

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ФАКУЛЬТЕТ «АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНІКА ТА
ЗВ'ЯЗОК»

Кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом
поїздів»

**РОЗРАХУНОК І ДОСЛІДЖЕННЯ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРИСТРОЯХ
ІНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РУХУ ПОЇЗДІВ
НА ПЕРЕГОНАХ**

**ЗАВДАННЯ І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять та виконання розрахунково-
графічної роботи з дисципліни
*«СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ НА ПЕРЕГОНАХ»***

для студентів 5-го курсу денної й 6-го курсу заочної форми
навчання

факультету АТЗ спеціалізації 7.05020203 «Автоматика та
автоматизація на транспорті»

Харків 2015

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів 26 лютого 2015 р., протокол № 6.

Описано методику складання електричної схеми заміщення і аналізу електричних та електромагнітних процесів, що відбуваються в окремих складових систем інтервального регулювання руху поїздів на перегонах: автоблокування, автоматичної переїзної сигналізації, локомотивних пристроїв сигнального авторегулювання. Наведено індивідуальні завдання та методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи, а також рекомендації до самостійного вивчення відповідних тем курсу.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 7.05020203 «Автоматика і автоматизація на транспорті» 5 курсу денної та 6-го курсу заочної форм навчання, а також слухачів Навчально-наукового інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів, що вивчають курс «Системи автоматики на перегонах».

Укладачі:

доц. С.В. Кошевий,
старш. викл. О.Ю. Каменєв

Рецензент

проф. М.М. Бабаєв

ЗМІСТ

Вступ	4
Розрахунок і дослідження електромагнітних процесів у пристроях інтервального регулювання руху поїздів на перегонах	5
Мета роботи	5
Короткі відомості для виконання роботи	5
1 Складання еквівалентних схем заміщення однорідної лінії	7
2 Аналіз функціонування складових автоматичної локомотивної сигналізації з індуктивним каналом зв'язку між колійними та локомотивними пристроями	15
3 Моделювання кіл контролю стану перегону та зміни напрямку руху по коліях перегону чотирипровідної схеми для мікропроцесорної системи електричної централізації .	25
4 Моделювання кіл контролю стану перегону та зміни напрямку руху по коліях перегону двопровідної схеми для мікропроцесорної системи електричної централізації	29
Зміст звіту про роботу	30
Завдання на розрахунково-графічну (контрольну) роботу	32
Рекомендації до виконання та оформлення роботи	39
Рекомендації до самостійної роботи	40
Список літератури	41

ВСТУП

Курс «Системи автоматики на перегонах» (САП), що вивчається студентами спеціальності «Автоматика і автоматизація на транспорті», містить широкий комплекс відомостей про системи колійного блокування (автоматичного блокування (АБ), напівавтоматичного блокування (НАБ), автоматичної переїзної сигналізації (АПС)) та локомотивні пристрої сигнального авторегулювання (САР), які застосовуються на залізницях для інтервального регулювання руху поїздів (ІРРП), збільшення пропускної спроможності й забезпечення безпеки руху поїздів.

Обсяг даного курсу визначається навчальним планом спеціальності та робочою і навчальною програмами з дисципліни «Системи автоматики на перегонах».

Відповідно до навчального плану студентам V курсу денної (VI курсу заочної) форми навчання в процесі вивчення змістових модулів курсу необхідно:

а) самостійно вивчити розділи курсу за рекомендованим навчально-методичним забезпеченням дисципліни, конспектами лекцій і додатковою нормативною і технічною літературою;

б) виконати протягом навчального семестру дві контрольні роботи за відповідним індивідуальним варіантом (для студентів денної форми навчання – по одній розрахунково-графічній роботі у кожному модулі).

Основною формою виконання індивідуального завдання є самостійна робота студента, яка ґрунтується на знаннях, що отримуються на аудиторних лекційних, практичних і лабораторних заняттях.

Пристаюючи до вивчення чергового розділу програми курсу, необхідно попередньо ознайомитися із його змістом й одержати загальне уявлення про пристрої, що розглядаються у відповідному розділі курсу, та їхнє призначення.

Починаючи роботу над індивідуальним завданням, необхідно насамперед чітко усвідомити умови завдання, структуру та функціонально незалежні складові пристроїв і причинно-наслідкові зв'язки явища, що спостерігається у пристроях, аналіз функціонування яких здійснюється. Вивчення

функціонування окремих пристроїв та вузлів систем залізничної автоматики необхідно погоджувати з вивченням побудови та роботи апаратури, яка використовується у цих пристроях.

Такі знання функціонування апаратури та процесів (фізичних, технологічних і способу їх формалізації залежно від завдання) дають змогу створити найбільш адекватні електричні схеми заміщення, саме за якими можливе проведення досліджень видимих та невидимих явищ, що відбуваються у пристроях залізничної автоматики.

Найбільш складні розділи курсу корисно конспектувати, а за необхідності – звертатися за консультацією до викладача.

У процесі навчання студенти повинні стежити з технічних періодичних видань та літератури за розвитком нової техніки ІРРП і вчасно вивчати її.

РОЗРАХУНОК І ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРИСТРОЯХ ІНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ПЕРЕГОНАХ

Мета роботи

Відповідно до індивідуального завдання електромагнітні процеси або окремі схемні складові системи ІРРП формалізувати (побудувати модель) у вигляді електричної схеми заміщення. Дослідження отриманої моделі з метою визначення її кількісних або якісних параметрів може бути проведене за вибором виконавця завдання (студента) або шляхом математичних обчислень, наприклад, у програмному середовищі MathLAB, MathCAD, або шляхом моделювання, наприклад, у програмному середовищі EWB, MultiSim, SimuLink.

Короткі відомості для виконання роботи

Струм в електричних колах, магнітний потік, утворений джерелами магніторухійної сили, електромагнітні процеси, що відбуваються в окремих складових електротехнічних приладів, є явищами, що опосередковано проявляються шляхом перетворення

енергії електричного або магнітного поля в інші види енергії. Характер протікання таких процесів залежить від ряду факторів [1]:

- конфігурації електричних або магнітних кіл, параметрів елементів та джерел живлення, що входять до цих кіл, тощо;

- зміни у колах передачі даних та пристроях залізничної автоматики коефіцієнта передачі за рахунок зміни параметрів окремих елементів, що входять у тракт передачі сигналів (утворення так званих мультиплікативних завад);

- впливу на пристрої залізничної автоматики інших джерел живлення, тобто накладання (суперпозиція) сигналів завад сторонніх джерел на інформаційний (корисний) сигнал (утворення так званих адитивних завад).

Наприклад, у системі автоматичної локомотивної сигналізації (АЛСН) в індуктивному каналі зв'язку між рейками та локомотивними приймальними котушками причинами утворення мультиплікативних завад можуть бути механічні коливання котушок відносно рейок під час руху поїзда, проходження поїздом на значній швидкості (понад 100 км/год) зон стрілочних переводів, ізолюючих стиків, залишених у міжколійї рейок. До причин виникнення адитивних завад можна віднести вплив на вхідні пристрої АЛСН зворотного тягового струму, електрокомутаційного обладнання локомотивів, грозових розрядів, високовольтних ліній електропередач тощо [2 – 5].

Незважаючи на складність як структури окремих складових систем залізничної автоматики, так і тих електромагнітних процесів, що в них відбуваються, усі вони можуть бути відображені еквівалентною електричною схемою заміщення, у якій джерела енергії та пасивні елементи відображаються набором з трьох елементів відповідно: джерела струму (J), електрорушійної (E) та магніторушійної (F) сили; активного опору (r), індуктивності (L), ємності (C) з обміном між ними енергією магнітного та електричного поля з тепловими втратами (джоулеве тепло) [1].

Таким чином, будь-який електротехнічний пристрій будь-якої складності і будь-які електромагнітні процеси, що в них відбуваються (як наочно видимі, так і невидимі), можуть бути зображені у вигляді схеми заміщення, що складається з перелічених вище активних та пасивних елементів. Рівень (глибина) декомпозиції досліджуваних пристроїв та процесів,

урахування за обраними критеріями обмежень, що більш або менш суттєво впливають на функціонування досліджуваного об'єкта, дають можливість отримати якісну характеристику рівня відповідності (адекватності) схеми заміщення (моделі, формалізованої копії) реальним пристроєм і явищам.

Варіанти індивідуального завдання на розрахунково-графічну роботу, що подані нижче у таблиці 1, можуть бути згруповані за кількома тематиками: локомотивні пристрої автоматичної локомотивної сигналізації та індуктивний канал зв'язку між колійними та локомотивними пристроями; тональні рейкові кола та процеси, що в них відбуваються; електричні кола з розподіленими параметрами, процеси в рейковій лінії; пристрої та складові систем залізничної автоматики, схеми узгодження між пристроями автоматики, перехідні процеси в схемних вузлах дешифратора тощо. Відповідно до довільно обраних складових систем автоматики, з метою з'ясування технології розроблення схем заміщення, визначення їх ролі у подальших аналізі, дослідженнях та обчисленнях якісних і кількісних параметрів обраних пристроїв, далі розглянуто окремі приклади розроблення електричних схем заміщення.

1 Складання еквівалентних схем заміщення однорідної лінії

Електричні кола умовно поділяються на кола із зосередженими і розподіленими параметрами [1].

До *електричних кіл із зосередженими параметрами* відносять схеми, у яких можна просторово виділити елементи, що накопичують магнітну та електричну енергію або виділяють теплову енергію. При послідовному з'єднанні таких елементів струм у них однакової величини (не залежить від довжини схеми).

До *електричних кіл з розподіленими параметрами* (лінії, хвилеводи, радіоантени, рейкові лінії) відносять схеми, у яких елементи, що виділяють теплову енергію або накопичують магнітну та електричну енергію, просторово розподілені, а струм і напруга є не тільки функцією часу, але і координатами кола: $u=u(x, t)$, $i=i(x, t)$.

Можливість використання методів теорії електричних кіл для розрахунку кіл з розподіленими параметрами ґрунтується на зображенні лінії у вигляді кола з нескінченно великою кількістю

нескінченно малих за величиною пасивних елементів (рисунок 1). Відповідно до цього використовується поняття так званих первинних або погонних параметрів лінії: резистивного опору R_0 , індуктивності L_0 , ємності C_0 , провідності G_0 одиниці довжини лінії.

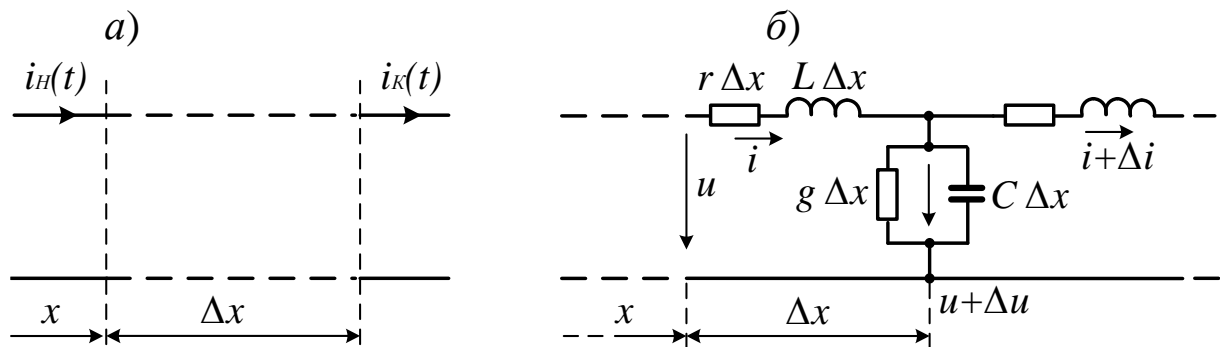


Рисунок 1 – Двопровідна нескінченно мала ділянка лінії (а) та схема її заміщення (б)

Відповідно до рівнянь прирощення напруг та струмів на елементі лінії довжиною Δx , рівняння, що відомі у літературі як телеграфні рівняння, мають вигляд [1, 5]:

$$\begin{cases} -\frac{\partial u}{\partial x} = ri + L \frac{di}{dt} \\ -\frac{\partial i}{\partial x} = gu + C \frac{du}{dt} \end{cases} \quad (1)$$

Використовуючи комплексну форму запису, система рівнянь (1) набуває вигляду, відомого як диференціальні рівняння для гармонічних коливань [1]:

$$\begin{cases} -\frac{d\dot{U}}{dx} = (r + j\omega L)\dot{I} \\ -\frac{d\dot{I}}{dx} = (g + j\omega C)\dot{U} \end{cases} \quad (2)$$

З системи рівнянь (2) отримують вирази, які називають вторинними параметрами лінії із розподіленими параметрами. До них відносять хвильовий опір лінії

$$Z_B = \sqrt{\frac{r + j\omega L}{g + j\omega C}} \quad (3)$$

та коефіцієнт розповсюдження хвилі

$$\gamma = \sqrt{(r + j\omega L)^2 (g + j\omega C)^2} = \alpha + j\beta \quad (4)$$

Розглядаючи сумісно рівняння для напруги та струму у будь-якій точці лінії, отримаємо систему основних рівнянь для лінії

$$\begin{cases} \dot{U}(x) = A_1 e^{-\gamma x} + A_2 e^{\gamma x} \\ \dot{I}(x) = \frac{A_1}{Z_B} e^{-\gamma x} - \frac{A_2}{Z_B} e^{\gamma x} \end{cases} \quad (5)$$

До електричної лінії доцільно використовувати поняття чотириполюсника (ЧП) з так званими А-параметрами, що пов'язують між собою залежності напруги та струму на вході ЧП (початку лінії) з напругою та струмом на виході ЧП (кінці лінії):

$$\begin{cases} U_H = U_K \operatorname{ch} \gamma l + I_K Z_B \operatorname{sh} \gamma l \\ I_H = \frac{U_K}{Z_B} \operatorname{sh} \gamma l + I_K \operatorname{ch} \gamma l \end{cases} \quad (6)$$

Саме рівнянням (6) доцільно користуватися при розв'язанні задач, пов'язаних з процесами, що протікають у рейкових колах, при зображенні в електричних схемах заміщення окремих ланок рейкової лінії як ЧП з розподіленими параметрами.

Низка завдань, що наведені нижче у таблиці 1, пов'язана з дослідженнями роботи тональних рейкових кіл (ТРК), тому доцільним буде розглянути методику розв'язання завдань, що

містять у собі елементи з розподіленими параметрами у вигляді рейкової лінії.

Припустимо, перегін обладнаний системою АБТЦ, ділянка однієї з колій перегону (непарна колія) з сигнальною установкою 5 наведена на рисунку 2. По блок-ділянці 3П до світлофора 5 наближається поїзд. У завданнях таблиці 1, пов'язаних з аналізом ТРК, пропонується, наприклад, визначити зону додаткового шунтування рейкового кола Н11П, що розташовано на входному кінці блок-ділянки 5П за світлофором 5, залежність довжини цієї зони від несучої частоти ТРК Н11П і провідності ізоляції Н11П.

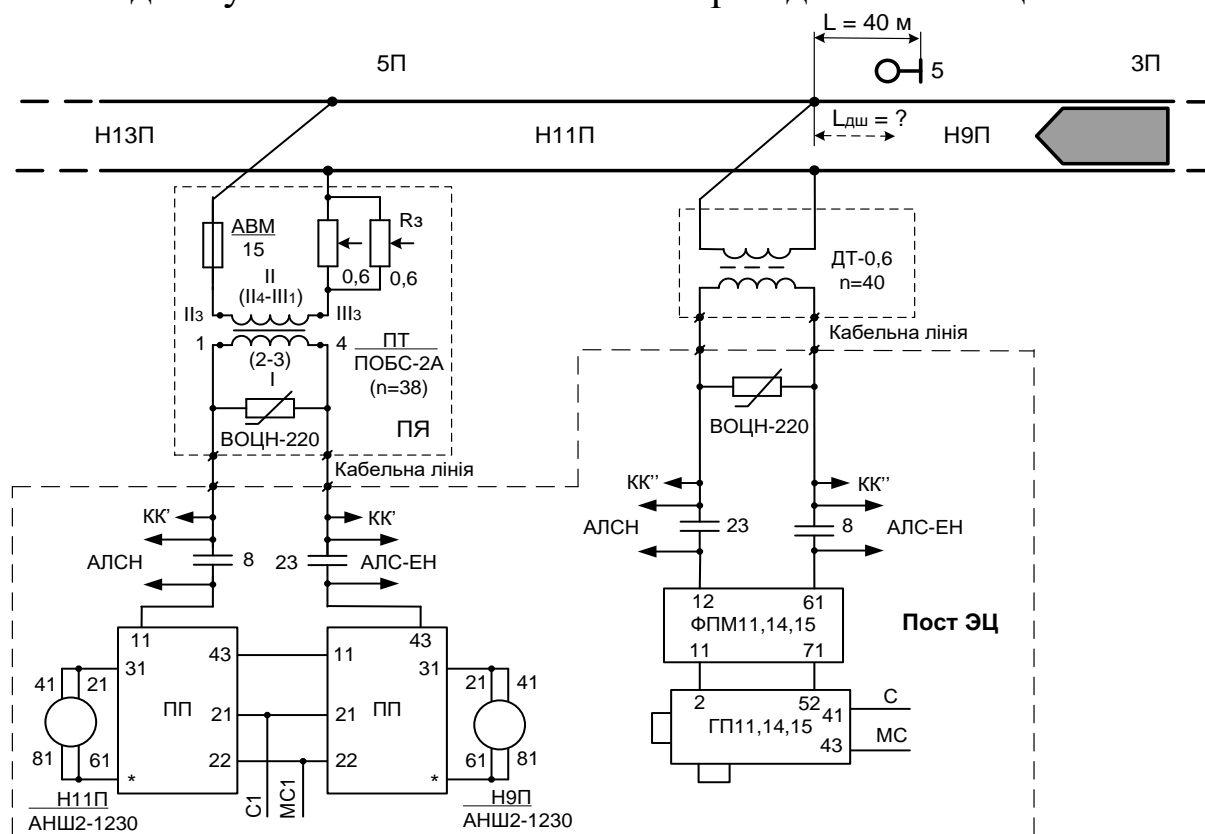


Рисунок 2 – Схема тонального рейкового кола Н11П входного кінця блок-ділянки 5П

Схема ТРК (див. рисунок 2) не дає змогу проводити наведені вище обчислення. Необхідно скласти електричну схему заміщення ділянки колії з ТРК Н11П, до якої наближається поїзд. І рейкові лінії, і тракт передачі сигналів від генератора до реле у Н11П можуть бути подані у вигляді каскадного з'єднання ЧП. Апаратуру живильного (генераторного) кінця на посту ЕЦ та пристроїв узгодження і захисту приймального (релейного) кінця

на перегоні зобразимо у вигляді узагальнених ЧП. Тоді розрахункова електрична схема заміщення обладнаної ТРК ділянки колії перегону, на якій до світлофора 5 наближається поїзд, зображена на рисунку 3.

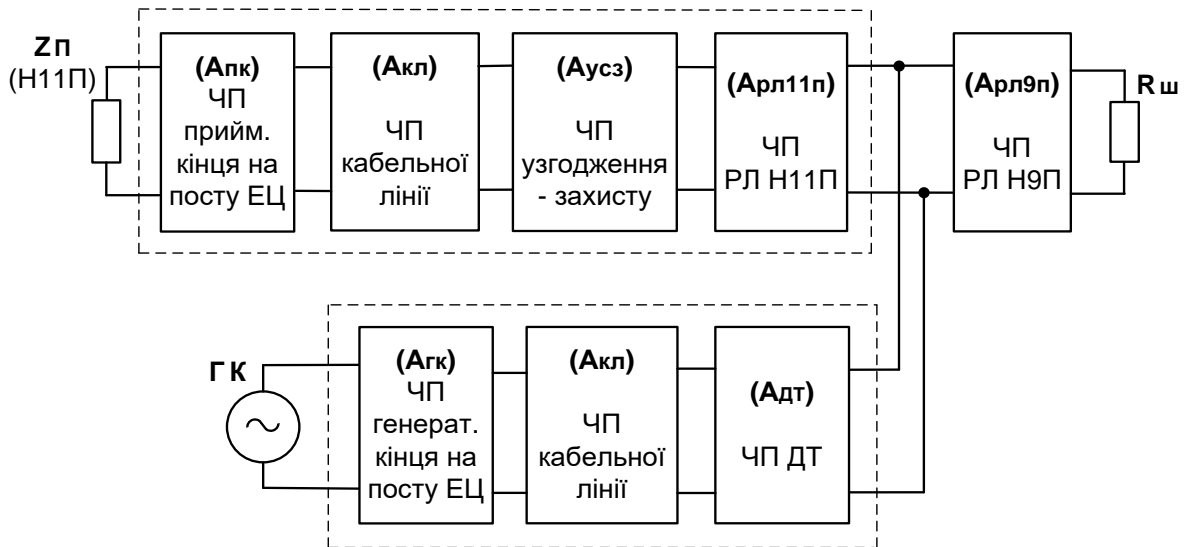


Рисунок 3 – Еквівалентна електрична схема заміщення ТРК 11П у вигляді ЧП при наближенні до нього поїзда з живильного кінця від ТРК 9П

Для отримання параметрів результуючого ЧП, що утворюється з комбінації більш простих ЧП, що мають каскадне з'єднання (на рисунку 3 позначені у прямокутниках з пунктирними лініями), і параметри яких відомі (наведені у довіднику [5, 7]) або можуть бути легко обчислені, перетворимо схему рисунка 3 до вигляду, наведеного у рисунку 4. Загальна матриця (A_{PEZ}) каскадно з'єднаних ЧП дорівнює добутку матриць виду (A) , що входять у це з'єднання:

$$(A_{ПКPEZ}) = (A_{РЛ11П})(A_{УСЗ})(A_{КЛ})(A_{ПК}) \quad (7)$$

$$(A_{ГКPEZ}) = (A_{ГК})(A_{КЛ})(A_{ДТ}) \quad (8)$$

Послідовність розрахунку відповідно до отриманої схеми заміщення може бути такою:

1 Відповідно до вихідних даних завдання розраховують (за наявними електричними первинними параметрами ЧП) вторинні

параметри ЧП рейкових та кабельних ліній, що входять до складу схеми заміщення.

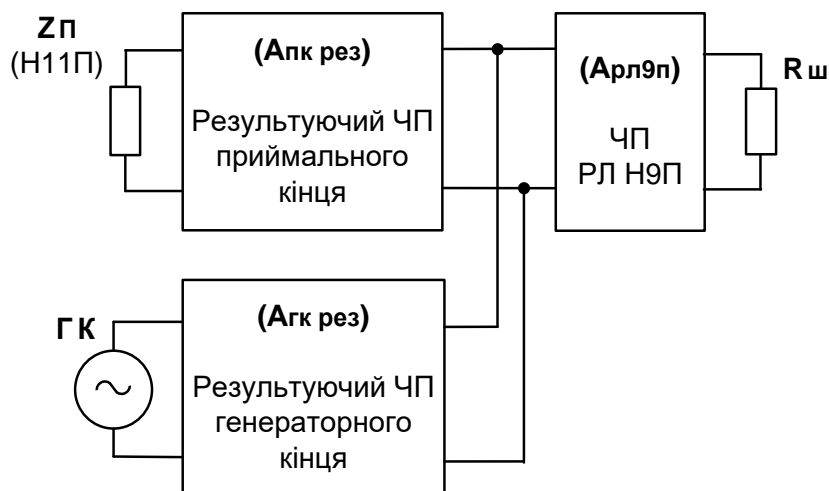


Рисунок 4 – Еквівалентна електрична схема заміщення ТРК 11П у вигляді результуючих ЧП при наближенні до нього поїзда з живлячого кінця від ТРК 9П

2 Розраховують (A) -параметри кабельних ліній генераторного й приймального кінців ТРК та рейкової лінії. (A) -параметри таких елементів, як колійні трансформатори, ДТ обираються з довідникової літератури [5 – 7]; резисторів, конденсаторів – обчислюють відповідно до способу їхнього включення у тракт передачі (послідовно або паралельно).

3 Визначають (A) -параметри (A_{PE3}) результуючих ЧП при наявності каскадного з'єднання кількох простих ЧП.

4 Розраховують вхідні опори:

– результуючого ЧП на генераторному кінці з боку ТРК 11П з включеним на виході ЧП приймачем (вхідний опір є константою, на виході ЧП включений колійний приймач з вхідним опором 140...160 Ом):

$$Z_{ВХПК} = \frac{A_{ПКРЕЗ} \cdot Z_{ПК} + B_{ПКРЕЗ}}{C_{ПКРЕЗ} \cdot Z_{ПК} + D_{ПКРЕЗ}}; \quad (9)$$

– з боку ТРК 9П (на виході ЧП рейкової лінії 9П – колісний (поїзний) шунт $Z_{ш} = 0,06$ Ом):

$$Z_{BX9П} = \frac{A_{9П} \cdot Z_{Ш} + B_{9П}}{C_{9П} \cdot Z_{Ш} + D_{9П}} \quad (10)$$

5 Розраховують еквівалентний вхідний опір паралельно з'єднаних генераторних кінців ЧП відповідно 11П та 9П.

6 Визначають загальний струм на генераторному кінці та перерозподіл струмів між приймальним кінцем 11П і шунтом на 9П (по колії 9П у напрямку генераторного кінця рухається поїзд). Перерозподіл струмів при наближенні поїзда до генераторного кінця ТРК з боку 9П на відстані 300...0 м для двох значень провідності ізоляції баласту та використанні в ТРК двох несучих частот наведений на рисунку 5.

7 За відомими вхідним опором приймача та струмом на приймальному кінці знаходять залежність зміни напруги на затискачах колійного приймача від координати шунта, що наближається до місця включення генератора у рейкову лінію (на рисунку 6 зони додаткового шунтування показані для двох значень провідності ізоляції баласту та двох несучих частот).

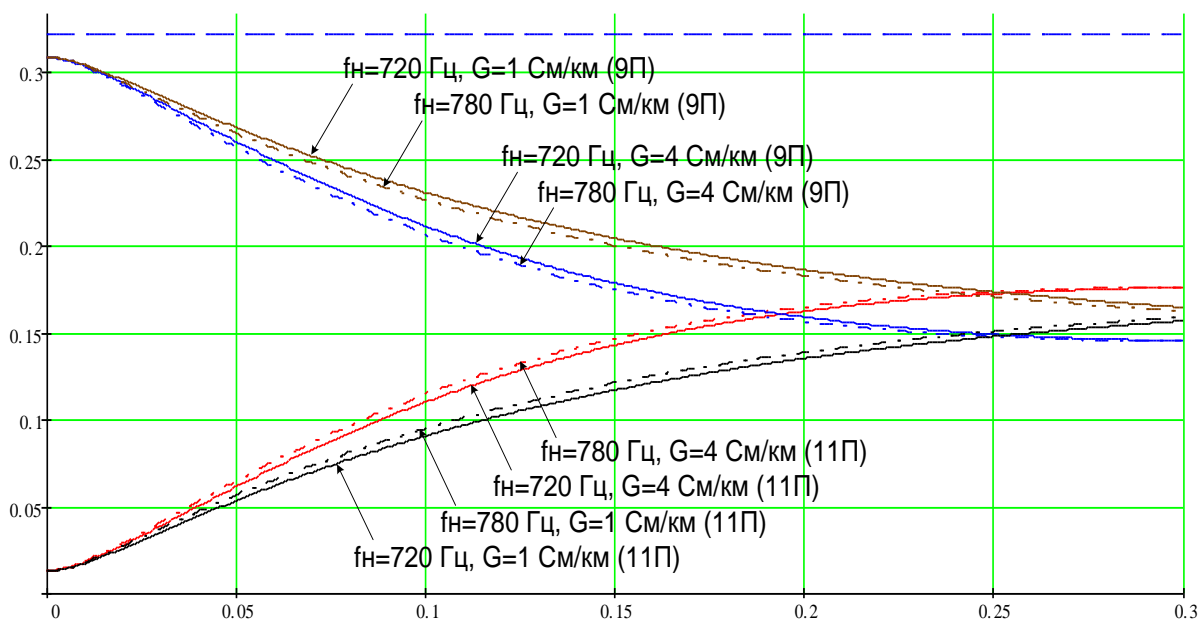


Рисунок 5 – Перерозподіл струмів у рейкових лініях 11П та 9П при наближенні поїзда до генераторного кінця з боку 9П для двох значень провідності ізоляції баласту і несучої частоти

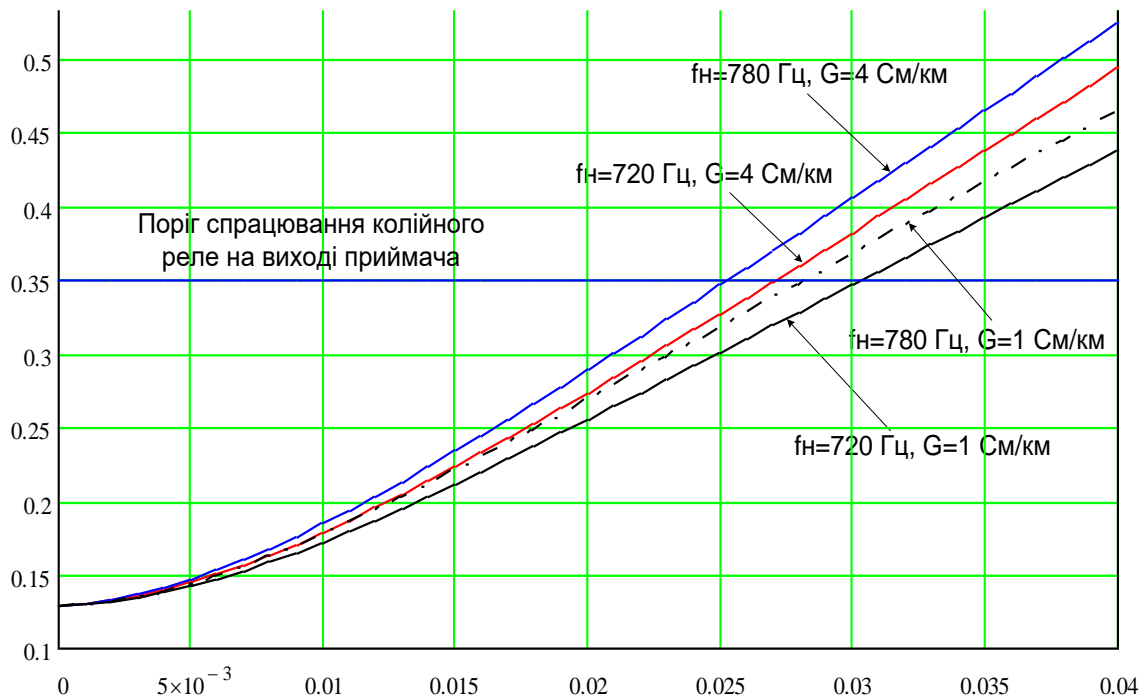


Рисунок 6 – Залежність напруги (В) на колійному приймачі від відстані (м) голови поїзда до місця підключення колійного генератора у рейкову лінію

За результатами отриманих розрахунків для обраних параметрів рейкової лінії зона додаткового шунтування при наближенні поїзда до живильного кінця ТРК склала від 25 м ($f_H = 780$ Гц, $g = 4$ См/км) до 31 м ($f_H = 720$ Гц, $g = 1$ См/км).

Таким чином, винесення світлофора від місця підключення генератора у рейкову лінію на 40 м у напрямі руху поїзда є виправданим запобіжним заходом, що поліпшує умови роботи локомотивних бригад, а саме – перекриття прохідного світлофора на заборонне показання відбудеться вже після проходження його головою поїзда.

2 Аналіз функціонування складових автоматичної локомотивної сигналізації з індуктивним каналом зв'язку між колійними та локомотивними пристроями

2.1 Приймальні котушки та електрична схема їх заміщення

Індуктивний зв'язок рейок, як провідників, по яких протікає струм автоматичної локомотивної сигналізації неперервного типу (АЛСН), з приймальними пристроями АЛСН здійснюється за допомогою приймальних котушок (ПК). Феромагнітне розімкнене осердя, що згущує магнітний потік, який утворюється струмом у рейках, набране з листів трансформаторної сталі, що зменшує втрати в осерді від вихрових струмів. ПК підвішуються перед першою колісною парою локомотива, електро- та дизель-поїзда і мають розміщуватися так, щоб на прямій ділянці колії середина осердя розташовувалась над віссю ходової рейки, а нижня частина обрису котушки була вище рівня головки рейки на 175 ± 5 мм (рисунок 7). 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.

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

Дві ПК, що розміщені над різними рейками, з'єднуються послідовно зустрічно. Тоді за рахунок того, що струм в 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 , визначається як

$$\dot{E} = j2\pi f (M_{1np} + M_{2np}) \dot{I}_k. \quad (11)$$

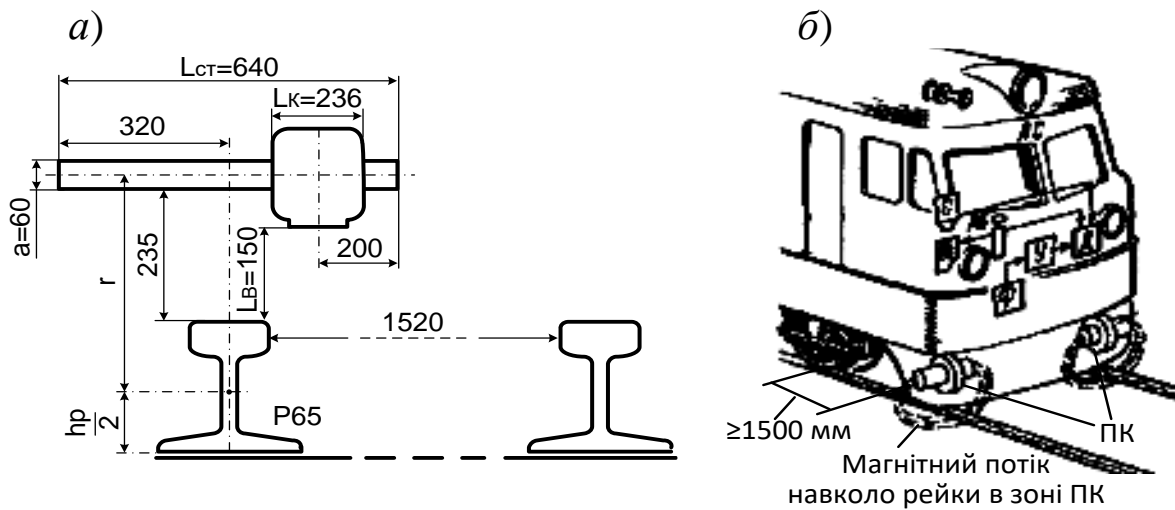


Рисунок 7 – Розміщення ПК: *a* – над рейкою; *б* – на локомотиві

При зміщенні центрів осердя обох ПК на 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 (рисунок 7, *a* – котушка зміщена відносно осі рейки в бік міжколійя). В результаті сумарна ЕРС ($E_1 + E_2$) практично не змінюється.

У схемі заміщення ПК послідовно з джерелом ЕРС – E_1 та E_2 , що є наведеними в ПК1 та ПК2 від дії магнітного поля, утвореного сигнальним струмом у рейках, включено котушки індуктивності з параметрами $L_{к1}$, $R_{к1}$, $L_{к2}$, $R_{к2}$ – відповідно індуктивність та активний опір ПК1 та ПК2 (рисунок 8).

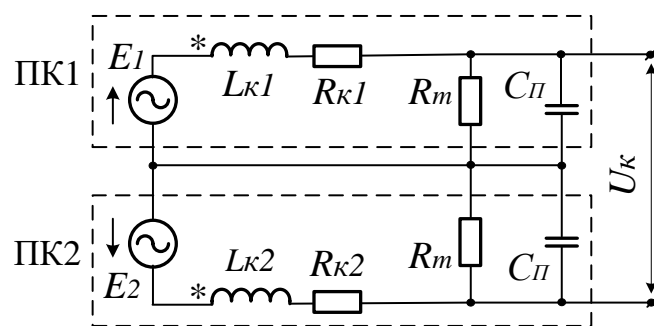


Рисунок 8 – Еквівалентна схема заміщення локомотивних ПК

Паралельно схемі заміщення кожної обмотки ПК включено R_m та $C_{п}$ – відповідно активні втрати в металевих частинах кріплення і кожному ПК від вихрового струму та паразитна

ємність між витками обмоток ($w = 3125$ витків). Сумарна напруга U_k від ЕРС E_1 та E_2 , що наведені у двох ПК, відповідно до частоти сигнального струму АЛСН подається на вхід фільтра ФЛ25/75М (25 Гц) або на вхід підсилювача УК25/50М (50 Гц).

2.2 Загальна структурна схема локомотивних пристроїв АЛСН

Передачу сигналів числового коду з колії на локомотив в АЛСН можна розглядати як передачу інформації від одного єдиного джерела – живильного кінця РК, що кодується, до одного єдиного приймача – приймальних пристроїв АЛСН на локомотиві, який розташовується на цьому РК.

Тракт приймання та обробки сигналів числового коду в локомотивних пристроях АЛСН має такі конструктивні складові (рисунок 9): ФЛ – фільтр локомотивний, до складу якого входять дві з'єднані між собою послідовно зустрічно приймальні котушки (ПК1, ПК2); УК – підсилювач (приймач) з імпульсним реле (ІР) на виході; ДШ – релейний дешифратор числового коду; ЛС – локомотивний світлофор.

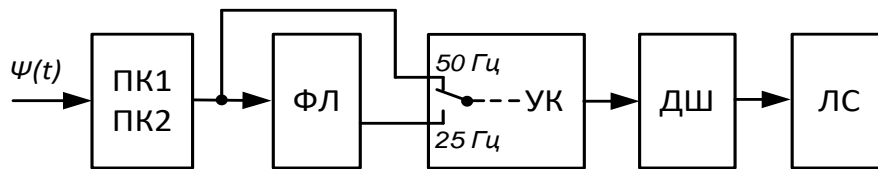


Рисунок 9 – Структурна схема локомотивних пристроїв АЛСН

Наведені складові тракту приймання та попередньої обробки сигналів числового коду відіграють відповідну роль у загальному показнику заводозахисності пристроїв АЛСН на локомотиві. ФЛ, що заглушує й відсіює широкий спектр завод, у процесі виділення сигналу числового коду є важливою ланкою в приймальних пристроях АЛСН.

2.3 Ізолюючі стики і умови перетворення їх у джерело електромагнітних завод для АЛСН

Заводи виникають при проходженні локомотивом зон ізолюючих стиків, коли електромагнітний зв'язок ПК з рейковими

нитками однієї ізольованої секції зменшується і зникає, а через деякий час з рейковими нитками наступної секції з'являється. Збої в роботі АЛСН при проходженні зон ізолюючих стиків пов'язані з [2 – 5]:

- порушенням ритмічності надходження числового коду на локомотивні приймальні пристрої АЛСН;
- адитивними завадами від дії тягового струму, що протікає як по рейкових нитках, так і через перемичку між середніми виводами дросель-трансформаторів (ДТ).

Складові тягового струму в кожній рейці рейкової лінії (РЛ) $i_{T1}(t)$, $i_{T2}(t)$ до ізолюючих стиків у загальному випадку відрізняються від складових тягового струму $i_{T3}(t)$, $i_{T4}(t)$ після ізолюючих стиків через випадковий характер поздовжньої та поперечної асиметрії суміжних РЛ (рисунок 10).

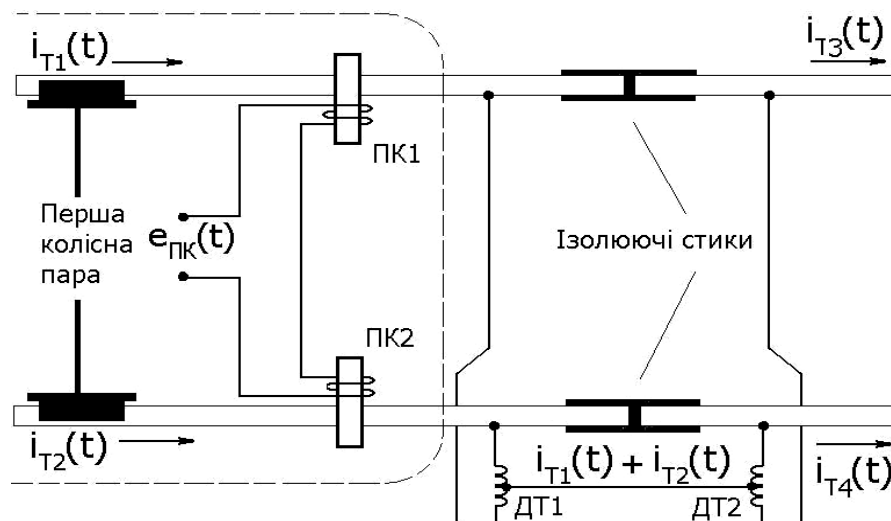


Рисунок 10 – Схема проходження тягового струму та локомотивними ПК зони ізолюючих стиків

Порушення у ритмічності надходження сигналів до ПК пояснюється такою послідовністю проходження ПК зони ізолюючих стиків (див. рисунок 5):

1 Відсутність сигнального струму в рейках між точками підключення до них тягових перемичок від ДТ1 та ізолюючими стиками (ПК розташовані над рейками, не охоплені струмовим шлейфом, праворуч від місця підключення перемичок від ДТ1, а перша колісна пара, що утворює із рейками струмовий

шлейф, розташована ліворуч від точок підключення перемичок ДТ1).

2 Відсутній (до підходу ПК до місця підключення до рейок перемичок від ДТ2), а потім недостатній (в умовах коротких станційних РК у горловині станції) струм для АЛСН у наступному РК до моменту вступу першої колісної пари локомотива за ізолюючі стики (приблизно 1,5 м ПК переміщуються над наступним РК праворуч від ізолюючих стиків, а перша колісна пара локомотива розташована на попередньому РК ліворуч від ізолюючих стиків).

Рівень струму у рейках під ПК по мірі руху локомотива від вхідного кінця блок-ділянки до її вихідного кінця може змінюватися в 10...20 разів залежно від довжини РЛ та провідності баласту. При цьому на вхідному кінці РЛ необхідно забезпечити нормативний струм відповідно до роду локомотивної тяги. На рисунку 11 наведено залежність струму АЛСН у рейках від відстані голови поїзда до вихідного кінця блок-ділянки, розраховану в математичній системі MathCAD для РЛ з нормативними параметрами довжиною 2,6 км.

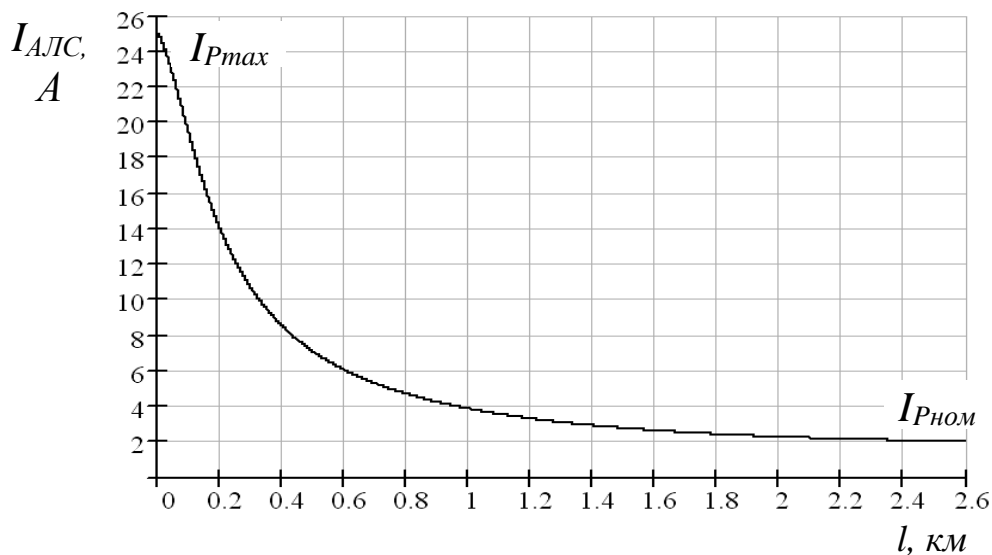


Рисунок 11 – Струм АЛСН у рейках під ПК залежно від відстані локомотива до вихідного кінця блок-ділянки

Розрахунки величини струму на живильному кінці РК залежно від координати накладання шунта (першої колісної пари поїзда) (див. рисунок 11) свідчать про таке: якщо локомотивні ПК на

значній швидкості проходять зону ізолюючих стиків, то на живильному кінці РК струм у рейках під ними сягає більше ніж на порядок від нормативного, через мить він зникає, а через деякий час величина струму під ПК у наступному РК може мати значення трохи більше 2 А. Тобто відбувається комутація джерела живлення (його виключення) магніторушійної сили (МРС), яка супроводжується перехідними процесами в приймальних пристроях АЛСН.

3 Зміна фази струму АЛСН у суміжних РК – це випадковий характер переривання повного циклу в попередньому РК, перехід ПК над знеструмленими рейками на суміжне РК, поновлення після перерви приймання сигналів АЛСН також випадково із будь-якого елемента числового коду наступного РК. При таких «комутаціях» з'являються додаткові умови виникнення у вхідних колах локомотивних приймальних пристроїв перехідних процесів, а також можливе «знищення» довгого інтервалу у коловому циклі.

4 Затримка приймання сигналів на час автоматичного відновлення чутливості УК до номінальної після приймання в кінці попереднього РК (на живильному кінці) сигналів значного за рівнем сигнального струму АЛСН.

5 Затримка включення кодування в наступному РК на час знеструмлення колійного реле при застосуванні способу безпосереднього включення кодування.

Експериментальні дослідження ЕРС у ПК при проходженні ними зони ізолюючих стиків з порушенням у ритмічності надходження сигналів до ПК показують, що вплив ізолюючих стиків на кодові сигнали при проходженні повз них ПК має характер сплесків ЕРС. У спектральному складі таких сплесків (при відсутності будь-яких інших адитивних завад навіть при автономній локомотивній тязі) наявні складові із частотами, що входять у смугу пропускання ФЛ.

ЕРС взаємоіндукції $e_{ПК}$, що наводиться в ПК, є функцією першої похідної зміни потокозчеплення магнітного поля $w_{ПК} \cdot \Phi_{ПЛ-ПК}$, обумовленого наявністю сигнального струму АЛСН у рейках, $e_{ПК} = -\frac{d\psi}{dt} = -m(t) \frac{di(t)}{dt}$. А функція $e_{ПК}$, як перша похідна аргументу (швидкості зміни потокозчеплення $\psi(t)$) в

часі), є тангенсом кута між дотичною у точках залежності ЕРС у ПК від швидкості проходження ПК повз зону ізолюючих стиків. Тому при підвищенні швидкості руху поїзда повз зону ізолюючих стиків (при порушенні умов квазістаціонарності струмів та магнітних потоків, що спостерігаються при швидкостях руху поїзда понад 95...100 км/год) імпульсна завада в ПК буде зростати, особливо при наявності:

- розбіжностей в електричних параметрах ПК;
- наявності асиметрії в підвішуванні ПК;
- різної асиметрії тягового струму в суміжних РК.

Електрична схема заміщення каналу зв'язку між РЛ та локомотивними приймальними пристроями до моменту виходу ПК за точки 1, 2 підключення ДТ до рейок містить такі елементи (рисунок 12):

- $R_{ш}$ – електричний опір шунта (першої колісної пари поїзда);
- $R_{p1}, L_{p1}, R_{p2}, L_{p2}$ – відповідно активний опір та індуктивність першої і другої рейок РЛ;
- $J_{T1}, J_{T2}, e_c(t)$ – відповідно джерела тягового зворотного струму в рейках та ЕРС сигнального струму;
- i_{T1}, i_{T2}, i_c – відповідно тяговий струм у першій та другій рейках і сигнальний струм;
- ДТ, К1, К2, К3 – дросель-трансформатор з перемикачами, що визначають процеси комутації в каналі зв'язку при кодуванні РК числовим кодом (перемикач К1) та проходженні ПК над місцями підключення перемичок від ДТ (точки 1, 2) до рейок (перемикачі К2, К3);
- $I. c.$ – ізолюючі стики;
- $R_{нк1}, L_{нк1}, R_{нк2}, L_{нк2}, Z_{вхф}$ – відповідно активний опір та індуктивність ПК1, ПК2 і вхідний опір локомотивного фільтра;
- $M_{11}, M_{12}, M_{21}, M_{22}$ – відповідно індуктивний зв'язок між рейками та локомотивними ПК.

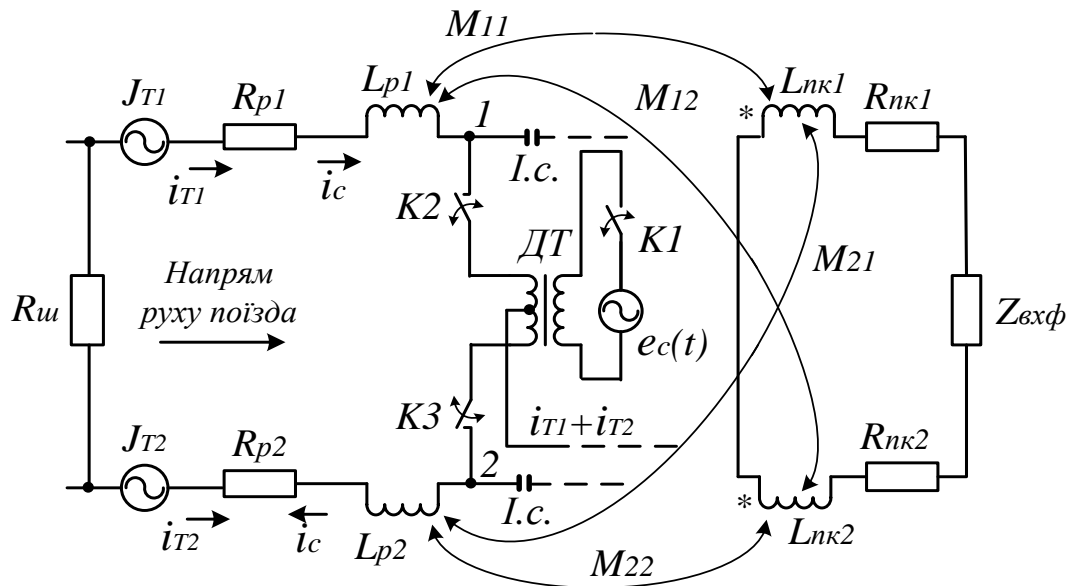
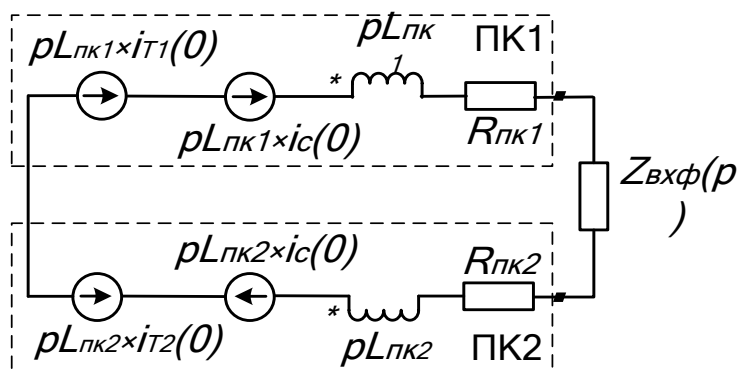


Рисунок 12 – Електрична схема заміщення каналу передачі даних з колії на локомотив при проходженні ПК над рейками у зоні ізолюючих стиків

На схемі рисунка 12 зроблено допущення, що перемикачі $K2$, $K3$ розмикаються після проходження ПК точок 1, 2 і при цьому зникає індуктивний зв'язок між рейками та ПК за рахунок зникнення струмів у рейках над ПК, але ж насправді тяговий струм у рейках до точок 1, 2 залишається. При входженні ПК у зону ізолюючих стиків між місцями підключення до РЛ перемичок від ДТ1 та ДТ2 (див. рисунок 10) на залізничній ділянці з електричною тягою схеми заміщення приймальних пристроїв АЛСН набувають вигляду, зображеного на рисунку 13 (в операторній формі за перетворенням Лапласа).

Переривання будь-якого струму в РЛ та відсутність індуктивного зв'язку між рейками та ПК супроводжується перехідним процесом, який може мати ненульові початкові умови, до «комутації» в ПК від індукованої тяговим та сигнальним струмами ЕРС через навантаження (ФЛ) протікали струми. Розрахунок такого електричного кола з урахуванням перехідних процесів у приймальних пристроях АЛСН дає змогу отримати закон зміни напруги на затискачах ПК і на виході ФЛ (еквівалентна схема заміщення наведена на рисунку 14).

a)



б)

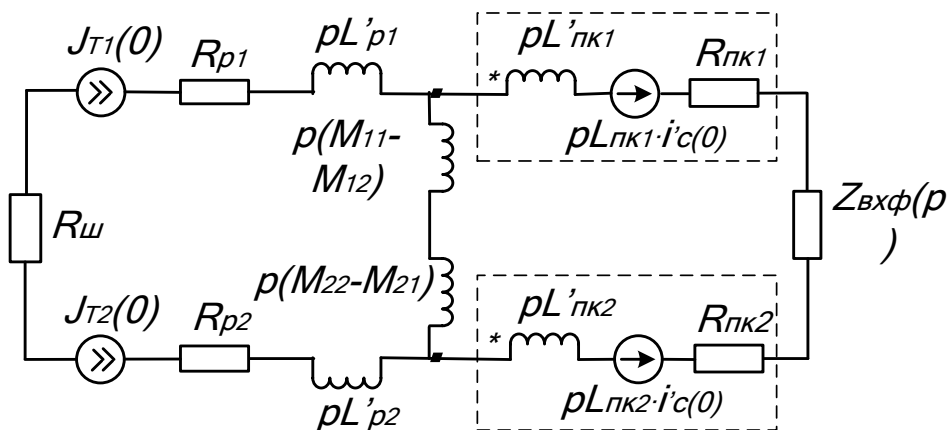


Рисунок 13 – Електрична схема заміщення каналу передачі даних з колії на локомотив при знаходженні ПК між місцем підключення до РЛ дросельних перемичок та ізолюючими стиками при електричній тязі: постійного струму (а); змінного струму (б)

На рисунку 15, а, б за результатами моделювання отримані епюри напруги на затискачах ПК та виході ФЛ, які відповідають випадку приймання сигналів числового коду за наявності в РЛ зворотного тягового струму. Відповідно до рисунків 10 та 12 поїзд рухається до вихідного (живильного) кінця РК, ПК розташовуються ліворуч від дросельних перемичок 1, 2. Епюри напруги на рисунку 15, в, г відповідають випадку проходження ПК через зону ізолюючих стиків, тобто одночасно комутується (зникає, а потім з'являється) і сигнальний, і зворотний тяговий струм.

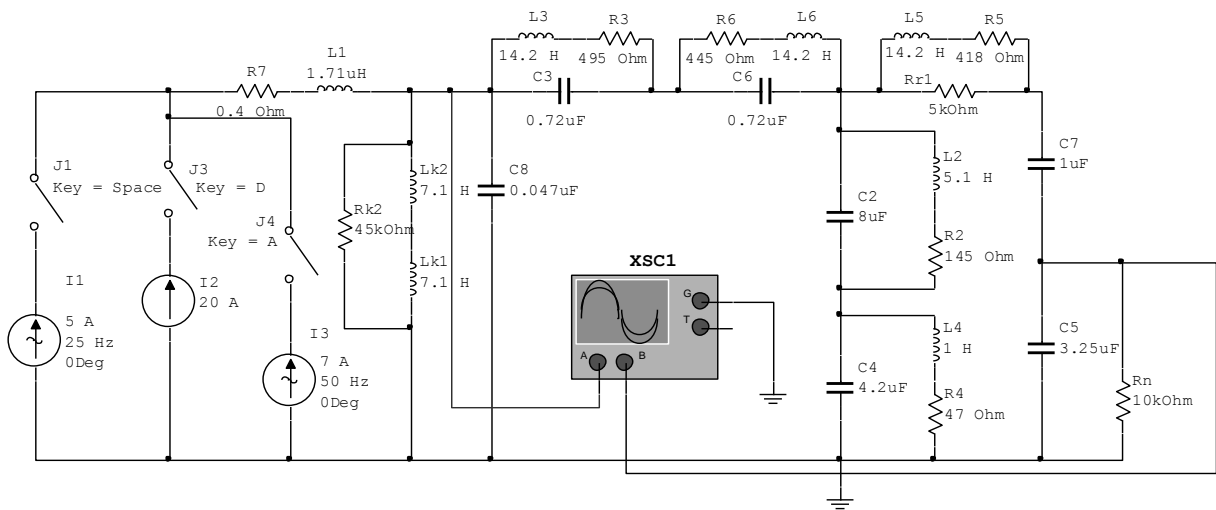
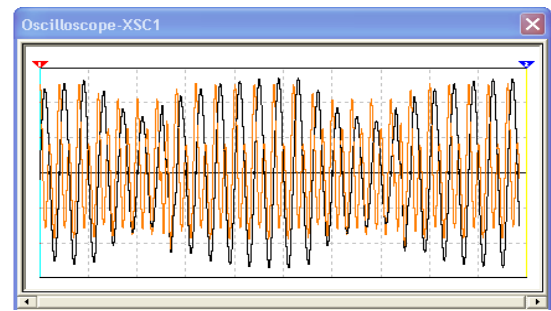
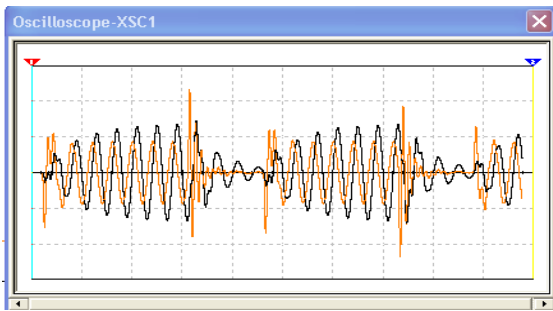


Рисунок 14 – Електрична схема заміщення каналу зв'язку локомотивних вхідних пристроїв АЛСН з рейковою лінією

а)

б)



в)

г)

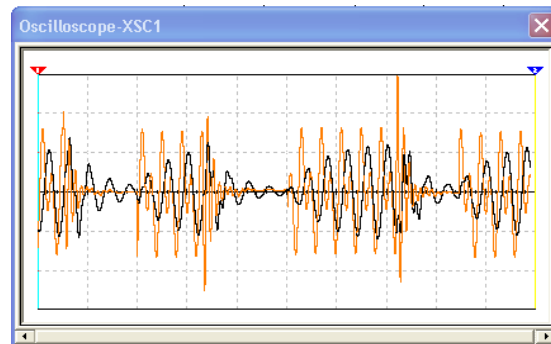
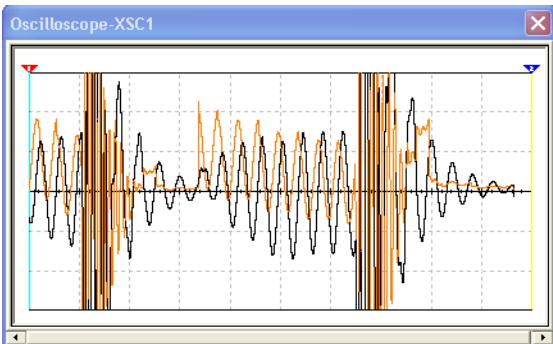


Рисунок 15 – Епюри напруги на затискачах ПК (світла крива) і на виході ФЛ (чорна крива) за результатами моделювання при комутації сигнального струму за наявності (без комутації): постійного (а), змінного тягового струму (б); одночасної комутації сигнального та постійного (в), змінного тягового струму (г)

У зонах ізолюючих стиків у ПК також наводяться імпульси електромагнітних завад за рахунок остаточної намагніченості кінців рейок у місці ізолюючих стиків та впливу тягового струму міждросельної перемички.

Таким чином, ізолюючі стики є джерелом завад при підвищених швидкостях проходження їх поїздом. Прохід ПК за такою умовою над ізолюючими стиками і дія на них магнітного поля від струму у рейках в електричній схемі заміщення може бути зображено перемикачем, а струми та напруги в еквівалентній схемі заміщення визначені з урахуванням перехідних процесів. Логічним заходом усунення такого виду завад, що обумовлений прийнятим способом каналізації зворотного тягового струму в обхід ізолюючих стиків за допомогою ДТ, є використання для контролю стану колійних ділянок ТРК або точкових колійних датчиків без встановлення між суміжними блок-ділянками ізолюючих стиків.

Відсутність ізолюючих стиків надасть можливість вирішити проблему більш якісної каналізації тягового струму, підвищить надійність роботи пристроїв контролю за станом РК за рахунок механічного та електричного «зміцнення» РЛ на межі суміжних блок-ділянок.

3 Моделювання кіл контролю стану перегону та зміни напрямку руху по коліях перегону чотирипровідної схеми для мікропроцесорної системи електричної централізації

3.1 Кола контролю стану перегону, станція встановлена на «Відправлення»

У режимі «Відправлення» контроль стану перегону (зайнятий/вільний) релейною чотирипровідною схемою визначається станом реле 13П (R обмотки 105 Ом), 23П (R обмотки 1230 Ом) у колі контролю стану перегону К-ОК при живленні її (СП-СМ) зі станції відправлення [1, 2]:

– 13П включається в коло К-ОК послідовно з реле КП (R обмотки 105 Ом) станції приймання за відсутності маршруту відправлення на перегін поїзда і наявності ключа-жезла в апараті

управління. При цьому реле 13П і КП перебувають під струмом (для обох станцій перегін вільний);

– 23П включається в коло К-ОК послідовно з реле КП (R обмотки 105 Ом) станції приймання при наявності маршруту відправлення на перегін поїзда і відкритому вихідному світлофорі або вилученні ключа-жезла із апарата управління. При цьому реле 23П під струмом (R обмотки 1230 Ом), КП сусідньої станції знеструмлене (R обмотки 105 Ом). Для станції відправлення перегін вільний, для станції приймання – зайнятий.

3.2 Кола контролю стану перегону, станція встановлена на «Приймання»

У режимі «Приймання» контроль стану перегону (зайнятий/вільний) релейною чотирипровідною схемою зміни напрямку руху визначається станом реле КП (R обмотки 105 Ом) у колі контролю стану перегону К-ОК при живленні її (СП-СМ) зі станції відправлення.

Для апаратної частини автоматизованої системи мікропроцесорної централізації (АС МПЦ) аналог релейної схеми кола контролю перегону К-ОК наведений на рисунку 16.

Призначення елементів схеми рисунка 16:

– РК1.1, РК1.2 – контакти реле перемикання режиму роботи станції «Приймання»/«Відправлення», реле РК1 знеструмлене – режим «Приймання», реле РК1 під струмом – режим «Відправлення»;

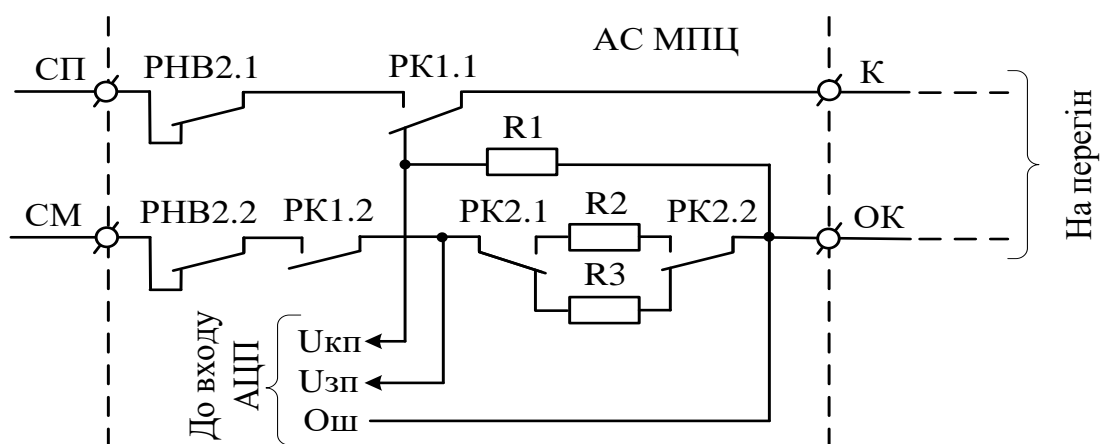


Рисунок 16 – Схема заміщення контролю стану кола К-ОК перегону технічними засобами АС МПЦ

– РК2.1, РК2.2 – контакти реле перемикавання режиму роботи кола К-ОК: за відсутності маршруту відправлення та наявності ключа-жезла в апараті управління – РК2 знеструмлене; при наявності маршруту відправлення або відсутності ключа-жезла в апараті управління – РК2 під струмом;

– РНВ2.1, РНВ2.2 – контакти реле зміни напрямку руху в допоміжному режимі, в нормальному режимі зміни напрямку руху завжди вимкнено (в коло К-ОК включено для виключення використання допоміжного режиму зміни напрямку при короткому замиканні проводів кола К-ОК);

– R1 – резистор опором 105 Ом, який замінює в колі К-ОК обмотку реле КП у режимі «Приймання»;

– R2 – резистор опором 1230 Ом, який замінює в колі К-ОК обмотку реле 23П у режимі «Відправлення» за наявності маршруту відправлення або відсутності ключа-жезла в апараті управління;

– R3 – резистор опором 105 Ом, який замінює в колі К-ОК обмотку реле 13П у режимі «Відправлення» за відсутності маршруту відправлення та наявності ключа-жезла в апараті управління;

– $U_{кп}$ – падіння напруги на резисторі R1 при протіканні постійного струму в колі К-ОК від батареї СП-СМ станції відправлення. Наявність падіння напруги на R1 – перегін вільний, відсутність – перегін зайнятий;

– $U_{зп}$ – падіння напруги на R2 (немає дозволу на заняття будь-яким рухомим складом перегону) або R3 (є дозвіл на заняття перегону) при протіканні постійного струму в колі К-ОК від батареї СП-СМ (станції «Відправлення»).

3.3 Коло зміни напрямку руху Н-ОН по колії перегону

Перемикавання режиму роботи станції «Приймання»/«Відправлення» і його контроль здійснюється станом станційного комбінованого реле зміни напрямку СН у колі Н-ОН (рисунок 17). Живлення кола Н-ОН здійснюється з боку станції приймання. Реле СН включається в коло Н-ОН на станції відправлення і має такі стани:

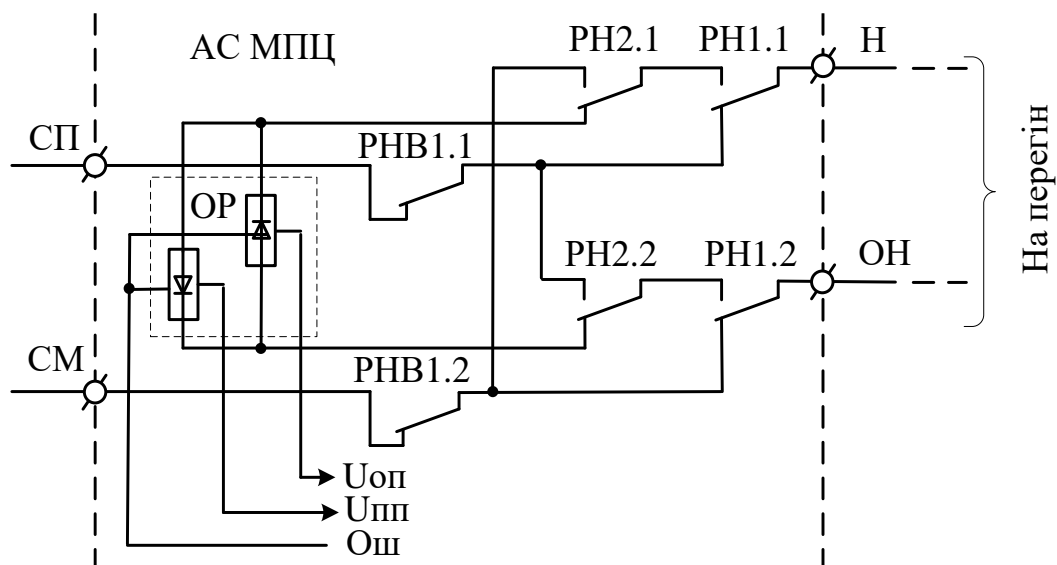


Рисунок 17 – Схема керування і контролю колом зміни напрямку руху Н-ОН перегону технічними засобами АС МПЦ

– СН під струмом прямої полярності – станція перебуває в режимі «Відправлення»;

– СН знеструмлене, поляризована система реле в положенні зворотної полярності – станція перебуває в режимі «Приймання»;

– СН під впливом струму зворотної полярності – з боку станції «Приймання» включається і далі реалізується процедура зміни напрямку руху для переходу станції з режиму «Відправлення» на режим «Приймання». На станції відправлення від лінії Н-ОН відключається СН із збереженням його поляризованої системи в положенні зворотної полярності, включається джерело СП-СМ з прямою полярністю струму в колі Н-ОН.

Призначення елементів схеми рисунка 17:

– ОР – аналог реле СН типу КШ1-280, за допомогою якого можливе визначення полярної та амплітудної ознаки сигналу, що подається від джерела живлення СП – СМ станції приймання;

– РН1.1, РН1.2 – контакти реле РН1 (зміни режиму роботи станції по колу Н-ОН): РН1 знеструмлене – струм прямої полярності в колі Н-ОН, станція в режимі «Приймання», РН1 під струмом – у режимі «Відправлення»;

– РН2.1, РН2.2 – контакти реле РН2 (комутація кола Н-ОН на станції між джерелом живлення СП-СМ і оптореле ОР при збудженому реле РН1, тобто режимі відправлення): РН2

знеструмлене (на станції в коло Н-ОН включене ОР) – станція в режимі «Відправлення», РН2 під струмом – в колі Н-ОН змінюється полярність струму зі зворотної на пряму, відбувається перемикання реле Н усіх сигнальних установок на перегоні і реле СН станції відправлення;

– РНВ1.1, РНВ1.2 – контакти реле РНВ допоміжного режиму зміни напрямку (в нормальному режимі роботи схеми РНВ знеструмлене);

– $U_{\text{ПП}}$, $U_{\text{ОП}}$ – входи фіксації напруги прямої і зворотної полярності при протіканні струму в колі Н-ОН.

4 Моделювання кіл контролю стану перегону та зміни напрямку руху по коліях перегону двопровідної схеми для мікропроцесорної системи електричної централізації

Реалізація функцій контролю стану перегону і зміни напрямку руху по перегону технічними засобами апаратно-програмного комплексу (АПК) МПЦ за алгоритмом існуючої схеми кола Н-ОН на базі електромагнітних реле для АПК МПЦ пропонується за варіантом схеми рисунка 18.

Функціональне призначення елементів схеми рисунка 18:

– Н-ОН – коло контролю стану перегону та зміни напрямку руху на перегоні;

– Л1-Л2 – телефонна лінія межстанційного зв'язку;

– ОР – станційне оптореле зміни напрямку (визначення полярної й амплітудної ознаки сигналу, що подається з боку станції приймання, аналог реле БН релейної схеми);

– $R_{\text{КП}}$ – струмовий датчик (резистор, реле) контролю стану перегону при установленні станції на приймання, аналог реле контролю перегону БКП релейної схеми;

– $R_{\text{СН}}$ – струмовий датчик (резистор, реле) дозволу від станції відправлення (таке за технологією також може бути) в нормальному режимі схеми зміни напрямку руху на станції приймання (збудження реле БСН на станції приймання, включеного в коло Л1-Л2 межстанційного зв'язку, від кнопки зміни напрямку ЧСН на станції відправлення, запускає в релейній схемі станції, що перебуває у режимі приймання, зміну напрямку

руху по перегону); реле БСН станції приймання – повторювач кнопки СН станції відправлення);

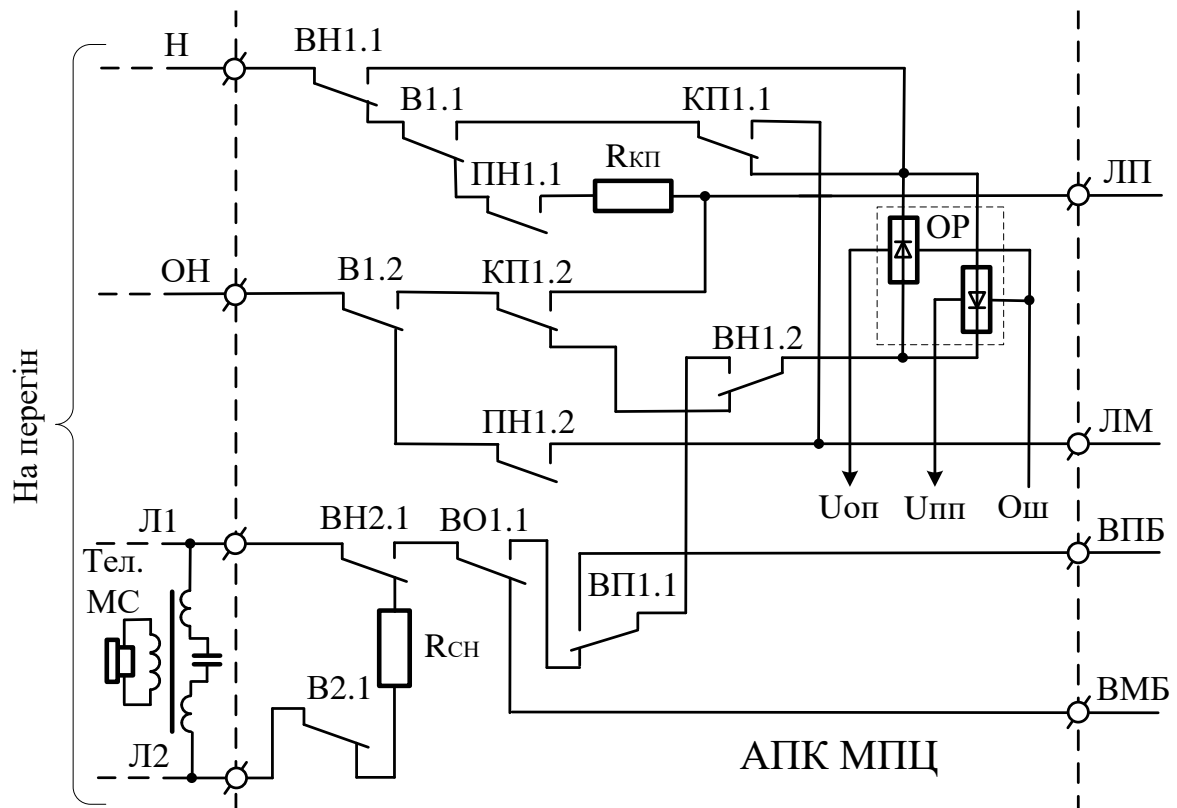


Рисунок 18 – Апаратна реалізація АПК МПЦ функцій контролю стану перегону та зміни напрямку руху в основному й допоміжному режимах з використанням кіл Н-ОН та Л1-Л2

- В1.1, В1.2, В2.1 – контакти реле В1, В2, що змінюють полярність струму в колі Н-ОН при зміні напрямку руху по перегону в нормальному режимі (аналог допоміжного реле БВ), під струмом при встановленому режимі станції на відправлення;
- ВН1.1, ВН1.2, ВН2.1 – контакти реле ВН1, ВН2 включення допоміжного режиму зміни напрямку руху (аналог реле БВН релейної схеми);
- КП1.1, КП1.2 – контакти реле контролю перегону КП, стан якого визначається наявністю (КП під струмом) або відсутністю (КП знеструмлене) струму в колі датчика $R_{кп}$, що включається в колі Н-ОН при встановленому режимі станції на приймання;
- ПН1.1, ПН1.2 – контакти реле ПН, аналога повторювача реле напрямку БН, включають джерело живлення ЛП-ЛМ і

датчик контролю перегону у колі Н-ОН при встановленому режимі станції на приймання;

– ВО1.1, ВП1.1 – контакти реле ВО та ВП, що фіксують завдання директиви зміни напрямку руху при допоміжному режимі, що включають в колі Н-Л1 (МС) джерело ВПБ-ВМБ з боку станції відправлення і обирають полярність струму від нього в цьому колі залежно від режиму роботи станції на приймання або відправлення (аналоги одночасного натискання й утримання обома ДСП кнопок для зміни напрямку руху: станція на прийманні – натискається кнопка БО, на відправленні – кнопка БП;

– ЛП, ЛМ – шини живлення кола Н-ОН у нормальному режимі зміни напрямку руху по колії перегону, включаються в коло Н-ОН з боку станції, що перебуває у режимі приймання;

– ВПБ, ВМБ – шини живлення кола зміни напрямку руху по колії перегону при допоміжному режимі, включаються в коло Н-Л1 (МС) з боку станції відправлення.

ЗМІСТ ЗВІТУ ПРО РОБОТУ

- 1 Титульний аркуш.
- 2 Реферат.
- 3 Зміст.
- 4 Вступ.
- 5 Визначення проблеми і формулювання теми дослідження:
 - актуальність проблеми;
 - мета дослідження;
 - об'єкт дослідження;
 - предмет дослідження.
- 6 Аналіз стану проблеми та огляд джерел інформації в обраній галузі дослідження.
- 7 Методи дослідження, вибір та обґрунтування обраних методів дослідження.
- 8 Програма та методика виконання дослідження.
- 9 Результати дослідження.
- 10 Шляхи удосконалення об'єкта дослідження.

11 Висновки.

12 Список використаних джерел.

ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ (КОНТРОЛЬНУ) РОБОТУ

1 Відповідно до обраного варіанта завдання провести аналіз процесів, що відбуваються в пристроях та елементах систем ІРРП.

2 Побудувати еквівалентну електричну схему заміщення пристроїв ІРРП та електромагнітних процесів, що в них відбуваються.

3 Дослідити за розробленою схемою заміщення кількісні та якісні характеристики процесу шляхом моделювання або розрахунків на ПЕОМ.

4 Варіант індивідуального завдання обирається за двома останніми цифрами навчального шифру (номера залікової книжки) студента.

Таблиця 1 – Варіанти індивідуального завдання на розрахунково-графічну (контрольну) роботу

Завдання для моделювання та розрахунків	Дві останні цифри навчального шифру студента
1	2
1 На блок-ділянку довжиною 2500 м перегону з електротягою постійного струму вступає поїзд. Розрахувати і побудувати графічну залежність зміни сигнального струму АЛС частотою 25 Гц у рейковій лінії під приймальними котушками локомотива при проходженні поїзда по блок-ділянці від її вхідного до вихідного кінця.	01, 26, 51, 76

Продовження таблиці 1

1	2
<p>2 На дільниці залізниці з електротягою постійного струму в зоні ізолюючих стиків, які поділяють блок-ділянки (б/д) 1П і 3П, для пропуску тягового струму (вхід – вихід) встановлені дросель-трансформатори типу ДТ-0,2 – ДТ-06. На вході ДТ-02 (б/д 1П) тяговий струм у рейках Р1.1 і Р1.2 відповідно $I_{p1} = 500$ А, $I_{p2} = 460$ А. В рейковій лінії 3П довжиною 1800 м (навантаженої на ДТ-06, довжина рейкових плітей 25 м) після роботи спеціальної колійної техніки обірвані всі приварні з'єднувачі на одній рейковій нитці. Чому дорівнюють струми в рейках Р3.1, Р3.2 і яка при цьому асиметрія тягового струму в рейках б/д 3П?</p>	<p>02, 27, 52, 77</p>
<p>3 На залізничному переїзді з використанням властивостей рейкової лінії (зміна електричних параметрів лінії при зміні координати шунта відносно точки вимірювання) запропонувати метод визначення відстані до поїзда, що наближається до переїзду. Реалізувати запропонований метод технічно у вигляді структурної схеми пристрою на переїзді і алгоритму його функціонування.</p>	<p>03, 28, 53, 78</p>
<p>4 Розрахувати зону додаткового шунтування ТРК з $f_n = 480$ Гц довжиною 900 м при наближенні до нього поїзда з боку релейного (приймального) кінця. Провідність ізоляції баласту 2 См/км, інші параметри рейкової лінії відповідають нормативним (довідковим) даним.</p>	<p>04, 29, 54, 79</p>
<p>5 Розрахувати зону додаткового шунтування ТРК з $f_n = 720$ Гц довжиною 400 м при наближенні до нього поїзда з боку живильного (генераторного) кінця. Провідність ізоляції баласту 0,5 См/км, інші параметри рейкової лінії відповідають нормативним (довідковим) даним.</p>	<p>05, 30, 55, 80</p>

Продовження таблиці 1

1	2
<p>6 У рейкову лінію довжиною 750 м включено ТРК 3-го покоління. Встановити залежність величини зони додаткового шунтування від носійної частоти сигнального струму (420, 580, 780 Гц), яка може бути використана в цьому ТРК. Параметри рейкової лінії відповідають нормативним (довідковим) даним. Поїзд наближається до ТРК з боку приймального кінця.</p>	<p>06, 31, 56, 81</p>
<p>7 У рейкову лінію довжиною 800 м включено ТРК 3-го покоління з $f_n = 480$ Гц. Визначити в ТРК залежність величини зони додаткового шунтування від провідності ізоляції баласту (0,25; 1; 2 См/км). Параметри рейкової лінії відповідають нормативним (довідковим) даним. Поїзд наближається до ТРК з боку приймального кінця.</p>	<p>07, 32, 57, 82</p>
<p>8 З використанням ПЕОМ (програмне середовище для моделювання, розрахунків обирається студентом на свій розсуд) побудувати амплітудно-частотну характеристику локомотивного фільтра ФЛ25/75-М. Електричні параметри фільтра визначити, використовуючи довідкову літературу. Визначити електричне загасання, що вноситься фільтром на частоті сигнального струму 25 Гц.</p>	<p>08, 33, 58, 83</p>
<p>9 Для системи контролю стану колійних ділянок з використанням методу рахунку осей розробити структурну схему та алгоритм функціонування рахункового пункту з двома точковими колійними датчиками для визначення напрямку і параметрів руху рухомого складу.</p>	<p>09, 34, 59, 84</p>

Продовження таблиці 1

1	2
<p>10 Існуюча методика подачі на переїзд сповіщення про наближення до переїзду поїзда побудована на розрахунку фіксованої точки колії (відстані від переїзду). Від вступу на цю точку поїзда (перебуванні поїзда на розрахунковій відстані від переїзду) має подаватися команда на закриття переїзду. Запропонувати методику і технічні засоби для закриття переїзду не на основі фіксованої розрахункової відстані, а фіксованого розрахункового часу (час від моменту закриття переїзду до моменту появи на ньому поїзда будь-якої категорії, що рухається з будь-якою довільною швидкістю, має бути розрахунковою константою).</p>	<p>10, 35, 60, 85</p>
<p>11 На вхід локомотивного фільтра ФЛ25/75-М надходять електричні сигнали у вигляді меандру (прямокутні імпульси) амплітудою 1,0 В тривалістю 0,01, 0,25, 2,0 с. Дослідити на моделі і провести аналіз процесів, що відбуваються у фільтрі. Пояснити причини та умови появи, а також характер сигналів на виході фільтра.</p>	<p>11, 36, 61, 86</p>
<p>12 Одноколійний перегін між станціями А і Б обладнаний системою числового кодового АБ. Ст. А обладнана системою БМРЦ. На ст. Б впроваджується мікропроцесорна централізація стрілок і сигналів (МПЦ). Розробити для МПЦ ст. Б модуль узгодження з існуючою чотирипровідною схемою зміни напрямку руху по перегону.</p>	<p>12, 37, 62, 87</p>
<p>13 Двоколійний перегін між станціями А і Б обладнаний системою числового кодового АБ. Ст. А обладнана системою БМРЦ. На ст. Б впроваджується мікропроцесорна централізація стрілок і сигналів (МПЦ). Розробити для МПЦ ст. Б модуль узгодження з існуючою двопровідною схемою зміни напрямку руху по перегону між ст. А і Б для реалізації нормального режиму зміни напрямку руху по перегону.</p>	<p>13, 38, 63, 88</p>

Продовження таблиці 1

1	2
<p>14 Двоколіїний перегін між станціями А і Б обладнаний системою числового кодового АБ. Ст. А обладнана системою БМРЦ. На ст. Б впроваджується мікропроцесорна централізація стрілок і сигналів (МПЦ). Розробити для МПЦ ст. Б модуль узгодження з існуючою двопровідною схемою зміни напрямку руху по перегону між ст. А і Б для реалізації допоміжного режиму зміни напрямку руху по перегону.</p>	<p>14, 39, 64, 89</p>
<p>15 При русі поїздів у горловинах станцій на швидкості вище 90 ... 95 км/год (безупинний пропуск поїздів по головних коліях) спостерігається велика кількість збоїв у роботі локомотивних пристроїв АЛСН. Для ділянки з автономною локомотивною тягою розробити електричну схему заміщення каналу зв'язку між колійними пристроями та локомотивними приймальними котушками при проходженні локомотивом зони ізолюючих стиків. Пояснити процеси, що протікають при цьому у приймальних котушках локомотива, умови та причини появи збоїв у роботі АЛСН у цій зоні.</p>	<p>15, 40, 65, 90</p>
<p>16 При русі поїздів у горловинах станції на швидкості вище 90 ... 95 км/год (безупинний пропуск поїздів по головних коліях) спостерігається велика кількість збоїв у роботі локомотивних пристроїв АЛСН. Для ділянки з електротягою змінного струму розробити електричну схему заміщення каналу зв'язку між колійними пристроями та локомотивними приймальними котушками при проходженні локомотивом зони ізолюючих стиків. Пояснити процеси, що протікають при цьому в приймальних котушках локомотива, умови та причини появи збоїв у роботі АЛСН у цій зоні.</p>	<p>16, 41, 66, 91</p>

Продовження таблиці 1

1	2
<p>17 При русі поїздів у горловинах станцій на швидкості вище 90 ... 95 км/год (безупинний пропуск поїздів по головних коліях) спостерігається велика кількість збоїв у роботі локомотивних пристроїв АЛСН. Для ділянки з електротягою постійного струму розробити електричну схему заміщення каналу зв'язку між колійними пристроями та локомотивними приймальними котушками при проходженні локомотивом зони ізолюючих стиків. Пояснити процеси, що протікають при цьому в приймальних котушках локомотива, умови та причини появи збоїв у роботі АЛСН у цій зоні.</p>	<p>17, 42, 67, 92</p>
<p>18 Згідно зі статистичними даними, велика кількість збоїв у роботі локомотивних пристроїв АЛСН спостерігається при проходженні поїздом через ділянку колії з залишеними в залізничній колії рейками, укладеними працівниками дистанції колії для заміни або не прибраними після заміни. Провести аналіз причин виникнення збоїв у роботі АЛСН у таких місцях.</p>	<p>18, 43, 68, 93</p>
<p>19 При русі поїздів у горловинах станцій на швидкості вище 90 ... 95 км/год (безупинний пропуск поїздів по головних коліях) спостерігається велика кількість збоїв у роботі локомотивних пристроїв АЛСН. Розробити електричну схему заміщення індуктивного каналу зв'язку між колійними пристроями та локомотивними приймальними котушками при проходженні локомотивом зони стрілочного переводу. Провести аналіз і пояснити причини виникнення збоїв у роботі АЛС у таких місцях.</p>	<p>19, 44, 69, 94</p>

Продовження таблиці 1

1	2
<p>20 Для підвищення достовірності інформації про стан блок-ділянок та перегонів (відповідно в АБ і ПАБ) з використанням системи контролю заняття ділянок методом рахунку осей, використовуючи в рахункових пунктах точкові колійні датчики, розробити алгоритм виділення і рахунку кількості фізичних рухомих одиниць у складі поїзда. Надати структурну схему рахункового пункту.</p>	<p>20, 45, 70, 95</p>
<p>21 З використанням ПЕОМ провести аналіз роботи кіл заряду-розряду конденсатора С1 в дешифраторі автоблокування ДА. Дослідити залежність роботи сигнального реле Ж від величини ємності конденсатора С1. Визначити мінімальне критичне значення ємності конденсатора С1, при якому спостерігається стійка робота сигнального реле Ж.</p>	<p>21, 46, 71, 96</p>
<p>22 З використанням ПЕОМ провести аналіз роботи кіл заряду-розряду конденсатора С1 в дешифраторі автоблокування ДА. Дослідити стійкість роботи сигнального реле Ж при коливаннях напруги на виході джерела живлення ДА. Визначити мінімальну критичну напругу джерела живлення, при якому спостерігається стійка робота сигнального реле Ж.</p>	<p>22, 47, 72, 97</p>
<p>23 З використанням ПЕОМ провести аналіз роботи кіл заряду-розряду конденсатора С3 в дешифраторі автоблокування ДА. Дослідити залежність роботи сигнального реле З від величини ємності конденсатора С3. Визначити мінімальне критичне значення ємності конденсатора С3, при якому спостерігається стійка робота сигнального реле З.</p>	<p>23, 48, 73, 98</p>
<p>24 З використанням ПЕОМ провести аналіз роботи кіл заряду-розряду конденсатора С3 в дешифраторі ДА. Дослідити стійкість роботи сигнального реле З при коливаннях напруги на виході джерела живлення ДА. Визначити мінімальну критичну напругу джерела живлення, при якому спостерігається стійка робота сигнального реле З.</p>	<p>24, 49, 74, 99</p>

Продовження таблиці 1

1	2
<p>25 Перегін ділянки залізниці з електротягою змінного струму обладнаний системою АБТ. З метою зниження асиметрії тягового струму біля сигнальної установки № 5 генератор ТРЦ включений у рейкові лінії 5А1П і 3Б1П через дросель-трансформатор ДТ1-150. На вході ДТ1-150 (ділянка 5А1П) у рейках протікають тягові струми 140 А. На блок-ділянці між світлофорами 5 і 3, довжина якої становить 1500 м, внаслідок обриву половини приварних з'єднувачів в одній рейковій нитці опір R_{p1} більше R_{p2} на 0,009 Ом. Чому дорівнюють струми і яка асиметрія тягового струму в рейках блок-ділянки між світлофорами 5 і 3? Зробити висновок про ефективність використання ДТ з метою зниження асиметрії тягового струму в рейкових нитках. У чому полягає негативний вплив асиметрії тягового струму на пристрої залізничної автоматики?</p>	<p>25, 50, 75, 00</p>

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ РОБОТИ

Розрахунково-графічна (РГР) або контрольна робота (КР) виконується паралельно з вивченням розділів програми курсу.

До виконання завдання слід додати коротке пояснення, у якому необхідно вказати, які явища відбуваються в пристроях, як вони відбиваються на роботі схеми. Проаналізувати наявні технічні дані та параметри елементів для безпосереднього або опосередкованого їх визначення.

Наприклад, у завданні необхідно дослідити функціонування індуктивного каналу зв'язку між колійними та локомотивними пристроями АЛСН. Одним з найважливіших параметрів для проведення розрахунків є магнітний зв'язок між колійними та локомотивними пристроями. У довідникових джерелах цей параметр відсутній, але описано схему випробування локомотивних

ПК з такою вимогою: при встановленні у рейці (шлейфі) струму $I_P = 10 \text{ А}$, $f = 50 \text{ Гц}$ у нормально підвішених над рейкою ПК має наводитися ЕРС $E_{ПК} = 750 \text{ мВ}$. За цими даними опосередковано можна знайти коефіцієнт взаємоіндукції між рейкою та ПК із виразу:

$$E_{ПК} = 2\pi f M_{P-ПК} I_P. \quad (12)$$

З виразу (12) знаходяться коефіцієнт взаємоіндукції між рейкою та ПК:

$$M_{ПК} = \frac{E_{ПК}}{2\pi f I_P}. \quad (13)$$

Таким чином, при творчому та активному підході до вирішення виникаючих питань поточні проблеми виконання РГР (КР) відпадають.

Оформлення тексту РГР (КР) та формат креслень мають відповідати вимогам щодо оформлення студентської навчальної звітності [9]. Оформлюючи РГР (КР), дозволяється друкування тексту комп'ютерним способом та використання для виконання графічної частини комп'ютерних графічних пакетів та сучасних засобів оргтехніки.

Пояснювальна записка з розрахунками й кресленнями має бути зброшурованою й мати титульний аркуш і перелік використаної літератури.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Для якісного засвоєння матеріалу практичного заняття та правильного виконання РГР (КР) слід дотримуватися певної методики самостійної роботи:

1 Перед початком виконання РГР (КР) слід ретельно проаналізувати умови завдання, функціональне призначення основних елементів схеми, роботу пристрою як цілісний причинно-наслідковий процес.

2 Вибравши відповідно до таблиці 1 свій варіант завдання, слід визначитися з необхідною для роботи довідковою літературою для отримання кількісних параметрів елементів, а також з тим, які методи дослідження пристроїв будуть обрані – аналітичні розрахунки (використання комп'ютерних математичних пакетів) або комп'ютерні засоби моделювання (стимулятори, емулятори) [8].

3 За результатами розроблення схеми заміщення та її розрахунку або моделювання її роботи з реєстрацією і збереженням результатів на вимірювальних приладах (амперметр, вольтметр, осцилограф, аналізатор АЧХ тощо) оформити результати роботи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Текст]: учеб. пособие / Г.И. Атабеков. – 7-е изд., стер. – СПб.: Изд-во «Лань», 2009. – 592 с.

2 Котляренко, Н.Ф. Путевая блокировка и авторегулировка [Текст]: учебн. для вузов ж.-д. трансп. / Н.Ф. Котляренко, А.В. Шишляков и др.; под ред. Н.Ф. Котляренко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983 – 408 с.

3 Казаков, А.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов [Текст] / А.А. Казаков, В.Д. Бубнов, Е.А. Казаков. – М.: Транспорт, 1995. – 320 с.

4 Бойник, А.Б. Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах [Текст]: учеб. пособие / А.Б. Бойник., С.В. Кошевой, С.В. Панченко, В.А. Сотник. – Харьков: УкрГАЗТ, 2005. – 256 с.

5 Аркатов, В.С. Рельсовые цепи магистральных железных дорог [Текст]: справочник/ В.С. Аркатов, Ю.В. Аркатов, С.В. Казеев, Ю.В. Ободовский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во «ООО Миссия-М», 2006. – 496 с.

6 Кулик, П.Д. Тональные рельсовые цепи в системах ЖАТ: построение, регулировка, обслуживание, поиск и устранение неисправностей, повышение эксплуатационной надёжности

[Текст]: П.Д. Кулик, Н.С. Ивакин, А.А. Удовиков. – К.: Издательский дом «Мануфактура», 2004. – 288 с.

7 Сороко, В.И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст]: справочник в 2 кн. Кн. 1/ В.И. Сороко, В.А. Милуков. – 3-е изд. – М.: НПФ «ПЛАНЕТА», 2000. – 960 с.

8 Тарасов, Е.М. Математическое моделирование рельсовых цепей с распределенными параметрами рельсовых линий [Текст]: учеб. пособие / Е.М. Тарасов. – Самара: СамГАПС, 2003. – 118 с.

9 Студентська навчальна звітність Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення [Текст]: Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності / Л.М. Козар, Є.В. Коновалов, А.О. Лапко та ін.; за заг. ред. Л.М. Козара. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 54 с.