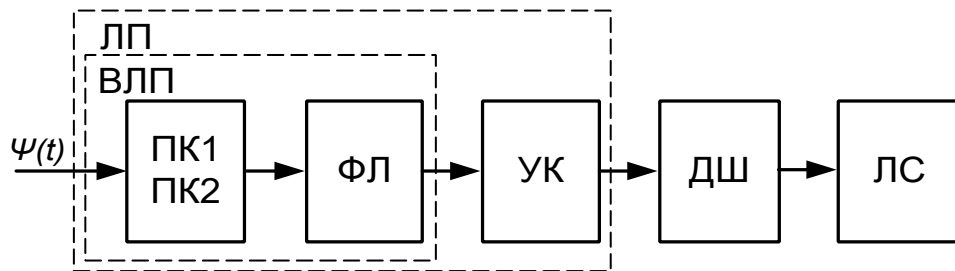


Рисунок 1.1 – Структурна схема локомотивних пристроїв АЛСН

Вхідний локомотивний пристрій АЛСН (ВЛП) складається із локомотивних приймальних котушок та локомотивного фільтра. ПК, ФЛ та УК складають локомотивний приймач (ЛП), що здійснює приймання, підсилення та перетворення амплітудно-маніпульованого сигналу у кодові імпульсні посилення постійного струму. Ці імпульси далі подаються на вхід дешифратора АЛСН для обробки інформаційного повідомлення, що передається.

ЛП із імпульсним реле на виході має релейні властивості (аналоговий вхід і дискретний вихід), в силу чого він реагує на сигнал (струм) у рейках вище певного рівня.

Наведені складові тракту приймання та попереднього оброблення сигналів числового коду відіграють відповідну роль в загальному показнику заводозахищеності пристроїв АЛСН на локомотиві.

1.3 Конструкція та технічні характеристики локомотивних приймальних котушок

Односторонній індуктивний зв'язок рейок, як провідників, по яких протікає струм локомотивної сигналізації, з приймальними

пристроями АЛСН здійснюється за допомогою ПК (рисунок 1.2).

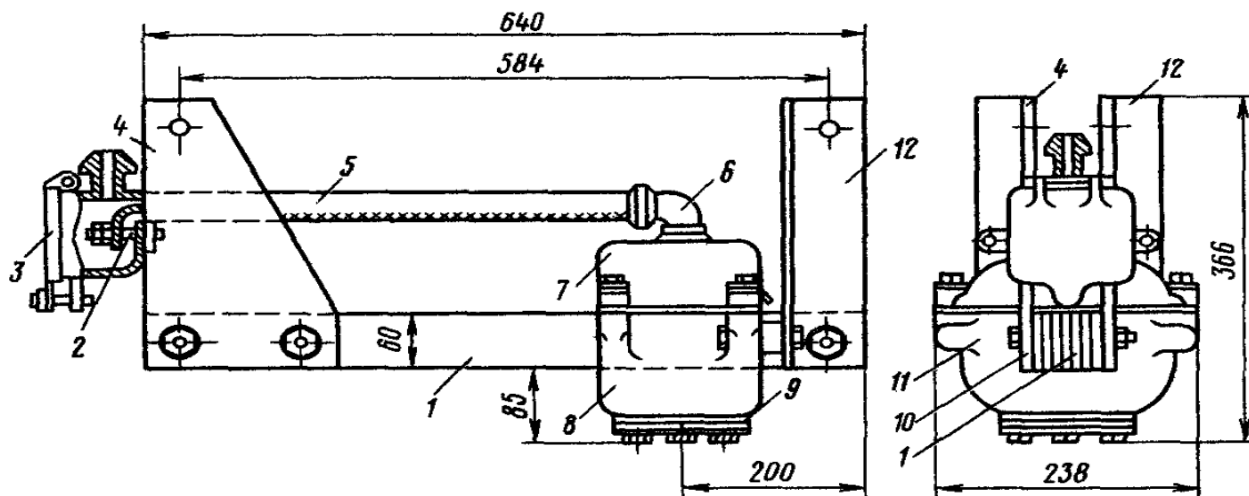


Рисунок 1.2 – Конструкція локомотивної приймальної котушки

Феромагнітне розімкнене осердя 1, що згущує магнітний потік, який утворюється струмом в рейках, набране з листів трансформаторної сталі марки Э42 товщиною 0,35 – 0,4 мм, ізолюваних один від одного покриттям краскою. Це зменшує втрати в осерді від вихрових струмів. Листи осердя 1 стиснуті з боків двома сталевими поздовжніми щоками 10 за допомогою наскрізних болтів, які електрично ізолювані від осердя 1 та поздовжніх щік 10.

Обмотка ПК має 3125 витків мідного проводу марки ПЭТВ діаметром 0,41 – 0,51 мм і знаходиться у алюмінієвому захисному кожуху, що розділений на верхню 7 та нижню 8 частини, ізолювані одна від одної резиновою прокладкою і стягнуті між собою болтами 11, які також ізолювані від верхньої частини кожуха 7 ізолюваними втулками та шайбами. Це запобігає утворенню із захисного кожуха 7, 8 короткозамкненого витка, що екранував би обмотку ПК від дії магнітного потоку. Обмотка у кожуху залита ізолюючим компаундом з трансформаторного масла та бітуму (через отвір у нижній частині, що закритий фланцем 9). Виводи від обмотки виконані гнучким проводом ($\varnothing 1,4 \text{ мм}^2$) і виведені назовні через штуцер кожуха 6 та шланг з резинотканини 5.

ПК випускаються у кількох варіантах виконання: за призначенням (для роботи у відповідних системах АЛСН – числового коду або будь-якій багатозначній АЛС із швидкістю руху

поїздів до 200 км/год); конструкцією виконання (залежно від роду локомотивної тяги); електричними параметрами (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики різних типів ПК

Тип ПК	Призначення	Індуктивність, Гн	Опір постійному струму, Ом	Добротність, не менше	Наведена ЕРС, мВ, не менше *)			Вага, кг
					50 Гц	175 Гц	325 Гц	
КПУ-1	ПК одиночна. Робота в АЛСН числового коду та багатозначній АЛС	6,7 – 7,5 (f = 100 Гц)	100 – 120	5,0	83	260	520	10
КПУ-2	ПК спарена. Робота в АЛСН числового коду та багатозначній АЛС				75	200	410	20
ПЭ	ПК електровозна. Робота в АЛСН числового коду	7,1 ± 0,35 (f = 50 Гц)	105 – 165	3,5	0,75	-	-	40
ПТ	ПК тепловозна. Робота в АЛСН числового коду	6,0 ± 0,25 (f = 50 Гц)		4,8	0,65	-	-	27

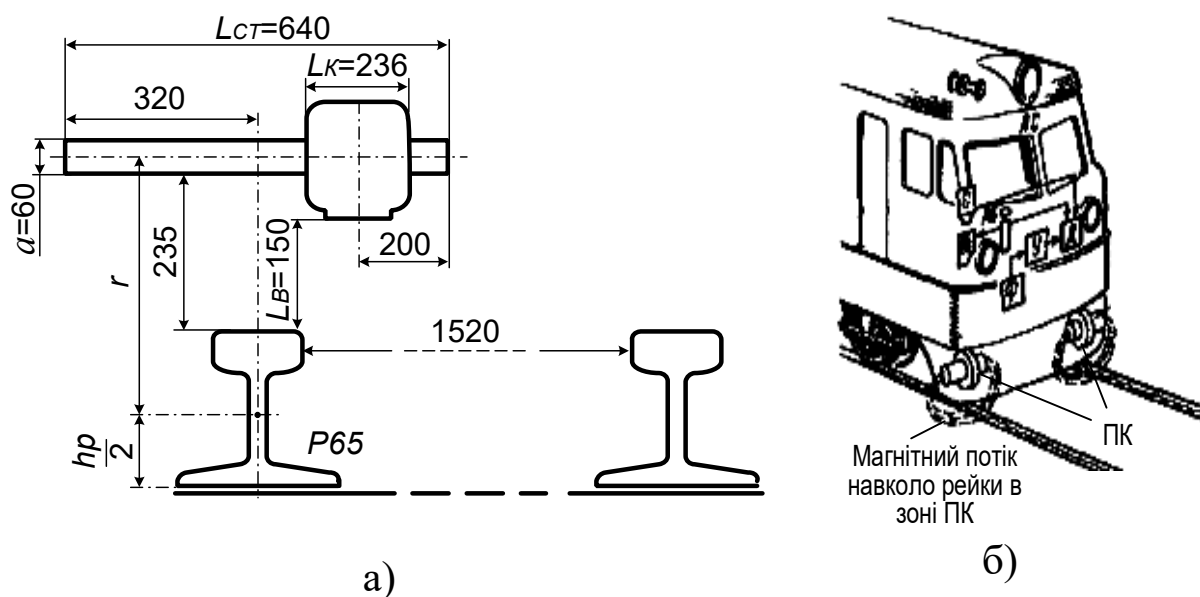
*) Наведена ЕРС в ПК (підвішена на висоті 150 мм від нижньої грані ПК до верхньої грані головки рейки) зі струмом в рейках: для КПУ – 1 А; ПЭ, ПТ – 10 А

Електровозні котушки типу ПЭ (вони ж використовуються для моторвагонного рухомого складу та паровозів) мають гарнітуру з косинок 4 та косинців 12 для підвішування ПК на рамі локомотива та клемну коробку 3 з двоштирною клемою 2, яка кріпиться на косинку 4. Тепловозні ПК не мають косинок та косинців і закріплюються безпосередньо на колісочищувачі.

ПК підвішуються перед першою колісною парою локомотива, електро- та дизель-поїзда і повинні розміщуватися так, щоб на прямій ділянці колії середина осердя знаходилася над віссю ходової рейки, а нижня частина обрису котушки була вище рівня головки

рейки на 175 ± 5 мм (рисунок 1.3). Однак внаслідок прокату бандажів коліс локомотива висота підвісу ПК над рейками зменшується.

Для нормальної роботи АЛСН та забезпечення вимог габариту рухомого складу Т висота підвісу L_B котушок повинна бути у межах 100 – 180 мм. ПК на електровозах підвішуються не ближче ніж 1500 мм від першої колісної пари, крім того необхідно враховувати, що на кривих ділянках колії вісь осердя не повинна зміщатися відносно ходової рейки більше ніж на 200 мм.



а) над рейкою; б) на локомотиві

Рисунок 1.3 – Розміщення ПК

Використання довгого осердя (640 мм) дозволяє отримати достатнє значення взаємної індуктивності між рейками та ПК, що також зменшує залежності індукованої ЕРС в ПК при вертикальних та горизонтальних суміщеннях ПК відносно рейки під час руху поїзда.

З іншого боку, здовження осердя спричинило збільшення ваги ПК та витрат трансформаторної сталі.

Частина магнітного потоку замикається навколо рейки у повітряному проміжку між рейкою та осердям і, не перетинаючи вітки котушки, не бере участі у наведенні ЕРС.

Наведена ЕРС залежить від конструктивних особливостей ПК.

За довжиною осердя L_{CT} магнітний потік різний. При більшій ширині пакета осердя захоплює більшу частину потоку рейки, тому ЕРС, що наводиться в ПК, зростає. У меншому ступені на зростання ЕРС впливає висота осердя a . Зростає ЕРС також із збільшенням довжини осердя до визначених розмірів.

У зв'язку із нерівномірним розподілом потоку по довжині осердя L_{CT} наведена ЕРС залежить від довжини котушки L_K і місця її розміщення на осерді, причому найбільшого значення ЕРС набуває при розміщенні котушки в центрі осердя.

Значно впливає на ЕРС положення осердя ПК відносно рейки. При меншому зазорі між центром осердя ПК та віссю струму в рейках ЕРС зростає внаслідок більшого охопту осердям магнітного потоку. При зміщенні центру осердя від осі рейки ЕРС в ПК зменшується, і тим помітніше, чим менше довжина осердя.

Відстань між осердям ПК та рейкою у процесі експлуатації локомотива не залишається постійною унаслідок зношення бандажів колісних пар та їхнього проточування при ремонті рухомого складу. При русі локомотива по кривих ділянках колії центр осердя ПК зміщується відносно осі рейки, що також впливає на величину ЕРС, індукованої в ПК. Загалом фактори, що визначають значення магнітного потоку в осерді ПК, важко піддаються точному обліку.

Наближено ЕРС E_1 в одній ПК з довжиною осердя L_{CT} , площею поперечного перерізу S і кількістю витків w може бути визначено за такими рівняннями [2]:

$$H_{CT} = \frac{0,2 \cdot I \cdot \sqrt{2}}{r}; \quad m = \frac{\frac{L_{CT}}{d}}{2,72 \cdot \lg\left(\frac{L_{CT}}{d}\right) - 0,69};$$

$$B_{CT} = \frac{m \cdot \mu}{m + \mu - 1} \cdot H_{CT}; \quad E_1 = 4,44 \cdot f \cdot w \cdot B_{CT} \cdot S \cdot 10^{-3}. \quad (1.1)$$

де H_{CT} – амплітуда напруженості магнітного поля в центрі осердя ПК, розмішеній над рейкою, А/м;

I – ефективне значення струму в рейці, А;

r – відстань від центру осердя до осі струму в рейці, мм;

m – емпіричний коефіцієнт, що враховує зв'язок між індукцією та напруженістю магнітного поля в розімкненому осерді циліндричної форми з довжиною L_{CT} та еквівалентним

діаметром $d = \sqrt{4 \cdot S / \pi}$ для перерізу з площею S , що відрізняється від кола за умови $6 < L_{CT} / d < 37$;

B_{CT} – індукція магнітного поля в осерді, обчислюється при відносному проникненні сталі μ та формі осердя, яка враховується коефіцієнтом m , Тл.

f – частота сигнального струму в рейках, Гц;

w – кількість витків обмотки ПК.

Оскільки у дійсності розподілення магнітної індукції B_{CT} по перерізу осердя значно відрізняється від рівномірного, тому обчислена за наведеними вище формулами індукція є наближеною. Це також пояснюється тим, що саме зовнішнє магнітне поле не є однорідним.

Для точного визначення ЕРС в ПК використовують експериментальні криві взаємної індуктивності M_{PP} (між рейками та ПК з визначеними конструктивними розмірами), які враховують положення ПК відносно рейки. Дві ПК, що розміщені над різними рейками, з'єднуються послідовно зустрічно. Тоді за рахунок того, що струм у одній рейці протікає в одному напрямі, а у другій рейці – у зворотному напрямі, сумарна ЕРС, що наводиться в обох ПК струмом I_k частотою f ,

$$\dot{E} = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot (M_{1PP} + M_{2PP}) \cdot \dot{I}_k \quad (1.2)$$

При зміщенні центрів осердя обох ПК в кривих ділянках колії або коливаннях кузова локомотива під час руху одна з ПК віддаляється від осі «своєї» рейки, а друга ПК до осі «своєї» рейки наближається (рисунки 1.3 а – котушка зміщена відносно осі рейки у бік міжколійя). В результаті сумарна ЕРС ($E_1 + E_2$) практично не змінюється.

В схемі заміщення ПК (рисунки 1.4) послідовно з джерелом ЕРС – E_1 та E_2 , що є наведеними в ПК1 та ПК2 від дії магнітного поля, утвореного сигнальним струмом в рейках, включено котушки індуктивності з параметрами L_{K1} , R_{K1} , L_{K2} , R_{K2} – відповідно індуктивність та активний опір ПК1 та ПК2.

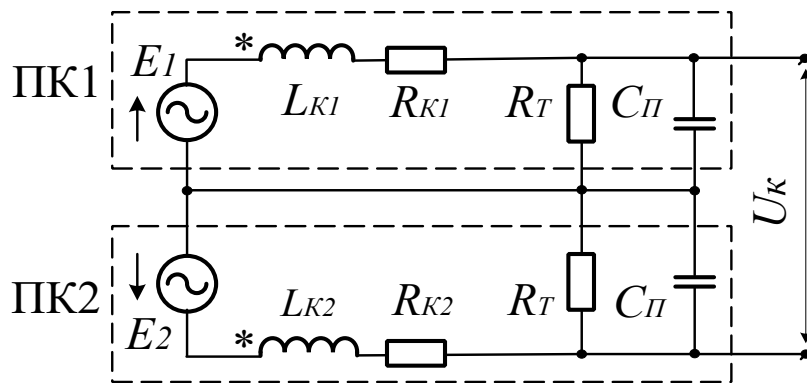


Рисунок 1.4 – Еквівалентна схема заміщення локомотивних ПК

Паралельно схемі заміщення кожної обмотки ПК включено R_T та C_{II} – відповідно активні втрати в металевих частинах кріплення і кожуха ПК від вихрового струму та паразитна ємність між витками обмоток. Сумарна напруга U_K від ЕРС E_1 та E_2 , що наведені у двох ПК, подається на вхід локомотивного фільтра ФЛ-25/75М або на вхід підсилювача УК-25/50М-Д відповідно до частоти сигнального струму АЛСН 25 або 50 Гц.

1.4 Конструкція, схема електрична принципова та принцип роботи фільтра локомотивного ФЛ-25/75М

ПК при прийманні сигналів числового коду знаходяться ще й під впливом сторонніх електромагнітних завад, що мають більш високі й більш низькі частоти, ніж частота інформаційних сигналів АЛСН. У зв'язку з цим необхідне електричне відокремлення інформаційних сигналів АЛСН від завад, для чого використовується електричний фільтр.

На ділянках з електро- або автономною тягою, з кодовими РК 25 або 75 Гц, використовується локомотивний фільтр ФЛ-25/75М (рисунок 1.5) – двосмуговий ланцюжковий пасивний LC фільтр типу «к» з Т-подібною схемою заміщення (електрична принципова схема (рисунок 1.6)).

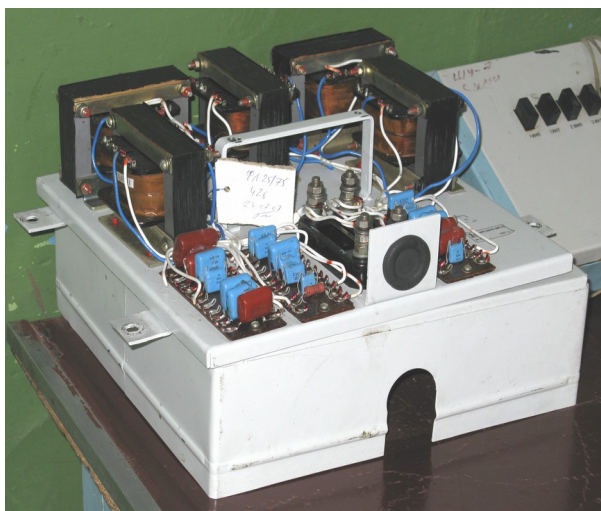


Рисунок 1.5 – Фільтр
ФЛ-25/75М

Смуга пропускання ФЛ на рівні 0,7 відносно центральної частоти 25 Гц складає 10...14 Гц, коефіцієнт передавання $K_{\Pi} = 0,36$, а відносно центральної частоти 75 Гц – 20...25 Гц, $K_{\Pi} = 0,12$. Фільтр ослаблює коливання частотою 50 Гц в 1000 разів, 100 Гц – в 40 разів, 150 Гц – в 500 разів. Подавляючи й відсіюючи широкий спектр завад, ФЛ в процесі виділення сигналу числового коду є важливою ланкою в приймальних пристроях АЛСН.

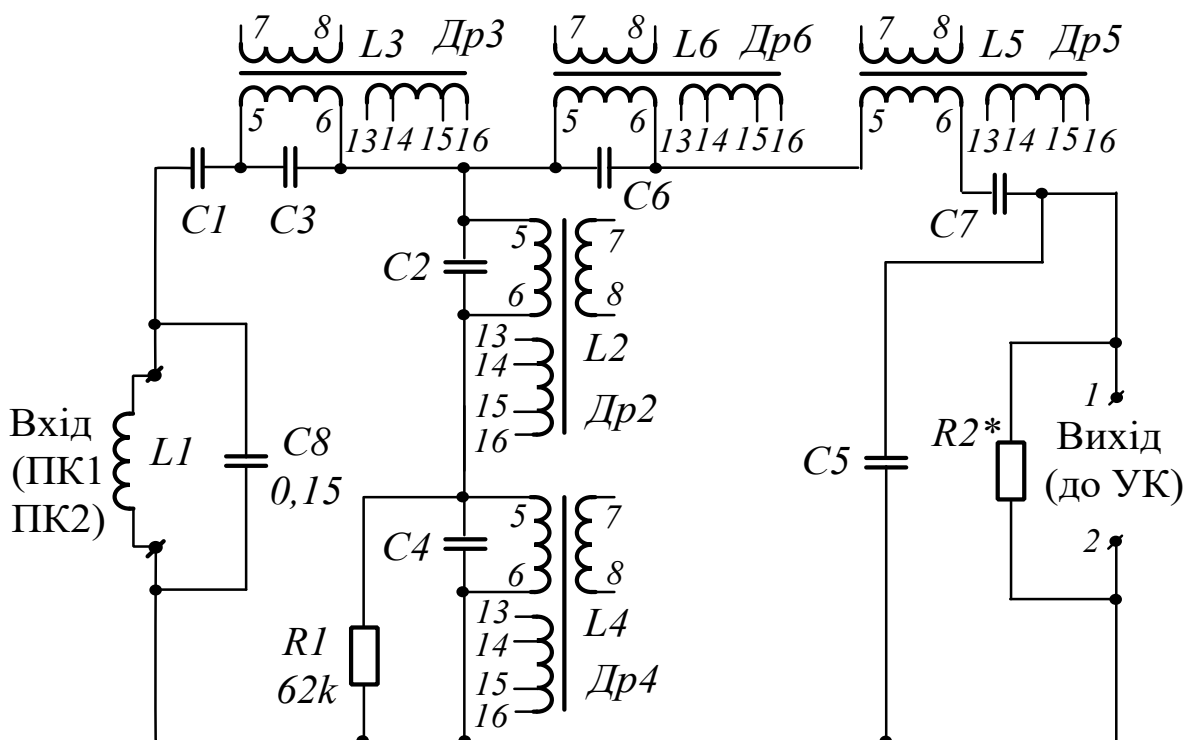


Рисунок 1.6 – Схема електрична принципова фільтра
ФЛ-25/75М

В фільтрі використовуються послідовні та паралельні резонансні контури з дроселів L_i та конденсаторів C_i (реактивні

двополюсники), що налаштовані на різні частоти резонансу напруг послідовних контурів та антирезонансу (резонансу струмів) паралельних контурів. Т-подібна схема заміщення ФЛ має два поздовжніх (послідовних) плеча, кожне з них утворене послідовним та паралельним контурами, між якими включено поперечне (паралельне) плече, що утворене двома паралельними контурами.

Поздовжнє (послідовне) плече з боку входу фільтра містить:

- послідовний контур з ПК та конденсатором $C1$ з резонансом на частоті 37,5 Гц (опір $Z1$ на рисунку 1.7,а);
- паралельний контур $Dr3-C3$ з антирезонансом на частоті 50 Гц (опір $Z3$ на рисунку 1.7,а).

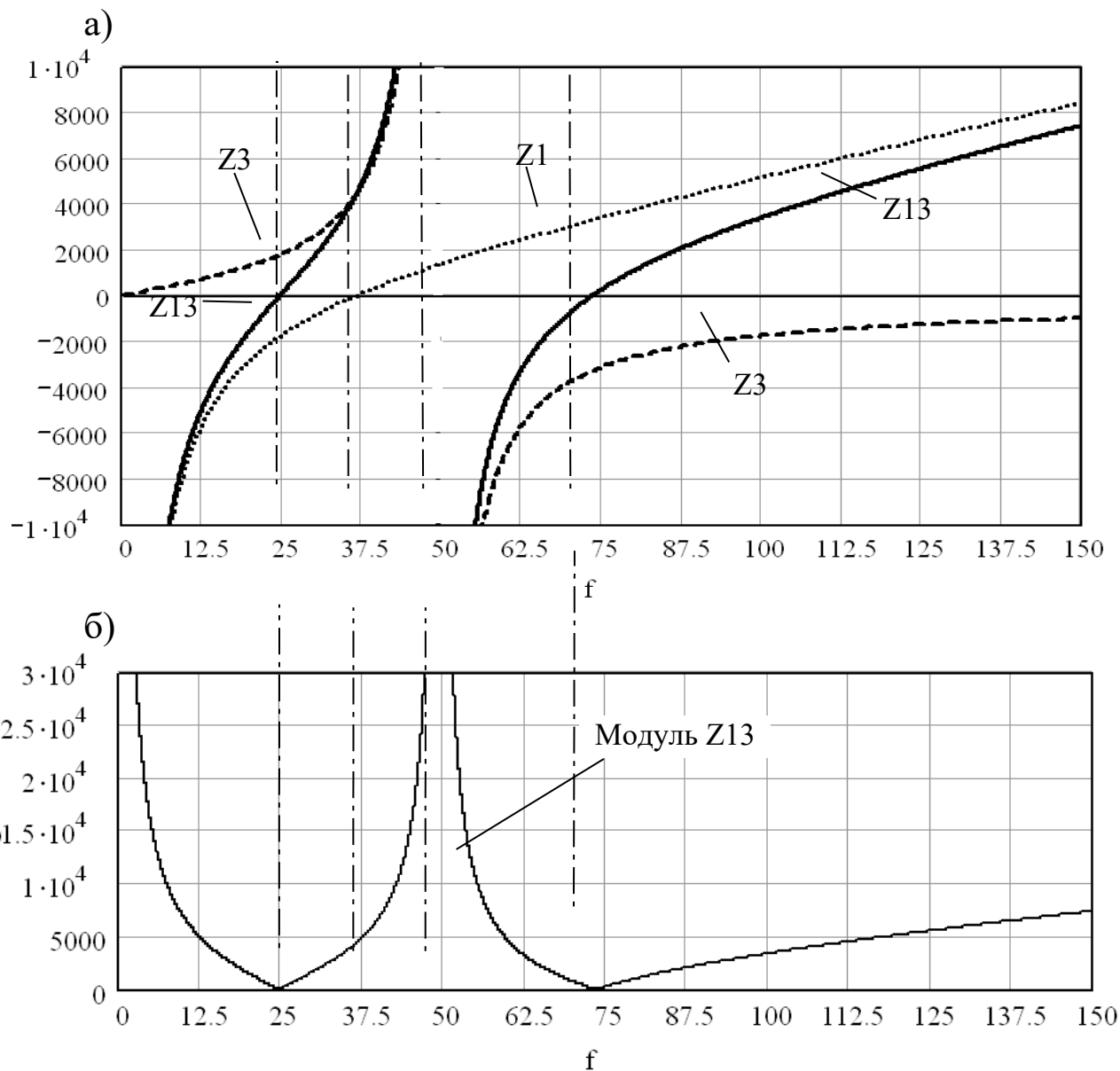
Вихідне поздовжнє плече утворене:

- паралельним контуром $Dr6-C6$ (частота антирезонансу 50 Гц);
- послідовним контуром з дроселем $Dr5$ і з'єднаними послідовно конденсаторами $C5, C7$ (частота резонансу 37,5 Гц).

Частотна характеристика опору вхідного послідовного плеча ФЛ (залежність опорів поздовжніх пліч з боку входу ФЛ та на його виході) носить однаковий характер і визначається частотною залежністю опорів послідовного ($L1-C1, L5-C5, C7$) та паралельного ($L3-C3, L6-C6$) контурів. На рисунку 1.7 $Z1$ та $Z3$ – опори відповідно послідовного ($L1-C1$) та паралельного ($L3-C3$) контурів як функції частоти. Як видно з рисунка 1.7, загальний опір поздовжнього плеча $Z13$, як сума опорів послідовно з'єднаних $Z1$ та $Z3$, змінюється залежно від частоти, має мінімальні значення на частотах 25 та 75 Гц. На частоті 50 Гц та у смузі частот $f \rightarrow 0$ та $f \rightarrow \infty$ загальний опір поздовжнього плеча фільтра $Z13 \rightarrow \infty$.

Поперечне (паралельне) плече ФЛ утворено двома послідовно з'єднаними паралельними контурами $L2-C2$ та $L4-C4$, які мають антирезонанс відповідно на частотах 25 та 75 Гц. Залежність опору поперечного плеча ФЛ, від частоти наведено на рисунку 1.8, де $Z2$ та $Z4$ – опори паралельних контурів відповідно $L2-C2, L4-C4$. Загальний опір поперечного плеча $Z24$, як сума опорів цих двох

паралельних контурів на частоті 50 Гц та у смузі частот $f \rightarrow 0$ та $f \rightarrow \infty$, сягає до нуля, а на частотах 25 та 75 Гц $Z_{24} \rightarrow \infty$.

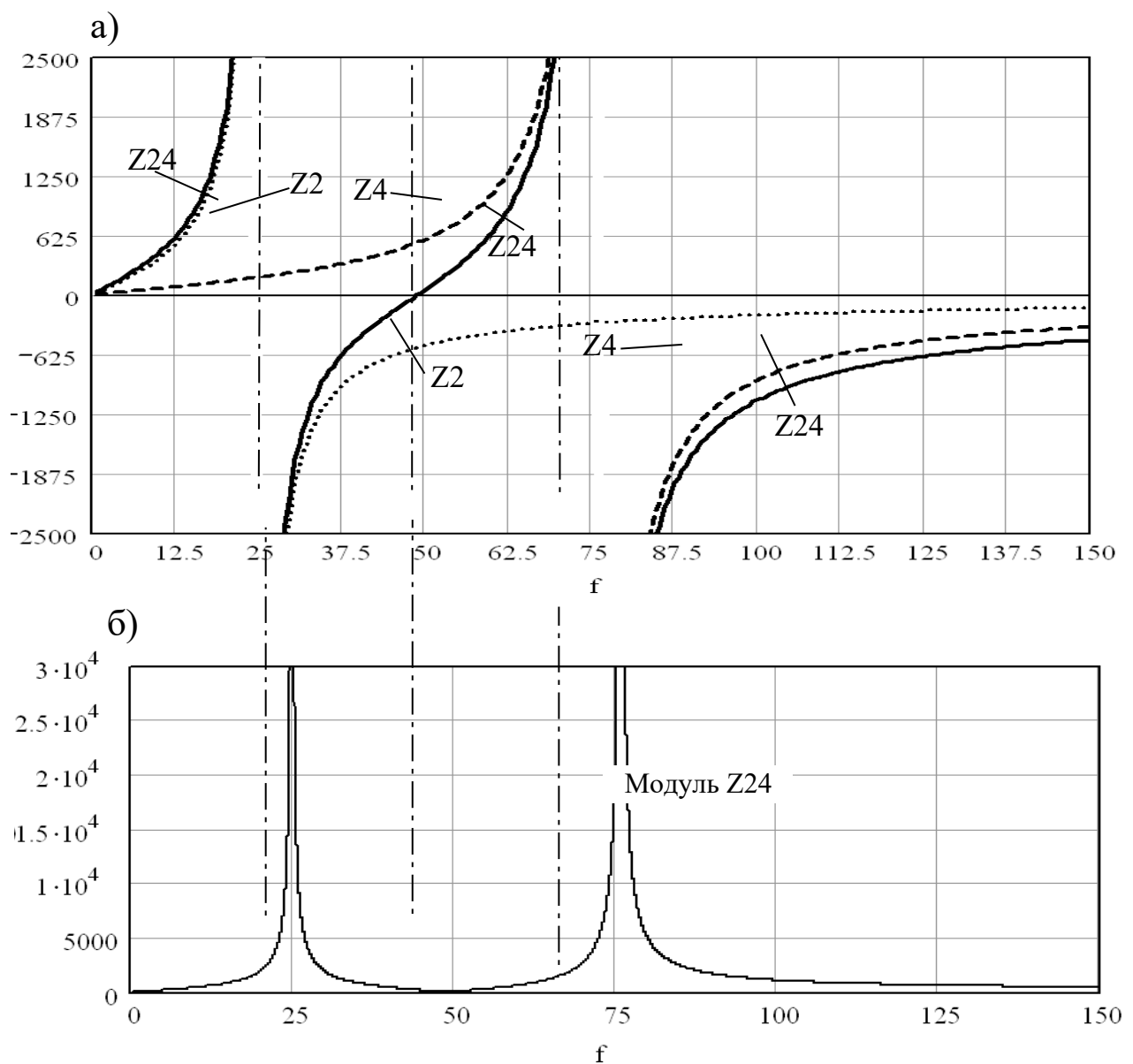


а) залежність опорів послідовного ($L1-C1$), паралельного ($L3-C3$) контурів та їхнього загального опору Z_{13} від частоти;
 б) залежність модуля Z_{13} від частоти

Рисунок 1.7 – Залежність опорів вхідного поздовжнього плеча ФЛ від частоти

Таким чином, через поперечне плече, як через шунт, будуть протікати струми, що за частотою знаходяться у смузі до 25 Гц,

50 Гц та частот, що перевищують 75 Гц. Струми частот 25 та 75 Гц через поперечно плече ФЛ протікати на будуть внаслідок дуже великого загального опору Z_{24} цим струмам. Тому струми частот 25 та 75 Гц з мінімальним загасанням будуть протікати поздовжніми плечима через навантаження ФЛ (до виходу фільтра підключається локомотивний підсилювач), бо опір поздовжніх пліч ФЛ для струму цих частот є мінімальним (Z_{13} на рисунку 1.7). У той же час струми у смузі частот нижче 25 Гц, 50 Гц та вище 75 Гц будуть мати значне загасання внаслідок дуже великого опору поздовжніх пліч Z_{13} та Z_{67} у смузі цих частот.



а) залежність опорів паралельних ($L2-C2$ та $L4-C4$) контурів та їхнього

загального опору Z_{24} від частоти; б) залежність модуля Z_{24} від частоти

Рисунок 1.8 – Залежність опорів поперечного плеча ФЛ від частоти

При подачі на вхід ФЛ напруги фіксованої амплітуди і зміні частоти цієї напруги на виході фільтра спостерігатиметься зміна величини цієї напруги відповідно до рисунка 1.9, де максимальні значення вихідної напруги спостерігаються у діапазоні частот 25 та 75 Гц. Напруга з іншими частотами внаслідок значного загасання, що вноситься фільтром для струмів цих частот, має значно менший рівень або практично відсутня.

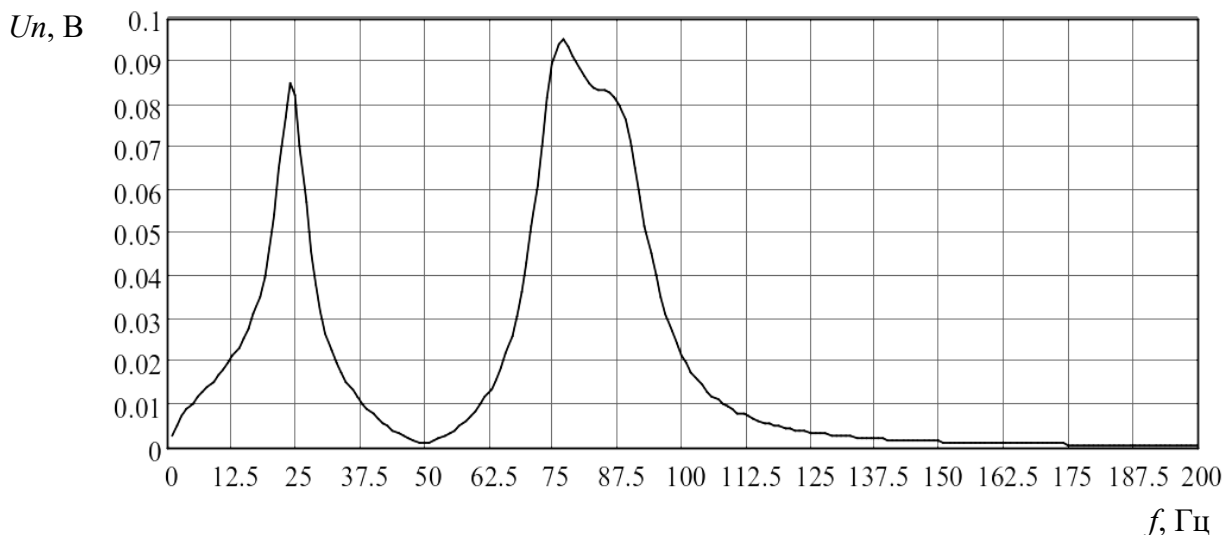


Рисунок 1.9 – Залежність сигналу на виході ФЛ від частоти

Відповідно до умов функціонування ланцюжкового пасивного реактивного LC чотириполюсника (ЧП) в ролі фільтра, необхідно, щоб поздовжнє (послідовне з опором Z_1) та поперечне (паралельне з опором Z_2) плечі ЧП між собою мали аргументи опору різного знаку. Тобто, якщо одне плече має опір індуктивного характеру, то друге плече повинно мати опір з ємнісним характером. При однаковому характері аргументу опору поздовжнього та поперечного пліч ЧП він стає або індуктивним, або ємнісним подільником напруги.

Загасання ланцюжкового LC фільтра визначається виразом

$$Sh \frac{g}{2} = \pm \sqrt{\frac{Z_1}{4 \cdot Z_2}}, \quad (1.3)$$

згідно з яким визначаються умови пропускання та запирання струмів відповідної смуги частот (опори пліч мають аргументи різного знаку):

$$\frac{Z_1}{4 \cdot Z_2} = 1 - \text{частота зрізу} - \text{межа між смугами пропускання (СП)}$$

та запирання (СЗ); $\frac{Z_1}{4 \cdot Z_2} < 1$ – СП; $\frac{Z_1}{4 \cdot Z_2} > 1$ – СЗ.

Тоді спільна побудова частотних характеристик опорів поздовжнього (Z_1) та поперечного (Z_2) пліч і аналіз їхнього співвідношення між собою дозволяє визначити СЗ та СП у ФЛ-25/75М, як LC-фільтра типу «к» з T-подібною схемою заміщення (рисунок 1.10).

З наведених характеристик визначено частоти зрізу:

– $f_{c1} - f_{c2}$, розмежовують у фільтрі смугу пропускання (18... 32 Гц) з центральною частотою 25 Гц від смуг запирання з частотами нижче f_{c1} та вище f_{c2} ;

– $f_{c3} - f_{c4}$, розмежовують у фільтрі смугу пропускання (66... 89 Гц) з центральною частотою 75 Гц від смуг запирання з частотами нижче f_{c3} та вище f_{c4} .

Для сигналів частотою 50 Гц фільтр вносить максимальне загасання внаслідок двох причин:

– наявності на цій частоті у поздовжньому плечі резонансу струмів і утворення в ньому ефекту «пробка»;

– виникнення у поперечному плечі на частоті 50 Гц резонансу напруг і утворення в ньому ефекту «шунт».

1.5 Опис робочого місця

Лабораторний стенд містить джерела живлення, регулятори напруги та струму, пристрої комутації, шлейф для дослідження, приймальні котушки типу КПУ-2, локомотивний фільтр ФЛ-25/75М, локомотивний підсилювач УК-25/50М-Д, вимірювальні прилади.

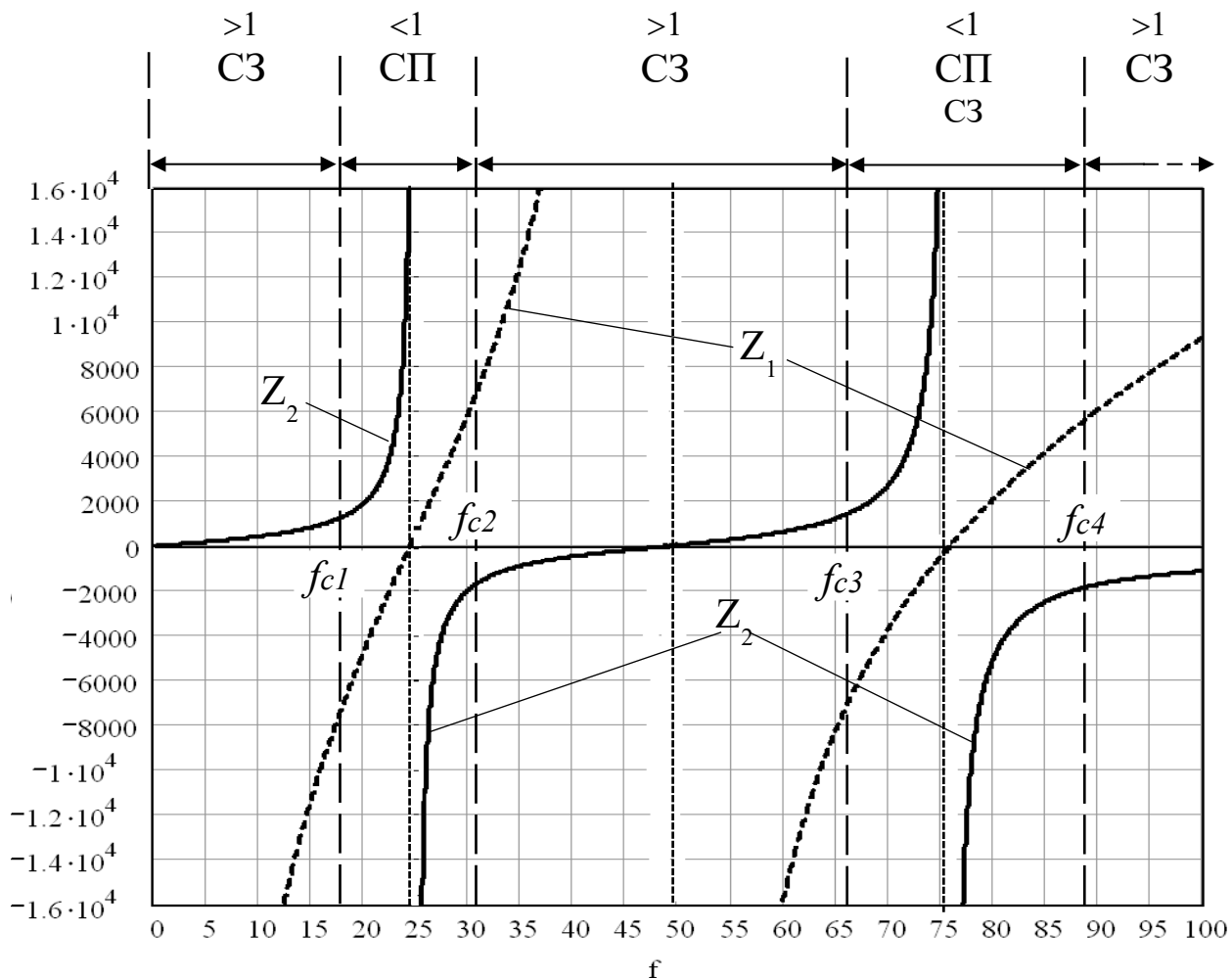


Рисунок 1.10 – Смуги пропускання та запирання в ФЛ-25/75М за співвідношенням опорів його поздовжнього (Z_1) та поперечного (Z_2) пліч

Блок живлення підсилювача УК-25/50М-Д складається з вимикача Т1 «Сеть», автотрансформатора АТ1, випрямляча, фільтра та вольтметра V.

До блока шлейфа входять автотрансформатор АТ2, кодвий колійний трансмітер КПТШ-5(7), перемикач «Коды АЛС», трансмітерне реле Т, постійний R та регулювальний R' резистори, тумблер ТЗ «Помеха» для вмикання завади, перемикач Т4 для перемикання шлейфа, звуковий генератор сигналів ГЗ-34, трансформатор ТрЗ, амперметр А з колом корегування та шлейф для

дослідження. Вихід генератора приєднаний на постійну до перемикача Т4.

Група вимірювальних приладів складається з цифрового вольтметра В7-27 та осцилографа С1-48Б.

Крім того на стенді розміщений перемикач Т2 «25/75 – 50 Гц» фільтрів приймача АЛС. При встановленні Т2 в положення «50 Гц» збуджується реле ВР у підсилювачі. Характерні точки схем ПК, ФЛ та підсилювача виведені на гнізда.

Робота на стенді відбувається наступним чином. Перед вмиканням живлення рукоятки автотрансформаторів АТ1 та АТ2 встановлюють у ліве крайнє положення, тумблер Т3 подавання завади вимкнений (переведений вгору).

Тумблером Т1 «Сеть» вмикають живлення стенда та за допомогою автотрансформатора АТ1 встановлюють напругу живлення підсилювача $=50$ В за показанням вольтметра V.

В залежності від положення перемикача Т4 до шлейфа подають струм мережі частотою 50 Гц або струм від звукового генератора ЗГ. Перемикачем «Коды АЛС» встановлюють у шлейфі кодний або безперервний струм АЛС частотою 50 Гц.

Для імітації регулярної адитивної завади частотою 50 Гц вмикають тумблер Т3 «Помеха», при цьому контакт трансмітерного реле у колі шлейфа шунтується резисторами $R+R'$. Регулюючи значення R' за допомогою регулятора, змінюють ступінь заповнення інтервалів коду завадою 50 Гц.

1.6 Програма виконання лабораторної роботи

1 Вивчення особливостей конструкції та електричних параметрів локомотивних приймальних котушок різних типів, принципів побудови, електричної схеми та функціонування локомотивного фільтра ФЛ-25/75М.

2 Аналіз частотних характеристик складових електричної схеми локомотивного фільтра ФЛ-25/75М. Отримання аналітичних залежностей вихідного сигналу фільтра від частоти.

3 Дослідження частотних характеристик локомотивного вхідного пристрою.

1.7 Методика виконання лабораторної роботи

Завдання 1. Самопідготовка й допуск до виконання роботи

Самостійно за рекомендованою літературою [1 – 5] та цими методичними вказівками необхідно вивчити:

– специфіку, принципи побудови тракту приймання сигналів АЛСН числового коду на локомотиві та особливості конструкції та технічної реалізації його окремих складових (приймальних котушок, локомотивного фільтра);

– загальні властивості реактивних LC двополюсників з послідовним та паралельним з'єднанням індуктивного та ємнісного елементів;

– загальні властивості ЧП ланцюжкових LC – фільтрів типу “к”.

На базі самостійної підготовки до проведення досліджень у лабораторії потрібно пройти допуск, для чого необхідно правильно відповісти на питання викладача й подати в оформленому вигляді перші п'ять пунктів, а також графі таблиць 1.1-1.4 шостого пункту звіту про роботу.

Завдання 2. Аналіз конструкції, підвішування на локомотив та схеми включення приймальних котушок, побудови складових ФЛ з метою отримання ним заданих частотних характеристик

1 Визначити та обґрунтувати конструкцію, спосіб підвішування на рухомому складі, схему ввімкнення ПК з метою отримання високої ефективності їхнього використання в каналі АЛСН і максимальної заводо захищеності від сторонніх електромагнітних завад та дестабілізівних чинників.

2 Визначити аналітично або графічно частотні залежності поперечного та двох поздовжніх пліч ФЛ, за рахунок яких отримано двочастотний смуговий фільтр з центральними частотами пропускання 25 та 75 Гц.

3 Провести аналітичні дослідження загасання та фазового коефіцієнта ФЛ-25/75М як ЧП за відповідними частотними

характеристиками поздовжнього (послідовного) та поперечного (паралельного) пліч фільтра.

Завдання 3. Дослідження залежності ЕРС сигналу в приймальних котушках від частоти сигнального струму у рейках

1 Ознайомитися із лабораторною установкою та вимірювальними приладами, що розташовані на ній.

2 Для виконання завдання необхідно подати до шлейфа струм від генератора низьких частот й виміряти цифровим вольтметром ЕРС в ПК при різних частотах та постійній величині струму у шлейфі.

Перевести перемикач Т4 стенда в положення «ЗГ».

Встановити на генераторі перемикачі «Шкала прибора» в положення «Вольты×2», «Вых. сопротивление» на АТТ, «Пределы шкалы» на 30 В, «Внутр. нагрузка» на «Выкл», регулятори «Расстройка %» на нуль, «Рег. выхода» у ліве крайнє положення. Ввімкнути тумблер «Сеть» на генераторі. Встановити на цифровому вольтметрі перемикач границь вимірювання на 10 В змінного струму, приєднати до розетки ~300 V МАКС. вимірювальний кабель.

Не дозволяється вимірювати напругу у промисловій мережі за допомогою вольтметра В7-27!

Ввімкнути тумблер мережі на вольтметрі. Закоротити кінці вимірювального кабелю, встановити границю вимірювання 1 В та виміряти залишкову напругу, яка не повинна перевищувати 0,003 В; положення точки на індикаторі вольтметра повинно відповідати встановленій границі вимірювання. Балансувати прилад регулятором «0» можна лише при вимірюваннях на постійному струмі. Знову встановити границю вимірювання 10 В та приєднати до вольтметра вимірювальним кабелем приймальні котушки.

Встановити частоту генератора 50 Гц, а струм у шлейфі за допомогою обертання рукоятки «Рег. выхода», – 2 А за показаннями амперметра А на стенді . Оберіть відповідну границю вимірювання вольтметра.

Виконайте вимірювання ЕРС на виході ПК1 і ПК2 окремо. Після чого виміряйте загальне значення ЕРС на вході ЛФ, переконавшись, що ПК ввімкнені послідовно та узгоджено по відношенню до сигнального струму. Результати вимірювання занести до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Значення ЕРС на виході ПК локомотива

ЕРС на виході ПК1	ЕРС на виході ПК2	ЕРС на вході ЛФ

3 Підтримуючи струм у шлейфі на рівні 2 А, необхідно виміряти значення ЕРС в ПК у діапазоні частот 20-1000 Гц, у тому числі на частотах 25, 50, 75 Гц. Під час вимірювання не допускайте перевантаження вольтметра. При появі знака переповнення терміново переходьте на більшу границю вимірювання. Результати вимірювання занесіть до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Залежність ЕРС сигналу в ПК від частоти сигнального струму в рейках

Частота, Гц	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	200	300	600	1000
ЕРС, В																			

4 За результатами проведеного дослідження побудувати графік залежності ЕРС сигналу в ПК від частоти сигнального струму в рейках.

Завдання 4. Дослідження робочих характеристик двосмугового фільтра ФЛ-25/75М

1 Для виконання завдання приєднайте до виходу ФЛ опір навантаження 3 кОм. Встановіть перемичку у послідовному плечі фільтра на макеті. Вхід вольтметра несиметричний, тому вхідний полюс низького потенціалу вольтметра необхідно приєднати до проводу низького потенціалу фільтра.

2 За допомогою вольтметра виміряйте напругу на виході ЗГ. Подайте струм з виходу ЗГ на вхід ФЛ та, змінюючи частоту у межах від 20 до 200 Гц при незмінній напрузі на вході ФЛ ($U_{вх}$), виміряти цифровим вольтметром напругу на опорі навантаження. В діапазоні частот 20...30 Гц, 45...55 Гц, 70...80 Гц крок прирощування частоти повинен становити 2,5 Гц; у діапазоні 100...200 – 10 Гц; у

інших діапазонах – 5 Гц. Результати вимірювання занесіть до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Результати дослідження робочих характеристик двосмугового фільтра ФЛ-25/75М

$f, \text{Гц}$	20,0	22,5	25	27,5	30,0	45,0	47,5	50,0	52,5	55,0	70,0	72,5	75,0	77,5	80,0	190,0	200,0
$U_{\text{вих}}, \text{В}$																	
$P_{\text{відн}}, \text{дБ}$																	
$P_{\text{абс}}, \text{дБ}$																	

3 Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) показує, як будь-яка ланка пропускає сигнал різної частоти, і являє собою коефіцієнт зміни амплітуди гармонічних коливань при проходженні через ланку. Обчислити коефіцієнт зміни амплітуди сигналу на виході ФЛ можна за двома варіантами його представлення:

- через відносний рівень сигналів (у логарифмічному масштабі порівнюються сигнали на виході та вході ФЛ);
- через абсолютні рівні сигналів на виході та вході ФЛ (різниця абсолютних рівнів вихідного та вхідного сигналів).

Відносний рівень сигналів входу та виходу ФЛ (в децибелах) становитиме

$$P_{\text{відн}} = 20 \lg \frac{U_{\text{вх}}}{U_{\text{вих}}} \quad (1.4).$$

Абсолютні рівні сигналів на вході та виході ФЛ (в дБ) становитимуть

$$P_{\text{вх}} = 20 \lg \frac{U_{\text{вх}}}{U_0}, \quad P_{\text{вих}} = 20 \lg \frac{U_{\text{вих}}}{U_0}, \quad (1.5)$$

де U_0 – напруга нульового рівня (у техніці багатоканального телефонного зв'язку дорівнює 0,775 В, як падіння напруги

на резисторі 600 Ом при виділенні на ньому потужності 1 мВт).

У такому випадку для досліджуваного діапазону частот сигнального струму АЛСН коефіцієнт зміни амплітуди гармонічних коливань (в дБ) може бути визначено за формулою:

$$P_{абс} = P_{вх} - P_{вих} . \quad (1.6)$$

Результати обчислення $P_{відн}$, $P_{абс}$ для всіх заданих частот на вході ФЛ занести до таблиці 1.4.

4 Приєднайте до входу фільтра ПК, а до виходу – опір навантаження 3 кОм. Встановіть перемичку у послідовному плечі фільтра на макеті.

5 Подати в шлейф струм від генератора та, змінюючи частоту у межах від 20 до 200 Гц при незмінному значенні струму 2 А, виміряти цифровим вольтметром напругу на опорі навантаження. В діапазоні частот 20...30 Гц, 45...55 Гц, 70...80 Гц крок прирощування частоти повинен становити 2,5 Гц; у діапазоні 100...200 – 10 Гц; у інших діапазонах – 5 Гц. Результати вимірювання занесіть до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Результати дослідження робочих характеристик вхідного локомотивного пристрою

f , Гц	20,0	22,5	25	27,5	30,0	45,0	47,5	50,0	52,5	55,0	70,0	72,5	75,0	77,5	80,0	190,0	200,0
$U_{вих}$, В																	
$P_{відн}$, дБ																	
$P_{абс}$, дБ																	

6 Обчислити коефіцієнт зміни амплітуди сигналу на виході ВЛП, за аналогією з розрахунками ФЛ, за двома варіантами його представлення. При цьому як вхідне значення напруги прийняти значення напруги на виході ФЛП при частоті 25 Гц.

Результати обчислення $P_{відн}$, $P_{абс}$ для всіх заданих частот на вході ВЛП занести до таблиці 1.5.

7 За отриманими під час дослідження та обчисленими даними побудувати АЧХ фільтра ФЛ-25/75М та ВЛП. Виділити на побудованих графіках АЧХ смугу пропускання для сигнальних частот 25, 75 Гц, маючи на увазі, що під шириною смуги пропускання розуміється смуга між центральною (резонансною) частотою f_0 та частотами f_{II} , на яких АЧХ, зменшуючись, набуває значення, що дорівнює 0,707 відносно її максимального значення і при подальших змінах частоти вже не збільшується. При цьому ширина смуги пропускання, як діапазон частот гармонічних коливань, які ФЛ пропускає без суттєвого послаблення, становить $\Delta f_{II} = 2f_{II}$. Надати відповідні висновки за отриманими практичними результатами.

1.8 Зміст звіту

- 1 Назва та мета роботи.
- 2 Структурна схема локомотивних приймальних пристроїв АЛСН.
- 3 Конструкція локомотивних ПК, їх встановлення на локомотиві та підключення.
- 4 Схема електрична принципова фільтра локомотивного ФЛ-25/75М, його загальна характеристика та технічні параметри.
- 5 Результати аналітичних досліджень із визначення частотної характеристики ФЛ-25/75М.
- 6 Результати практичних досліджень, занесені до таблиць 1.2-1.5.
- 7 Частотні характеристики ПК, ФЛ ВЛП.
- 8 Висновки щодо отриманих результатів.

1.9 Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Назвіть основні параметри, характеристики та поясніть особливості конструкції локомотивних ПК.
- 2 За якою схемою ПК з'єднуються між собою та підключаються до ЛФ.
- 3 Чому на індуковану ЕРС в локомотивних ПК впливає місце

розміщення котушок на осерді?

4 Яким чином за допомогою використовуваної схеми підключення ПК зменшується вплив на роботу АЛСН зворотного тягового струму в рейках?

5 Яким чином поздовжні плечі ФЛ, послідовні та паралельні контури якого мають відповідно резонанс на частоті 37,5 Гц та антирезонанс на частоті 50 Гц, вносять мінімальне загасання на частотах 25 та 75 Гц?

6 Поясніть частотну характеристику поперечного плеча ФЛ, що утворений двома паралельними контурами з частотами антирезонансу 25 та 75 Гц. За рахунок чого поперечне плече має мінімальний опір струму постійному, частотою 50 Гц та струмам високих частот, а для струмів частотою 25 та 75 Гц поперечне плече є дуже великий опір?

7 Дайте характеристику ланцюжковим LC – фільтрам типу «к».

8 Назвіть умови пропускання та непропускання струмів відповідних частот ланцюжковими реактивними LC – фільтрами.

9 Поясніть отриману практичними вимірюваннями залежність сигналу на виході ФЛ від частоти.

10 Як впливатимуть на вихідний сигнал ФЛ імпульсні завади на його вході?

11 Чим пояснюються спотворення фільтром часових параметрів сигналів числового коду?

12 Наведіть основні недоліки та переваги використовуваного в локомотивних приймальних пристроях АЛСН типу та схемної реалізації фільтра ФЛ-25/75М.

Лабораторна робота 2

ЛОКОМОТИВНІ ПРИСТРОЇ АЛСН: ПІДСИЛЮВАЧ ЛОКОМОТИВНИЙ УК-25/50М-Д

2.1 Мета роботи

1 Вивчення принципів побудови, технічної реалізації схемних вузлів та функціонування підсилювача локомотивного УК-25/50М-Д.

2 Дослідження завадозахищеності та ефективності роботи підсилювача локомотивного УК-25/50М-Д за записами сигналів числового коду автоматичної локомотивної сигналізації неперервної дії (АЛСН), отриманих на залізничних дільницях з різним родом локомотивної тяги в умовах наявності електромагнітних завад та інших дестабілізуючих чинників, що спотворюють параметри сигналів числового коду АЛСН.

2.2 Технічні характеристики підсилювача та ефективність його функціонування в умовах електромагнітних завад

Підсилювач – це електронний прилад, який призначений для підсилення потужності сигналів змінного струму, отриманих з рейкової лінії (РЛ) локомотивними ПК, та перетворення амплітудно-маніпульованих сигналів в імпульси постійного струму для керування локомотивним релейним дешифратором.

Необхідність використання підсилювача полягає у тому, що потужність сигналів числового коду АЛСН, що наводяться в ПК у вигляді ЕРС змінного струму, є дуже малою для її безпосереднього використання у керуванні локомотивним дешифратором. Так, при струмі у рейках 1 А частотою 50 Гц потужність в ПК від наведеної ЕРС складає близько 5 мкВт, у той же час для роботи реле необхідна потужність 50 мВт, а струм спрацювання та відпускання імпульсного реле (ІР) на виході УК – відповідно не більше 12 мА і не менше 4 мА при живленні вихідного каскаду УК номінальною напругою 50 В.

Відповідно до роду локомотивної тяги (автономна або

електрична на постійному чи змінному струмі) в АЛСН використовуються сигнальні струми однієї з трьох частот – 25, 50, 75 Гц. Тому УК може бути використаний для підсилення та перетворення сигналів числового коду при струмі АЛСН з будь-якою із вказаних вище частот-носіїв в залежності від роду локомотивної тяги на залізничних дільницях.

До основних електричних параметрів УК можна віднести такі: чутливість, час відновлення нормальної чутливості, напруга живлення (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Нормативні електричні параметри сигналів числового коду для локомотивних приймальних пристроїв системи АЛС-МУ

Найменування параметра	Значення параметра	
	номінальна напруга живлення, нормальні кліматичні умови	min та max напруга живлення, впливи дестабілізівних чинників
1	2	3
Частота сигнального струму, Гц	25,0 ± 0,5 50,0 ± 1,0 75,0 ± 1,5	25,0 ± 0,5 50,0 ± 1,0 75,0 ± 1,5
Поріг чутливості, мВ, при частоті сигнального струму *): – 25 Гц;	$\frac{58}{73,5} \div \frac{81}{77}$ (73,5 ± 7)	58 ÷ 100
– 50 Гц, електротяга постійного струму;	$\frac{160}{203} \div \frac{220}{224}$ (203 ± 21)	160 ÷ 240
– 50 Гц, автономна тяга;	$\frac{105}{119} \div \frac{130}{125}$ (119 ± 14)	100 ÷ 150
– 75 Гц	$\frac{200}{220,5} \div \frac{240}{255}$ (220,5 ± 21)	200 ÷ 260
Половина смуги пропускання, Гц, не менше	6	5
Динамічний діапазон вхідних сигналів, дБ, не менше	30	30
Продовження таблиці 2.1		
1	2	3

Вибірковість на частотах сусідніх каналів і гармоніках мережі змінного струму частотою 50 Гц, дБ, не менше	40	30
Захищеність по сусідньому і дзеркальному каналах, дБ, не менше	16	16
Номінальна напруга вхідного сигналу, мВ, не менше, при частоті сигнального струму: – 25 Гц; – 50 Гц, електротяга постійного струму; – 50 Гц, автономна тяга; – 75 Гц	110 280 165 300	115 325 190 345
Загасання при розрегулюванні вхідних сигналів на ± 25 Гц відносно частоти сигнального струму, дБ, не менше	45	45
Час відновлення чутливості при стрибкоподібній зміні вхідного сигналу на 30 дБ від номінального рівня	0,9 до 1,3	0,9 до 1,3
*) В знаменнику у дужках наведено параметри чутливості підсилювача при використанні локомотивного релейного дешифратора ДКСВ		

Чутливість УК – це найменший неперервний струм в рейках, при якому спрацьовує реле ІР на виході УК. Живлення підсилювача здійснюється від бортового джерела живлення постійного струму з номінальною напругою 50 В з можливими відхиленнями ± 10 В. Допустимі пульсації напруги живлення не більше 1 %.

Час відновлення нормальної чутливості УК залежить від величини струму в рейках при його стрибкоподібному зменшенні з 25 А до номінального (при автономній тязі, електротязі змінного та постійного струму відповідно 1,2, 1,4, 2 А) повинний бути не більше 1,5 с (рисунок 2.1).

В загальному випадку при передаванні сигнального струму по тракту «РЛ – локомотивні пристрої АЛСН» з значною кількістю реактивних та комутуючих елементів одна частина цих пристроїв збільшує, друга скорочує тривалість імпульсів та інтервалів, але вони на контакті ІР на виході УК повинні залишатися у допустимих межах, чисельні показники яких наведено у таблиці 2.2.

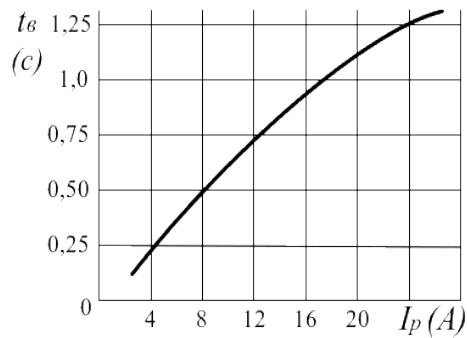


Рисунок 2.1 – Залежність часу відновлення чутливості УК від значення сигнального струму в РЛ

Таблиця 2.2 – Допустимі тривалості імпульсів та інтервалів у тракці передавання сигналів від РК на локомотивні пристрої АЛСН

Символ кодової комбінації	Допустима тривалість імпульсів та інтервалів, с			
	КПТ	на контактах ТР	в рейках під ПК	на контактах ИР підсилювача
Короткий інтервал	0,12	0,11 – 0,17	0,05 – 0,17	0,07 – 0,19
1-й імпульс	0,35	0,30 – 0,36	0,27	0,25
1-й імпульс КЖ	0,23	0,18 – 0,24	0,14	0,12
2-й та 3-й імпульс	0,22	0,17 – 0,23	0,09	0,07
Довгий інтервал	0,57	0,56 – 0,62	0,48	0,50

Накопичення енергії електромагнітного поля елементами ФЛ з її подальшим розсіюванням протягом часу, що відповідає сталій часу реактивних елементів фільтра, приводить до того, що в кодовому циклі на виході ФЛ відбувається спотворення часових параметрів імпульсів та інтервалів із збереженням загальної довжини кодового циклу. Для порівняння з допустимими нормованими часовими параметрами імпульсів та інтервалів (таблиця 2.2) у таблиці 2.3 наведено усереднені експериментальні дані щодо тривалості складових коду З на виході ФЛ (швидкість руху поїзда 95 км/год) в залежності від місця знаходження локомотивних ПК – на вхідному та вихідному кінцях РК (рисунок 2.2, де рівень сигналів наведено у

децибелах (дБ), як і на інших епюрах, що наведені нижче за текстом).

Таблиця 2.3 – Експериментальні дані щодо тривалості складових ЧИСЛОВОГО КОДУ 3 із виходу ФЛ на вхідному та вихідному кінцях РК

Місце вимірювання	1-й імпульс, с	1-й інтервал, с	2-й імпульс, с	2-й інтервал, с	3-й імпульс, с	3-й інтервал, с
КПТ	0,35	0,12	0,22	0,12	0,22	0,57
Вхідний кінець РК	0,38	0,102	0,298	0,11	0,25	0,46
Вихідний кінець РК	0,417	0,07	0,33	0,08	0,28	0,44

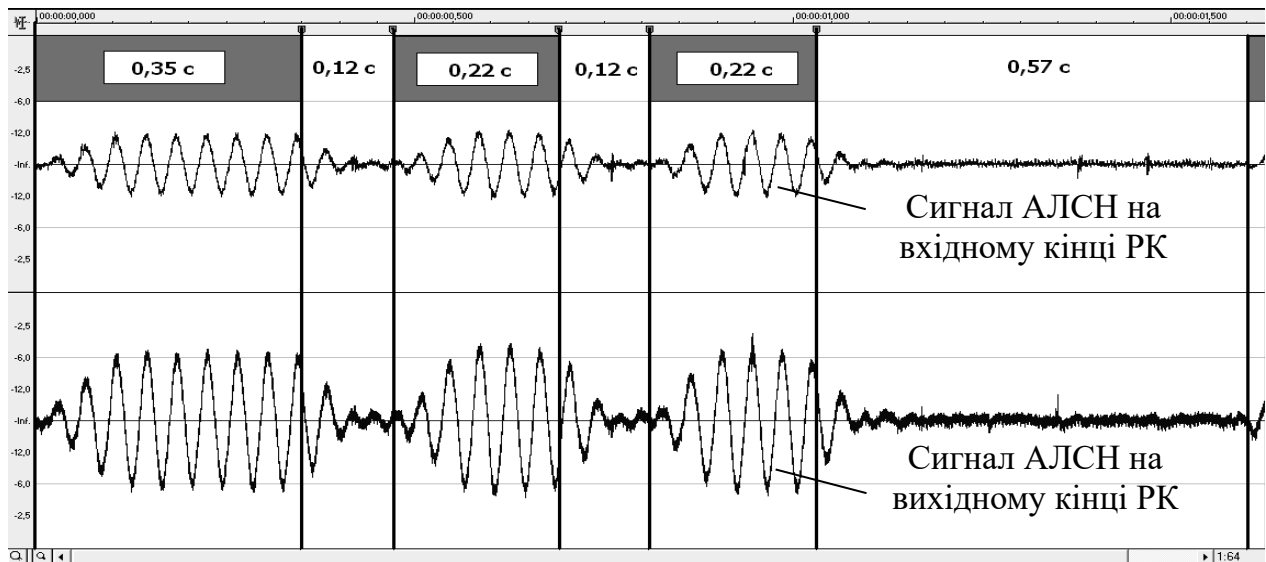


Рисунок 2.2 – Імпульсні послідовності коду 3 (вихід ФЛ) на вхідному та вихідному кінцях РК

Як видно із наведених даних, більший сигнальний струм АЛСН вихідного кінця РК в більшій мірі спотворює часові параметри числового коду на її вихідному кінці у порівнянні із його вхідним кінцем, подовжуючи імпульси та скорочуючи всі інтервали числового коду. Це пояснюється більшою енергією, що запасається в реактивних елементах ФЛ при більшому рівні наведеної ЕРС в ПК, якій сприяє більший струм вихідного (живильного) кінця РК.

Імпульси завади, що індукуються в локомотивних ПК і надходять на вхід ФЛ, є джерелом живлення його реактивних елементів – котушок індуктивності та конденсаторів. Відповідно до цього накопичена елементами фільтра енергія електричного та магнітного полів буде збуджувати коливання в контурах ФЛ та розсіюватися при їхньому виникненні (активні втрати) із замиканням струму у вигляді загасаючих гармонічних коливань на виході фільтра через навантаження, тобто УК. Перехідна характеристика ФЛ, як реакція вихідного сигналу на серію прямокутних імпульсів (одиничний стрибок сигналу) на його вході (ПФ, ЗФ – відповідно передній та задній фронт імпульсу), зображена на рисунку 2.3. Частота цих коливань, природно, відповідає настроюванню контурів ФЛ на смуги його пропускання.

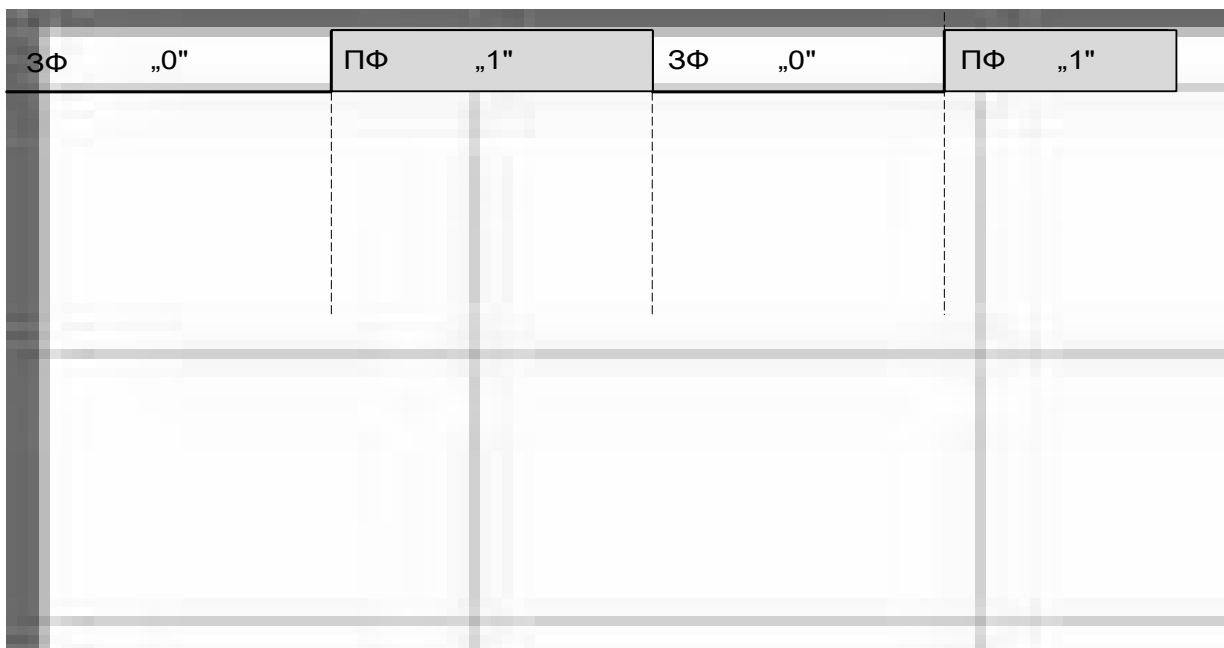


Рисунок 2.3 – Експериментальна перехідна характеристика ФЛ-25/75М

Складність умов роботи приймальних пристроїв АЛСН можна спостерігати за наведеними нижче записами сигналів числового коду (рисунок 2.4). Як видно з епюри напруги на виході ФЛ (рисунок 2.4,а), перший та другий цикли коду З практично знищені завадами. У третьому циклі спостерігається достатньо рідкий випадок – дроблення під дією завади першого імпульсу (тривалість

0,35 с) на два короткі імпульси.

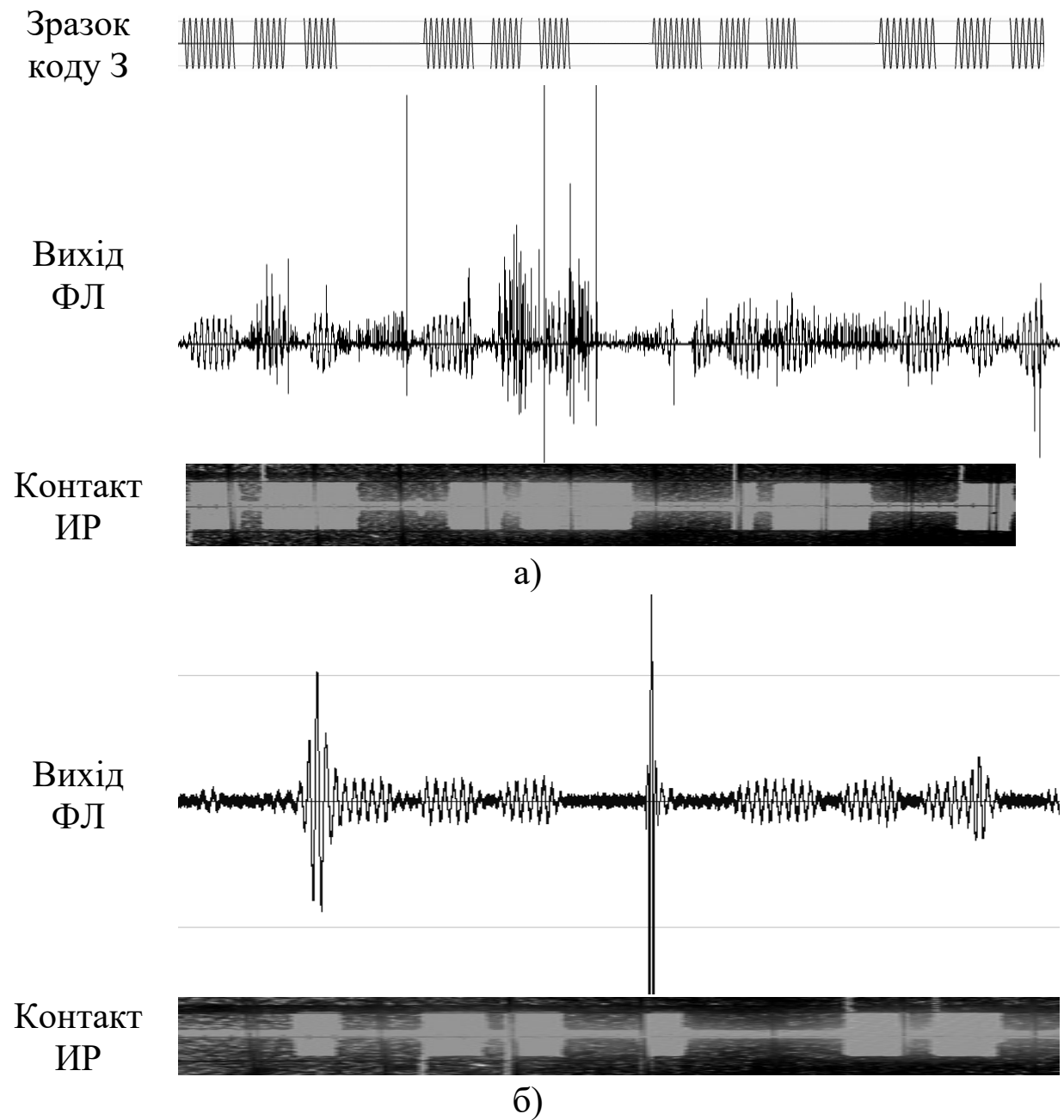


Рисунок 2.4 – Епюри напруги сигналів АЛСН на виході ФЛ та осцилограми роботи ИР на виході УК при наявності потужних імпульсних електромагнітних завад

Жодний з трьох циклів на виході УК не сформований, як код 3, тому неправильно буде і робота локомотивного дешифратора, на

вхід якого надходитиме імпульсна послідовність, що формується контактом реле ІР (осцилограму спрацювання ІР наведено під епюрою напруги на виході ФЛ). Відповідно на локомотивному світлофорі також буде спотворене і сигнальне показання З на інше, менш дозвільне, що негативно вплине на режим руху поїзда.

Зникнення у кодовій послідовності на осцилограмі першого короткого імпульсу (неспрацювання реле ІР) від дробленого першого імпульсу у третьому циклі можна пояснити роботою каскаду автоматичного регулювання підсилення (АРП) в УК. На час відновлення АРП (приблизно 0,5...0,6 с) після тривалої потужної завади коефіцієнт підсилення УК практично дорівнює нулю, тому реле ІР не спрацює під час наявності на вході УК першого дробленого короткого імпульсу.

Доволі розповсюджений випадок електромагнітних завад наведено на рисунку 2.4,б. Із запису кодової послідовності виділено два цикли коду З, спотворених завадами. На наведеній епюрі напруги на виході ФЛ завадами вражені перший імпульс першого кодового циклу, третій імпульс другого циклу та обидва довгих інтервали.

На осцилограмі (вхід осцилографа підключено до контакту реле ІР) можна спостерігати, як спотворення сигналів АЛСН від дії завад вплинули на кодові послідовності, які будуть подані на вхід дешифратора. Від завади у першому імпульсі першого циклу за рахунок часу відновлення АРП спрацювання ІР відбулося лише на час дії завади. Загалом скоротився перший імпульс, спотворився перший інтервал з тривалості 0,12 с до 0,3 с, а це більше часу затримки на знеструмлення реле-лічильника 1 (0,25...0,28 с). За рахунок потужної завади у довгому інтервалі працездатність УК було відновлено через 0,6...0,7 с, внаслідок чого було втрачено перший імпульс другого кодового циклу. В той же час у другому довгому інтервалі від імпульсу завади помилково спрацювало реле ІР. Таким чином, обидва кодових цикли не будуть дешифрованими, як код З.

Для аналізу, наведеного вище, було обрано записи уражених завадами сигналів числового коду З з приводу того, що при коді З поїзд має достатньо високу швидкість руху (для обраних двох кодових послідовностей швидкість руху поїзда становить відповідно 95 та 114 км/год). При таких швидкостях руху і спостерігається

значна кількість завад, особливо при проходженні поїздом горловин станцій. При русі поїзда по кодових сигналах Ж, КЖ (з відповідними обмеженнями швидкості) епюри напруги числових кодів на виході ФЛ більш чіткі і не мають таких спотворень, як при коді З.

2.3 Опис функціонування схеми електричної принципової УК-25/50М-Д

Живлення УК здійснюється від локомотивного джерела постійного струму номінальною напругою 50 В з допустимими відхиленнями ± 10 В та пульсаціями напруги живлення не більше 1 % (рисунок 2.5).

Підсилювач має два входи:

- $Vx1 - Vx2$ – для підключення УК до ПК у разі використання сигнального струму АЛСН частотою 50 Гц;
- $Vx2 - Vx3$ – для підключення УК до фільтра ФЛ-25/75М у разі використання сигнального струму АЛСН 25 або 75 Гц (вхід загальний у разі використання будь-якої з цих двох частот).

Комутація входів УК до виходу попередніх каскадів відповідно до використовуваної сигнальної частоти (ПК – частота 50 Гц, ФЛ – частота 25 або 75 Гц) здійснюється допоміжним реле BP , що входить до конструкції підсилювача. При збудженому BP (шляхом натискання машиністом зовнішньої допоміжної кнопки BK реле BP підключається до локомотивного джерела живлення постійного струму) можливе приймання сигналів на частоті 50 Гц. В колі реле BP резистор $R26$ призначений для обмеження струму, а конденсатор $C3$ є шунтом для високочастотних завад, що можуть надходити на вхід УК через локомотивне джерело живлення.

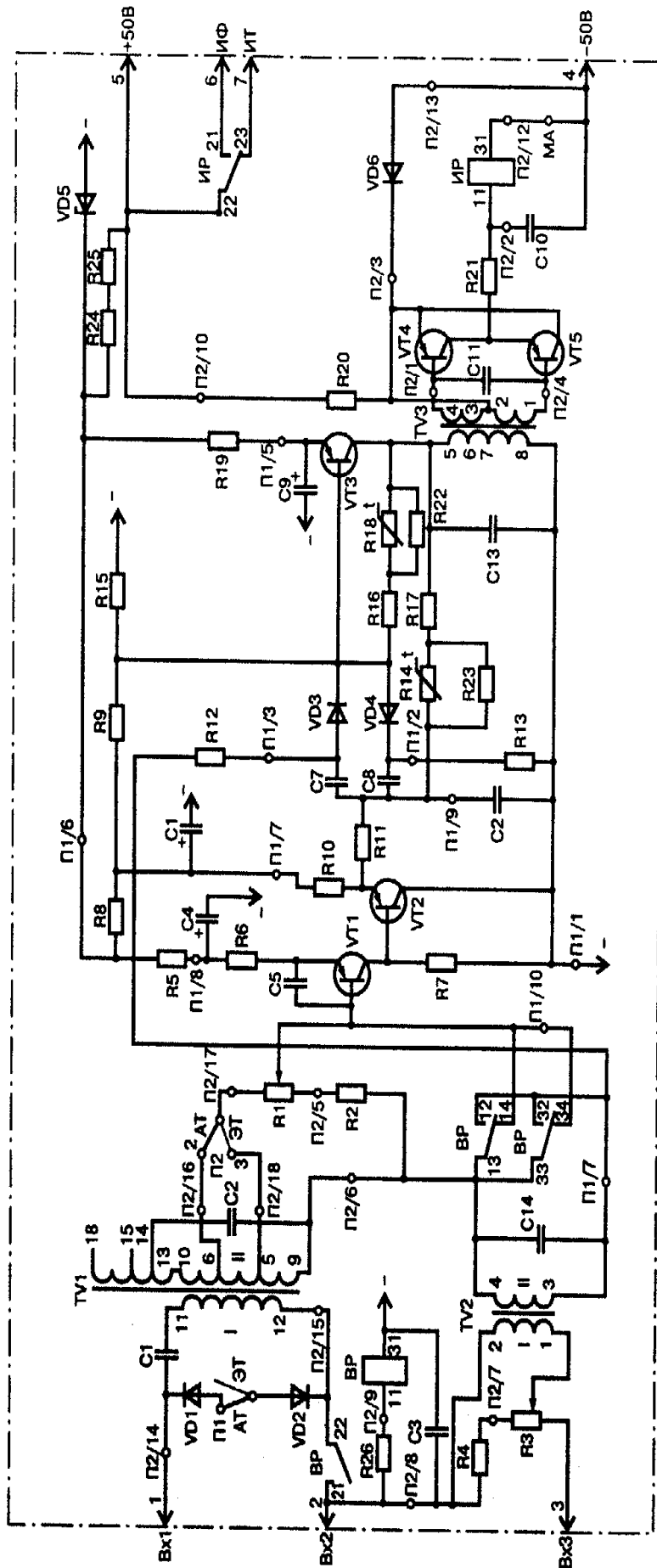


Рис. 356. Электрическая схема усилителя УК-25/50М-Д

Рисунок 2.5 – Схема електрична принципова підсилювача УК-25/50М-Д

Локомотивні ПК, що з'єднані між собою послідовно зустрічно, підключаються через $Bx1 - Bx2$ до первинної обмотки трансформатора $TV1$ (820 витків) і утворюють з нею загальну індуктивність (рисунок 2.6), а разом з конденсатором $C1$ ($0,75 \text{ мкФ} \pm 5 \%$) це коло є послідовним LC контуром з частотою резонансу 47 Гц (добротність 3...4).

У другого контуру, утвореного паралельним з'єднанням вторинної обмотки трансформатора $TV1$ (1700 витків з відводами від 60, 75, 90, 105 витків) та конденсатора $C2$ ($3,9 \text{ мкФ} \pm 5 \%$), частота резонансу дорівнює 50 Гц, а добротність контуру – 10.

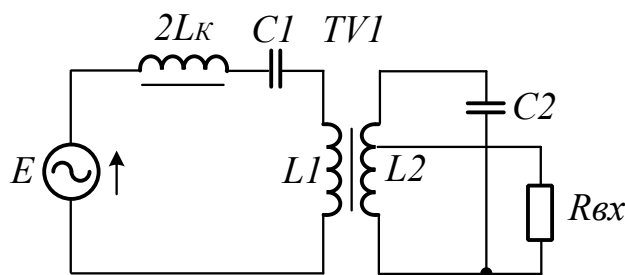


Рисунок 2.6 – Електрична схема фільтра для частоти 50 Гц

Таким чином, обидва взаємопов'язані контури, що мають трансформаторний зв'язок (індуктивність зв'язку $0,7 \text{ Гн}$), утворюють простий односмуговий фільтр з центральною частотою пропускання 50 Гц. Секціонування вторинної обмотки $TV1$ дозволяє змінювати індуктивність контуру, тим самим робити підстроювання його на частоту

резонансу 50 Гц (резонансу струмів), при якому напруга на елементах контуру є максимальною, а також змінювати напругу, що подається на перший каскад підсилювача (транзистор $V1$). У послідовному контурі у той же час спостерігається резонанс напруг з максимальним значення струму у первинній обмотці трансформатора $TV1$ на частоті 47 Гц.

Смуга пропускання фільтра, що на його резонансній кривій визначається як спектр частот, в межах якого струм або напруга на другому контурі, що подаються на вхід першого каскаду ($V1$) підсилювача, не знижуються нижче $0,7$ відносно своєї максимальної величини (на частоті 50 Гц), знаходиться в межах 43...57 Гц. Тобто смуга пропускання фільтра на рівні $0,7 \cdot U_{max}$ складає 14...16 Гц. При відхиленні від частоти 50 Гц на ± 5 Гц напруга на виході фільтра зменшується не більше ніж на 15 % від максимального значення.

Другий вхід підсилювача ($V_{x2} - V_{x3}$), що підключається тильовими контактами реле ВР до виходу ФЛ-25/75М (при частоті сигнального струму АЛСН 25 або 75 Гц), має прохідний трансформатор $TV2$ для узгодження вихідного опору ФЛ-25/75М з вхідним опором першого каскаду УК (транзистор $VT1$).

Перемикач $П2$ між виходом фільтра (50 Гц) та першим каскадом підсилення ($VT1$) встановлюється в положення $ЭТ$ на лініях з електричною тягою постійного струму, внаслідок чого чутливість УК зменшується у порівнянні з тою, що потрібна при автономній тязі. Таке переключення здійснюється на локомотивах з автономною тягою при їхньому русі по неелектрифікованих (положення $АТ$) та електрифікованих (положення $ЭТ$) дільницях.

Підсилювач має чотири транзисторні каскади: три для попереднього підсилення сигналів числового коду АЛСН та вихідний (двотактний) каскад з імпульсним реле ИР. У всіх каскадах транзистори включені за схемою із загальним емітером, за виключенням другого каскаду з транзистором $VT2$, що включений за схемою із зальним колектором.

Живлення перших трьох каскадів підсилення ($VT1 - VT3$) здійснюється за допомогою подільника напруги $R24, R25 - VD5$ від локомотивного джерела живлення (50 ± 10) В, напруга живлення при цьому становить 11,5...14 В (напруга стабілізації стабілітрона $VD5$). Четвертий каскад підсилення (колекторні кола транзисторів $VT4, VT5$ вихідного двотактного підсилювача) отримує стабілізоване живлення напругою 9...12 В, яке задається подільником напруги $R20 - VD6$ (є напругою стабілізації стабілітрона $VD6$).

Перший каскад УК виконаний на транзисторі $VT1$ і працює в класі А. Положення робочої точки, що визначає початковий струм $I_{кн}$ в колекторному колі транзистора, при відсутності вхідного сигналу задається струмом бази, що протікає у колі: $+ U_1$ (середня точка подільника напруги $R24, R25 - VD5$), резистори $R5, R6$, перехід «емітер-база» $VT1$, ділянки кіл вхідних фільтрів з контактами реле ВР та вторинна обмотка трансформатора Т2, резистор $R12$, стабілітрон $VD3$, резистор $R15, - U_1$. Стабілізація режиму роботи каскаду підсилення на $VT1$ (забезпечення незмінного початкового струму $I_{кн}$) досягається негативним зворотним зв'язком по постійному струму, що утворюється падінням напруги на резисторах $R5, R6$.

Для того щоб резистор $R5$ не зменшував значення змінної складової сигналу, він шунтований конденсатором $C4$. Резистор $R6$, що утворює негативний зворотний зв'язок за змінною складовою, дозволяє шляхом зміни його опору регулювати коефіцієнт підсилення каскаду. Негативний зворотний зв'язок за змінною складовою забезпечується також конденсатором $C5$. Основне призначення цього кола – за допомогою сильного негативного зворотного зв'язку послабити дію високочастотних завад, які можуть проникнути на вхід УК із зовнішніх кіл через ємності між проводами.

Другий каскад підсилення виконаний на транзисторі $VT2$, який включений за схемою емітерного повторювача і забезпечує підсилення сигналу лише по струму. Цього достатньо для забезпечення роботоспроможності третього каскаду на транзисторі $VT3$ з урахуванням включення між другим та третім каскадами схеми АРП на стабілітронах $VD3$, $VD4$ та конденсаторах $C7$, $C8$.

АРП необхідне для виключення перекручувань кодових сигналів, що приймаються з РЛ. Рівень струму у рейках під ПК по мірі руху локомотива від вхідного кінця блок-ділянки до її вихідного кінця може змінюватися у 10...20 разів у залежності від довжини РЛ та провідності баласту. При цьому на вхідному кінці РЛ необхідно забезпечити нормативний струм відповідно до роду локомотивної тяги. На рисунку 2.7 наведено залежність струму АЛСН у рейках від відстані голови поїзда до вихідного кінця блок-ділянки, для РЛ з нормативними параметрами довжиною 2,6 км. Залежність сигналів на вході УК при такій зміні струму можна спостерігати на рисунку 2.2 (рівень сигналів – у дБ, тобто, напруга з виходу ФЛ на вхідному та вихідному кінцях РЛ відрізняється на порядок). При незмінній чутливості УК із зростанням вхідного сигналу по мірі руху локомотива по блок-ділянці спостерігалось б подовження імпульсів та скорочення інтервалів (при незмінній сталій часу перехідного процесу ФЛ при зростанні рівня струму в рейках зменшується час наростання фронту імпульсу та збільшується час його спаду від встановленого значення до порога чутливості УК). За допомогою АРП чутливість УК зменшується, що сприяє неперекрученому прийому кодових сигналів.

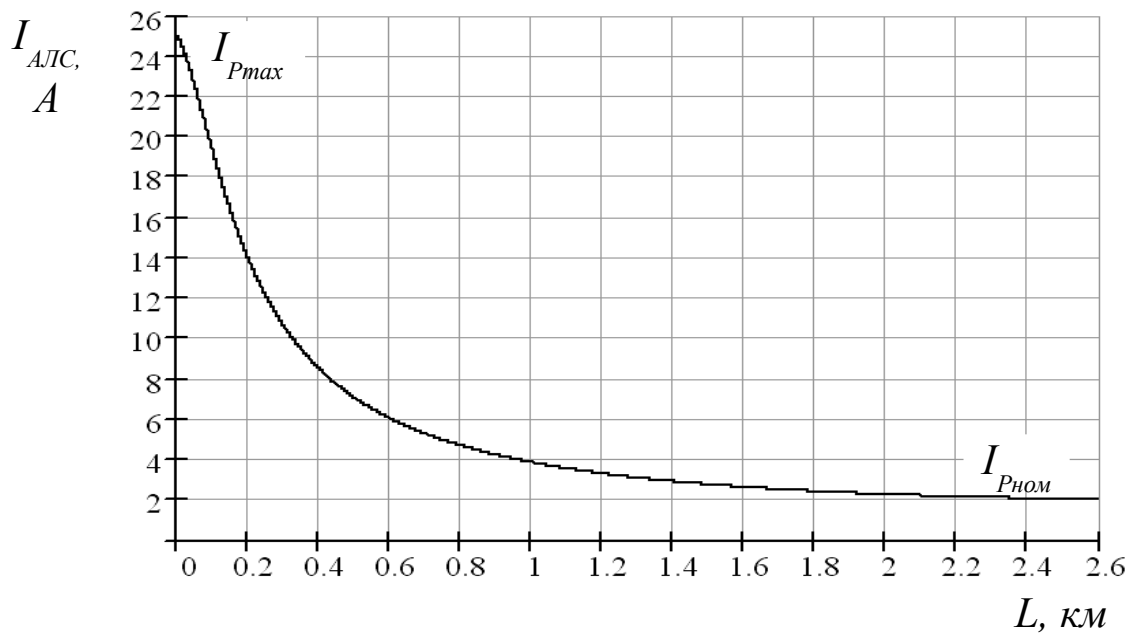


Рисунок 2.7 – Залежність амплітуди струму АЛСН в рейках під ПК від відстані локомотива до вихідного кінця блок-ділянки

За принципом дії схема АРП є двостороннім обмежувачем вхідного сигналу третього каскаду ($VT3$). Нормально через стабілітрони $VD3$ та $VD4$ подається струм зміщення, від якого залежать поріг обмеження та ефективність дії АРП. Коло струму зміщення $VD3$: $+ U1, R5, R6$, перехід «емітер – база» $VT1, R12, VD3, R15, - U1$. Коло струму зміщення $VD4$: $+ U1, R8, R9, VD4, R13, - U1$.

Під час імпульсу кодового сигналу в РЛ на вхід третього каскаду $VT3$ надходить змінний сигнал $u_{вх3}$ з виходу другого каскаду підсилення $VT2$ (падіння напруги на резисторах $R8, R10$). При негативній відносно емітера $VT2$ полярності напівхвилі вхідного сигналу, що протікає через перехід «емітер – база» $VT3$, заряджається конденсатор $C8$ по колу: $+ u_{вх3}$ (вузол між $R5, R8$), $R19$, перехід «емітер – база» $VT3, VD4, C8, R11, - u_{вх3}$. (емітер $VT2$). При зворотній, позитивній полярності вхідного сигналу заряджається конденсатор $C7$ по колу: $- u_{вх3}$ (вузол між $R5, R8$), $R19$, перехід «емітер – база» $VT3, VD3, C7, R11, + u_{вх3}$. (емітер $VT2$). Струм заряду конденсаторів $C8$ та $C7$ зростає пропорційно значенню $u_{вх3}$, тобто рівню струму кодового сигналу в РЛ.

При миттєвій негативній полярності вхідного сигналу $u_{вх3}$ конденсатор $C7$ розряджається по колу: $+u_{вх3}$ (вузол між $R5, R8, R19$, перехід «емітер – база» $VT3, VD3, C7, R11$, $-u_{вх3}$ (емітер $VT2$). Максимальний струм розряду конденсатора $C7$ дорівнює струму зміщення через стабілітрон $VD3$, який в основному визначається опором резистора $R19$. Аналогічно при зворотній миттєвій полярності розряджається конденсатор $C8$: $-u_{вх3}$ (вузол між $R5, R8, R19$, перехід «емітер – база» $VT3, VD4, C8, R11$, $+u_{вх3}$ (емітер $VT2$), максимальний струм розряду якого дорівнює струму зміщення через стабілітрон $VD4$, який в основному визначається опором резистора $R13$.

При малих значеннях $u_{вх3}$ струм заряду конденсаторів $C7, C8$ не перевищує струм зміщення через стабілітрони $VD3, VD4$ і тому дорівнює струму розряду $C7, C8$, які виявляються внаслідок цього розрядженими.

При збільшенні рівня кодового струму в рейках при деякому його значенні струм заряду конденсаторів $C7, C8$ виявляється більшим, ніж струм зміщення через стабілітрони $VD3, VD4$ і відповідно більшим, ніж струм розряду конденсаторів. Внаслідок цього на конденсаторах $C7, C8$ виявляється залишковий заряд. Ця напруга протидіє вхідному сигналу, тому чутливість УК зменшується. В інтервалах між імпульсами конденсатори $C7$ та $C8$ розряджаються відповідно по колах: $+U_{C7}, R11, R10, R8, R5, R6$, перехід «емітер – база» $VT1, R12$, $-U_{C7}$ та $+U_{C8}, R13, -U1, +U1, R8, R10, R11, -U_{C8}$. Сталі часу розряду конденсаторів можуть бути прийняті такими: $\tau_7 = C7 \cdot R12$, $\tau_8 = C8 \cdot R13$, і обираються такими, щоб забезпечити мінімальне перекручування параметрів кодових комбінацій АЛСН.

Максимального значення напруга на конденсаторах $C7, C8$ досягає тоді, коли голова поїзда знаходиться на вихідному кінці блок-ділянки, з якого здійснюється живлення РК. При цьому чутливість УК є мінімальною. Коли голова поїзда вступає на наступну блок-ділянку (наступне РК), величина струму в рейках, а відповідно, і рівень сигналу на вході УК, стрибкоподібно знижується в 10...20 разів. Така зміна струму в рейках з максимального значення (I_{Pmax}) до нормативного ($I_{Pном}$) (рисунок 2.7) призводить до втрати чутливості підсилювачем протягом часу, який називають часом

відновлення t_v (рисунок 2.1), тобто доки конденсатори $C7$, $C8$ не розрядяться, чутливість УК є недостатньою для сприйняття кодового сигналу.

Підвищення ефективності дії АРП збільшує завадозахищеність УК при гармонічних та імпульсних завадах у випадку відносно високого рівня корисного кодового сигналу. Рівень корисного сигналу при наближенні голови поїзда до живильного кінця РК значно перевищує нормативний струм спрацювання імпульсного реле на виході УК (рисунок 2.7). Тому якщо автоматично підвищити струм спрацювання УК до рівня діючого в РЛ корисного сигналу (занадто більшого за нормативний), то завади, що менші за рівнем від корисного сигналу, але перевищуватимуть нормативну чутливість, не викликать збоїв у нормальній роботі АЛСН.

При низькому рівні корисного сигналу і високому рівні завади, що накладається на сигнал, збільшується вірогідність дроблення сигналів, зниження чутливості підсилювача, збільшення часу його відновлення (що спостерігається на епюрі – рисунок 2.4,б). Для виключення цього явища в схемі АРП використано нелінійний зворотний негативний зв'язок. Між входом АРП та виходом третього каскаду підсилення ($VT3$) включено коло з додатковими резисторами $R14$, $R17$, $R23$. Це підвищує термостабільність характеристик підсилювача, а введення негативного зворотного зв'язку сприяє тому, що регулювання підсилення починає діяти тільки при досягненні визначеного рівня сигналу, в результаті чого АРП підсилювача значно покращується. Дія негативного зворотного зв'язку нелінійна. При збільшенні рівня вхідного сигналу в 2 – 3 рази у порівнянні з чутливістю УК транзистор $VT3$ працює в режимі обмеження, і подальше збільшення вхідного сигналу не змінює рівень сигналу негативного зворотного зв'язку.

Третій каскад на транзисторі $VT3$ працює в класі А. Положення робочої точки задається подільником напруги на резисторах $R15$ та $R8$, $R9$. Стабілізація режиму роботи третього каскаду підсилення (незмінність початкового струму $I_{кн}$ в колекторному колі $VT3$) досягається негативним зворотним зв'язком по постійному струму, що утворюється падінням напруги на резисторі $R19$. Для того, щоб $R19$ не зменшував змінну складову сигналу, він шунтований конденсатором $C9$. Для підвищення термостабільності характеристик УК в колі негативного зворотного зв'язку $VT3$

включено терморезистор $R18$ з негативним температурним коефіцієнтом (із зниженням температури опір $R18$ збільшується, негативний зворотний зв'язок зменшується, коефіцієнт підсилення УК зростає).

Четвертий каскад підсилення – кінцевий, двотактний, виконаний на транзисторах $VT4$, $VT5$ з навантаженням у вигляді імпульсного реле постійного струму IP типу КДР1 з одним трійниковим контактом (+ 50 В від загального контакту 21 на виході IF , IT підсилювача), опором обмотки 280 Ом та потужністю спрацювання не більше 40 мВт. Колекторні кола транзисторів $VT4$, $VT5$ отримують стабілізоване живлення напругою 9...12 В, що утворено подільником $R20 - VD6$ і є напругою стабілізації $VD6$. При відсутності струму в рейках транзистори $VT4$, $VT5$ закриті, струм через обмотку IP не протікає, реле знеструмлене. Поява на напівобмотках 1 – 2 та 3 – 4 трансформатора $TV3$ змінної напруги викликає почергове відкриття $VT4$, $VT5$ у відповідні півперіоди змінного струму вхідного сигналу, внаслідок чого в кожному півперіоді через обмотку IP протікає струм одного напрямку (здійснюється двонапівперіодне випрямлення сигналу). Для згладжування пульсацій випрямленого струму та підтримки постійної напруги на обмотці IP використано конденсатор $C10$.

Параметри схеми АРП для ліній з автономною тягою обираються з урахуванням параметрів амплітудного обмежувача (діоди $VD1$, $VD2$, що ввімкнені послідовно зустрічно в колі первинної обмотки $TV1$). Для дільниць з електричною тягою постійного струму амплітудний обмежувач не використовується (відповідне положення перемикача PI в колі обмежувача на $VD1$, $VD2$).

Імпульсне реле IP є виконавчим органом локомотивного підсилювача. Під час імпульсу струму в РК реле IP замикає фронтний контакт, через який подається живлення +50 В на вихід IF , при інтервалі IP відпускає якір, через його тиловий контакт живлення +50 В подається на вихід IT підсилювача.

2.4 Опис робочого місця

Лабораторний макет складається з ПЕОМ стандартної комплектації, яка має звукову карту з можливістю роботи в дуплексному режимі, та локомотивного підсилювача УК-25/50М-Д. Електричне живлення УК здійснюється від джерела живлення постійного струму 50 В. Елементи підсилювача розміщені на шасі і закриті кришкою. На верхній частині кришки УК встановлено галетний перемикач на п'ять положень, за допомогою якого здійснюється комутація входу звукової карти ПЕОМ на виходи окремих каскадів УК:

- положення 1 – вихід першого каскаду підсилення УК;
- положення 2 – вихід другого каскаду підсилення УК, вхід каскаду АРП;
- положення 3 – вихід третього каскаду підсилення;
- положення 4 – вихід четвертого каскаду підсилення, обмотка імпульсного реле;
- положення 5 – вихід 6 (ИФ) УК (фронтний контакт ИР)

Таким чином, відповідно до форми сигналу, що подається на вхід УК, можливе послідовне покаскадне спостереження за формою та перетворенням сигналу числового коду АЛСН, його запис у пам'ять ПЕОМ з виходу різних каскадів УК (п'ять контрольних точок спостереження). Для цього в ПЕОМ використано звукову карту, яка може одночасно реалізувати відтворення сигналів з видачею їх на лінійний вихід та приймання і відображення сигналу з контрольних точок УК (так званий дуплексний режим).

Для відтворення сигналу числового коду використовується програма звукового редактора Sound Forge, після запуску якої необхідно відкрити файли із записами числового коду АЛСН, отриманими від керівника занять як індивідуальне завдання.

Дослідження за сигналами, що перетворюються та підсилюються УК, здійснюється з використанням програми звукового редактора Cool Edit Pro, на базі якого реалізовано функцію запам'ятовуючого осцилографа. Відтворені та відображені на екрані монітора епюри напруги числового коду можуть бути збережені у

будь-якому дозвільному форматі звукового редактора Cool Edit Pro або записані у форматі зображення (.bmp, .jpeg) із використанням функції Print Screen для їхнього використання у подальшому аналізі ефективності роботи УК.

2.5 Програма виконання лабораторної роботи

1 Вивчення призначення, особливостей побудови, схемної реалізації та функціонування в локомотивних пристроях АЛСН підсилювача УК-25/50М-Д.

2 Дослідження ефективності функціонування підсилювача УК-25/50М-Д із збереженням результатів досліджень у файл при подачі на вхід УК записів сигналів числового коду АЛСН за варіантами, що видаються в електронному вигляді керівником занять індивідуально кожному студенту.

3 Аналіз причин збоїв в роботі підсилювача УК-25/50М-Д за результатами досліджень по п. 2 при наявності в записах числового коду електромагнітних завад.

2.6 Методика виконання лабораторної роботи

Завдання 1. Самопідготовка й допуск до виконання роботи

Самостійно за рекомендованою літературою [2-4] та цими методичними вказівками необхідно в системі АЛСН визначити:

- структурну схему тракту передавання сигналів числового коду з колії на локомотив;
- місце і функціональне призначення локомотивного підсилювача.

На базі самостійної підготовки до проведення досліджень у лабораторії потрібно пройти допуск, для чого необхідно правильно відповісти на питання викладача й подати в оформленому вигляді перші три пункти звіту про роботу.

Завдання 2. Дослідження ефективності функціонування локомотивного підсилювача УК-25/50М-Д при відсутності та наявності електромагнітних завад в індуктивному каналі зв'язку між колійними і локомотивними пристроями АЛСН

1 Ознайомитися з лабораторним стендом та вимірювальними приладами, що знаходяться на ньому.

2 Не вмикаючи живлення стенда, вивчити схему електричну принципову локомотивного підсилювача УК-25/50М-Д.

3 Отримати у керівника заняття файли із фрагментами записів сигналів числового коду АЛСН з виходу локомотивного фільтра.

4 Провести практичні дослідження ефективності роботи локомотивного підсилювача при відсутності та наявності електромагнітних завад в індуктивному каналі АЛСН та тракці локомотивних приймальних пристроїв. Для чого виконати таке:

- ввімкнути тумблер Т1 «Сеть» і за допомогою автотрансформатора АТ1 встановити напругу живлення підсилювача $=50$ В за показанням вольтметра V;

- встановити перемикач контрольних точок УК в положення 1;

- завантажити у звуковий редактор Sound Forge (активне вікно на верхній половині екрана монітора) файл запису кодової послідовності АЛСН, ввімкнути функцію його циклічного відтворення;

- у “вікні” звукового редактора Cool Edit Pro (нижня половина екрана монітора) в момент початку відтворюваної послідовності ввімкнути функцію запису сигналу, по закінченні відтворюваного сигналу зупинити запис;

- зберегти отриману епюру напруги з виходу першого каскаду підсилення УК у форматі картинки;

- послідовно перемикати перемикач на кришці УК на 2...5 положення із записом та збереженням отриманих сигналів, що надходять на вхід звукової карти ПЕОМ з виходу різних каскадів УК (наведені у п. 2.3 даних методичних вказівок).

5 Провести аналіз та порівняння епюр напруги, отриманих з контрольних точок УК. Зробити висновки щодо отриманого результату функціонування УК, причин збоїв (при їхній наявності) в роботі імпульсного реле на виході УК відповідно до якості вхідної послідовності числового коду АЛСН на його вході.

2.7 Зміст звіту

- 1 Назва та мета роботи.
- 2 Конструктивні особливості локомотивного підсилювача УК-25/50М-Д.
- 3 Схема електрична принципова локомотивного підсилювача УК-25/50М-Д.
- 4 Результати досліджень індивідуального завдання (згідно з отриманим записом епюри напруги на виході ФЛ) у вигляді записів сигналів числового коду з виходу різних каскадів УК.
- 5 Висновки щодо ефективності роботи локомотивних вхідних пристроїв АЛСН та причин спотворень сигналів на виході УК при наявності електромагнітних завад в індуктивному каналі АЛСН.

2.8 Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Призначення підсилювача локомотивного УК-25/50М-Д та його місце у тракті локомотивних приймальних пристроїв АЛСН.
- 2 Технічна реалізація в УК можливості функціонування на частотах сигнального струму 25, 50, 75 Гц.
- 3 Основні технічні параметри УК та їхня характеристика.
- 4 Принципи побудови локомотивного підсилювача, його основні функціональні вузли, їхнє призначення та робота.
- 5 Використання в УК функції АРП, його призначення, технічна реалізація, принцип дії.
- 6 Джерела електромагнітних завад в каналі АЛСН Вплив на функціонування локомотивних вхідних пристроїв АЛСН гармонічних та імпульсних завад в каналі зв'язку між колійними та локомотивними пристроями.
- 7 Ефективність дії АРП при русі поїзда з входу до виходу блок-ділянки в умовах відсутності та наявності в індуктивному каналі АЛСН електромагнітних завад.
- 8 Як контролюються блок-ділянки АБ при встановленому неправильному напрямку руху?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Інструкція про порядок користування автоматичною локомотивною сигналізацією безперервного типу (АЛСН) і пристроями контролю пильності машиніста на залізницях України: ЦТ-ЦШЕОТ-0027: Затв. Наказом Міністерства транспорту України 27.01.2000. – К., 2000. – 30 с.

2 Автоматическая локомотивная сигнализация и авторегулировка /А.М. Брылеев, О. Поупе, В.С. Дмитриев, Ю.А. Кравцов, Б.М. Степенский / - М.: Транспорт, 1981. – 319 с.

3 Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов: Учеб. для техникумов ж.-д. трансп. - М.: Транспорт, 1995. – 320 с.

4 Леонов А.А. Техническое обслуживание автоматической локомотивной сигнализации.–5-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1982.–255 с.

5 Сороко В.И., Кайнов В.М. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник: В 3-х кн. – М.: НПФ "ПЛАНЕТА", 2003. – 1120 с.