

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СПЕЦІАЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ ТА ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ УКРАЇНИ
АДМІНІСТРАЦІЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ СПЕЦІАЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ ТА ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ім. О.С. ПОПОВА

Кафедра комутаційних систем

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторної роботи № 3.1.1
АБОНЕНТСЬКА СИГНАЛІЗАЦІЯ АНАЛОГОВИХ
ТЕРМІНАЛІВ

з дисципліни «Системи розподілу інформації»

Модуль 3.1 – Комутаційні технології у системах розподілу інформації

Для студентів за напрямом «Телекомунікації» - 0924

Одеса – 2012

УДК 621. 396.93

Укладачі: Печерський В.І., Смаглюк Т.В.

СХВАЛЕНО

На засіданні кафедри
Комутаційних систем
і рекомендовано до друку.
Протокол № 7 від 26.04.2011 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Методичною радою академії
зв'язку.
Протокол № 16 від 23.03.12р.

Вступ

Кожна телекомунікаційна мережа для обміну даними, аудіо- або відеоінформацією має три складові частини: вузли комутаційні (ВК), канали передавання та прикінцеве обладнання – абонентські термінали (АТ). Прикладом АТ для передавання телефонних розмов є загальновідомий аналоговий телефонний апарат (ТА) для передавання мови аналоговими сигналами у спектрі 0,3 ... 3,4 кГц для мережі з комутацією каналів. Склад обладнання та алгоритми роботи ТА у загальному випадку відповідають вимогам технічної реалізації дії абонента з керування процесами установлення, порушення інформаційних трактів та процесу перетворення вхідної інформації, наприклад, мовної, в електричні сигнали, які відповідають конкретному типу каналних сигналів телефонної мережі, та зворотному перетворенню цих сигналів у фізичний вигляд, який може сприйматися людиною.

Метою лабораторної роботи є надання студентам початкових навичок загальної методики аналізу етапів установлення/порушення з'єднання для різних типів АТ та погодженість цих етапів з відповідними сигналами систем абонентської сигналізації: лінійних, керувальних та інформаційних (акустичних та оптичних). Вивчення такої методики відбувається на простому прикладі аналогового ТА, аналогової абонентської лінії (АЛ), аналогової системи абонентської сигналізації (АСАС) та аналогового ВК.

Студенти також знайомляться з побудовою та роботою елементів аналогових ТА на етапах установлення/порушення з'єднання, параметрами сигналів та колами передавання сигналів абонентської сигналізації цих етапів, колами мовних струмів.

Інтерактивна віртуальна лабораторна робота має вбудовану систему контролю правильності виконання студентами завдань на кожному етапі. Виконання роботи потребує попередньої домашньої підготовки, яка складається з вивчення ключових положень систем сигналізації, побудови та роботи аналогових ТА, складу обладнання комутаційних вузлів. Контроль підготовки здійснюється за допомогою стислих письмових відповідей на ключові питання у звіті.

Дані методичні вказівки входять до складу методпосібників початкового циклу лабораторних робіт з курсу «Системи розподілу інформації» для студентів усіх форм навчання за напрямом підготовки «Телекомунікації».

1. Мета роботи

1.1. Вивчення етапів установлення/порушення з'єднань і системи абонентської сигналізації на прикладах використання аналогових терміналів.

1.2. Вивчення взаємодії елементів аналогових терміналів з функціональними вузлами автоматичних телефонних станцій (АТС) на етапах установлення внутрішньостанційного з'єднання.

1.3. Набуття навичок поетапного аналізу процесу установлення з'єднань шляхом поєднання дій абонентів, роботи елементів абонентських терміналів та сигналів систем абонентської сигналізації.

2. Ключові положення

2.1. Системи сигналізації телекомунікаційних мереж

Телефонна мережа загального користування (ТМЗК) – *Plain Old Telephony Service (POTS)* – призначена для надання послуг телефонного зв'язку, тобто для передавання мови. Вона складається з трьох частин:

- **прикінцеві абонентські термінали** – стаціонарні телефонні апарати, абонентські термінали цифрової системи інтегрального обслуговування (ІЦІО) або термінали цифрової мережі з інтегрованими послугами *ISDN (Integrated Services Digital Network)*, багатофункціональні термінали (телефон, телефакс, комп'ютер, радіотелефон, телевізор тощо);

- **вузли комутації** – наприклад АТС;

- **лінійні споруди** – наприклад, два основних види ліній: абонентські лінії (АЛ), які з'єднують абонентські термінали з АТС, та з'єднувальні лінії (ЗЛ), для з'єднання вузлів комутації між собою.

Для організації обслуговування викликів та надання різноманітних послуг між АТС та абонентами необхідне передавання службової інформації всередині мережі, а також між АТ та вузлами комутації мереж телекомунікацій. Цю функцію забезпечують системи сигналізації.

У процесі установлення з'єднання на мережі зв'язку окремі вузли та станції обмінюються між собою інформацією, що передує, супроводжує або є наступною після передавання повідомлення абонента. Цей процес інформаційного обміну сигналами між об'єктами мережі називається **сигналізацією або протоколом зв'язку**, а спосіб організації обміну - системою сигналізації. Сигналізація забезпечує можливість передавання інформації усередині мережі, а також між абонентами і мережею телекомунікацій. Сукупність електричних сигналів, що використовуються на мережі для керування установленням з'єднання між телефонними апаратами, називається **системою телефонної сигналізації**. Системи сигналізації характеризуються призначенням, способом формування та способом передавання сигналів.

Розрізняють три ділянки сигналізації:

– **абонентська**, яка визначає порядок обміну сигналами між прикінцевим абонентським терміналом та АТС;

– **внутрішньостанційна**, яка застосовується для обміну інформацією між керувальними пристроями вузлів комутації;

– **міжстанційна**, яка визначає порядок обміну сигналами між станціями.

На абонентській ділянці сигнали абонентської сигналізації передаються по двопровідним аналоговим абонентським лініям; цифровим лініям цифрової мережі інтегрального обслуговування (ЦМІО); інтерфейсу V.5.

Будь-яка сигналізація складається з трьох видів сигналів: інформаційних (акустичних та оптичних), лінійних та керувальних.

Розглянемо абонентську сигналізацію, яка застосовується для передавання сигналів між абонентськими терміналами та АТС аналоговими абонентськими лініями (ААЛ).

Передавання лінійних та керувальних сигналів фізичними мережами двопровідних ААЛ відбувається зміною значення постійного струму у проводах a і b абонентського шлейфу за рахунок зміни опору шлейфу ТА для станційної батареї телефонної станції. Модулювання постійного струму в розмовному колі визначає аналоговий спосіб передавання мовної інформації.

Для двопровідних аналогових абонентських ліній характерний такий набір сигналів:

Лінійні сигнали, що визначають основні етапи установлення з'єднання (заявля, відбій, роз'єднання тощо) і передаються лініями зв'язку в прямому і зворотному напрямках тракту з моменту часу установлення з'єднання до моменту повного звільнення елементів тракту.

Сигнали керування (адресні сигнали), які передаються між пристроями керування (ПК) комутаційних вузлів і станцій та між ТА і ПК станцій. Це сигнали набирання номера абонента, що викликається (адресна інформація), сигнали про категорію виклику, про вид установлюваних з'єднань, сигнал запиту апаратури визначення номера тощо.

Інформаційні сигнали, що призначені для інформації абонента про хід установлення з'єднання, які пов'язані зі станом ліній та елементів АТС.

Інформаційні (акустичні) сигнали передаються від АТС до ТА і призначені для інформування абонента про стан з'єднання, що установлюється. До них відносяться:

– **«Відповідь станції» (ВС)** – безперервний сигнал з частотою $f = 425$ Гц, напругою $U = 4 - 5$ В;

– **«Зайнято» (З)** – сигнал з частотою $f = 425$ Гц, напругою $U = 4 - 5$ В, з періодичністю: $1/3$ с – посилка, $1/3$ с – пауза;

– **«Надсилання виклику» (НВ)** – сигнал з частотою $f = 25$ Гц, напругою $U = 80 - 100$ В з періодичністю: 1 с – посилка, 4 с – пауза;

– **«Контроль надсилання виклику» (КНВ)** – сигнал з частотою $f = 425$ Гц, напругою $U = 4 - 5$ В, з періодичністю: 1 с – посилка, 4 с – пауза.

Приклад передавання сигналів на різних етапах для одного з можливих варіантів установлення з'єднання зображено на рис.1

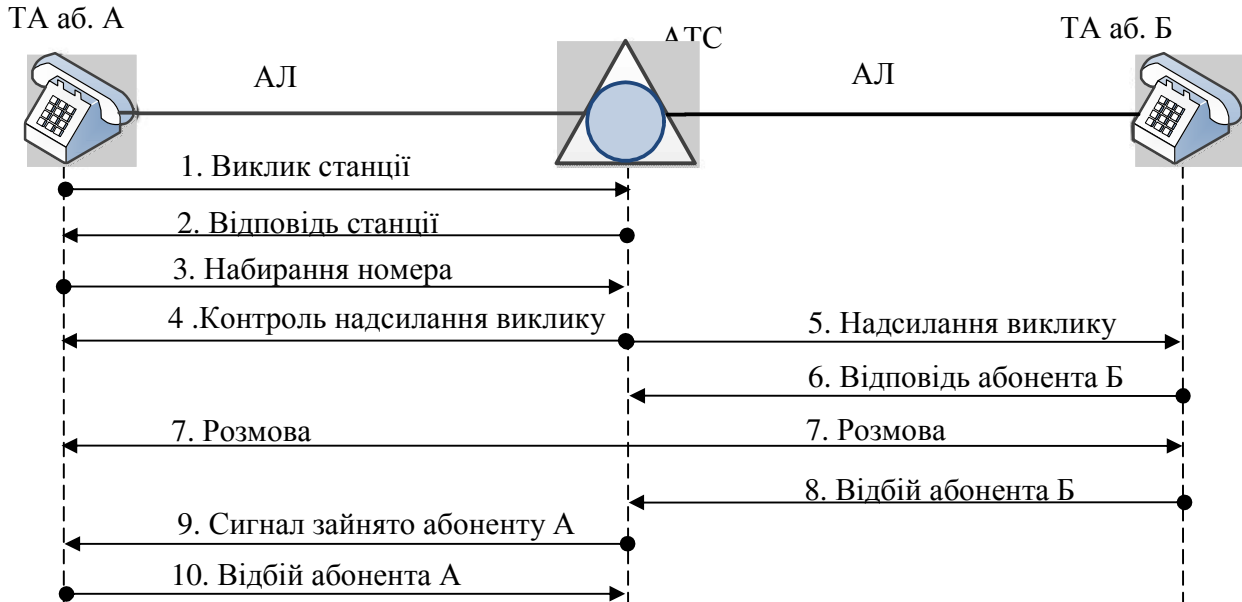


Рисунок 1 – Сигнали етапів установлення з'єднань

2.2. Побудова та робота аналогового абонентського терміналу

2.2.1. Загальні відомості про елементи АТ

Абонентський термінал є інтерфейсом для організації певного виду електрозв'язку між джерелом та приймачем інформації (людиною) та мережею телекомунікацій. Для організації передавання мови абонент може мати такі телефонні апарати:

Аналогові ТА, в яких мовні сигнали передаються в аналоговому виді у спектрі частот 0,3 ... 3,4 кГц.

Цифрові ТА ISDN, в яких мовна інформація перетворюється у цифровий потік зі швидкістю 64 кбіт/с (перший В-канал), у другому В-каналі одночасно з мовними передаються цифрові сигнали для послуг з передавання даних довільного типу, зокрема, відео і цифрових даних. Наприклад, абонент, маючи лише одну лінію зв'язку з провайдером ISDN, може одночасно приймати або здійснювати телефонні дзвінки та отримувати доступ в мережу Internet. Крім того є ще один D-канал для передавання сигналів сигналізації та даних зі швидкістю 16 кбіт/с.

ТА для IP-телефонії на базі технології, яка використовується в Internet для передавання мовних сигналів. При розмові, слова перетворюються в стислі пакети даних. Пакети даних разом з адресою та іншими допоміжними сигналами надсилаються через Internet іншому абоненту, де декодуються в голосові сигнали оригіналу.

2.2.2. Призначення елементів аналогового ТА

Аналоговий телефонний апарат забезпечує приймання акустичних тональних сигналів, які повідомляють абонента про стан станційних, лінійних пристроїв, стан ТА абонента, що викликається, а також забезпечує розмову абонентів.

ТА підключаються до АТС за допомогою двопровідної абонентської лінії, якою до ТА надходять:

- постійна напруга рівнем до 60 В через дросель розв'язку від станційної батареї АТС;

- сигнали виклику абонента (імпульси частотою 25 Гц з напругою 90 – 100 В, або двочастотні посилення при частотному виклику) та інші сигнали, зазначені у п. 2.1;

- розмовні сигнали з частотами від 0,3 до 3,4 кГц та напругою до 1 В.

Конструктивно аналоговий ТА складається з груп приладів: важільний перемикач, визивні прилади, номеронабирач, розмовні прилади. Схеми двох ТА представлені на рис. 2, де зображено загальний вид лабораторної роботи. У верхній частині вікна зображено два телефонних апарати: зліва схема ТА мостового типу, а справа — компенсаційного типу. Обидва ТА включені у АТС, де поруч з умовними позначками АТС вказані деякі функціональні вузли. У нижній частині показана схема керування макетом.

Розглянемо побудову ТА та призначення його елементів.

Важільний перемикач (ВП). Якщо мікротелефонна трубка (МТ) лежить на важільному перемикачі, то контакти 2 – 3 (рис. 2) знаходяться у замкнутому стані і вмикають визивні елементи апарату для прийняття виклику. При знятті мікротелефонної трубки з важільного перемикача спрацьовують контакти 4 – 5 (рис. 2), якими підключаються розмовні елементи апарату, а контакт 2 – 3 перемикається і роз'єднує визивне коло.

Визивні елементи складають: дзвінок (Дз) та конденсатор розв'язки (C1). Дзвінок приймає сигнал надсилання виклику частотою 25 Гц, напругою 80–100 В, що надходить з АТС. В аналогових ТА найбільш часто застосованим є поляризований дзвінок змінного струму. За допомогою важільного перемикача дзвінок підключається до телефонної лінії через конденсатор розв'язки ємністю близько 1 мкФ. Підключення через C1 дозволяє пропускати змінний струм виклику та не пропускати на дзвінок постійну напругу станційної батареї величиною 60 В. Конденсатор C1 також застосовується у контурі іскрогасіння під час набирання номера. У сучасних ТА для приймання виклику установлюється пристрій тонального виклику, який виробляє більш приємний для абонента акустичний сигнал потрібної гучності та частоти і не містить механічних елементів.

Номеронабирач (НН) призначений для формування імпульсів адресної інформації номера абонента, що викликається. Передавання адресної інформації (номера абонента) може здійснюватися двома способами: шлейфними імпульсами або багаточастотним кодом (ДКШІ або *DTMF*).

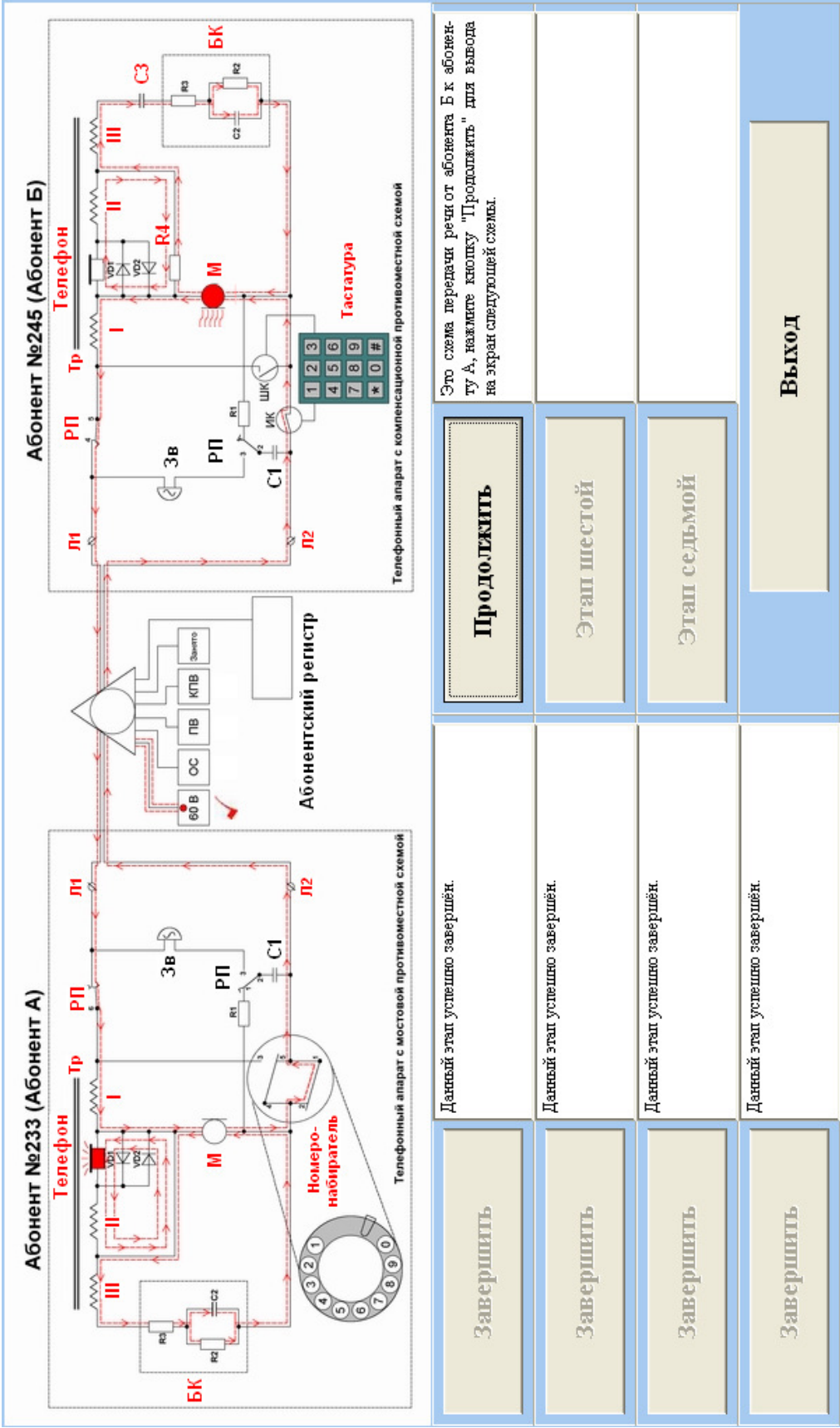


Рисунок. 2 – Вид лабораторної роботи зі схемами ТА мостового та компенсаційного типів для етапу передавання мови

При передаванні адресної інформації шлейфним способом здійснюється розмикання та замикання шлейфу АЛ на короткий час (шлейфовий або імпульсний спосіб набирання - "*pulse*"). Кількість серій (циклів) замикань і розмикань шлейфу АЛ відповідає кількості цифр у номері, що передається, цикли розділяються між собою міжсерійним інтервалом. Даний спосіб отримав назву декадний код з надсиланням цифр шлейфними імпульсами (ДКШІ). Загальний вид часової діаграми передавання цифр номера «23» зображено на рис. 3. Тривалість періоду передавання одного імпульсу складає 100 мс (60 мс АЛ знаходиться в розімкненому стані і 40 мс в замкненому), при цьому номінальна частота імпульсів становить 10 Гц. Даний спосіб простий в технічній реалізації, однак він є повільним. Кожна цифра передається у різних відрізках часу, наприклад, у відрізок часу 0,1 с передається форма «одиниця», а у 1 с – «нуль». Разом з міжсерійним інтервалом при передаванні міжміського або міжнародного номера тривалість набирання досягає десятків секунд.

Дисковий НН має імпульсний контакт (ІК), утворений контактами 1-2 номеронабирача (рис. 2), та шунтувальний контакт (ШК) на базі контактів 5-4 номеронабирача. Імпульсний контакт при набірному номері розмикає і замикає шлейф дрітів АЛ, створюючи серії імпульсів постійного струму. Число розмикань імпульсного контакту на одне або два більше ніж набрана цифра. Наприклад, якщо набирали цифру 2, то в процесі обертання диска при зворотному ході відбудеться 3- чи 4-кратне розмикання лінії (в залежності від типу НН). Шунтувальний контакт шунтує останні розмикання, і в лінію іде кількість розмикань, яка дорівнює набраній цифрі. Таким чином, номеронабирач посилає на АТС серії імпульсів для керування комутаційними пристроями АТС, які створюють з'єднувальний тракт до ТА іншого абонента.

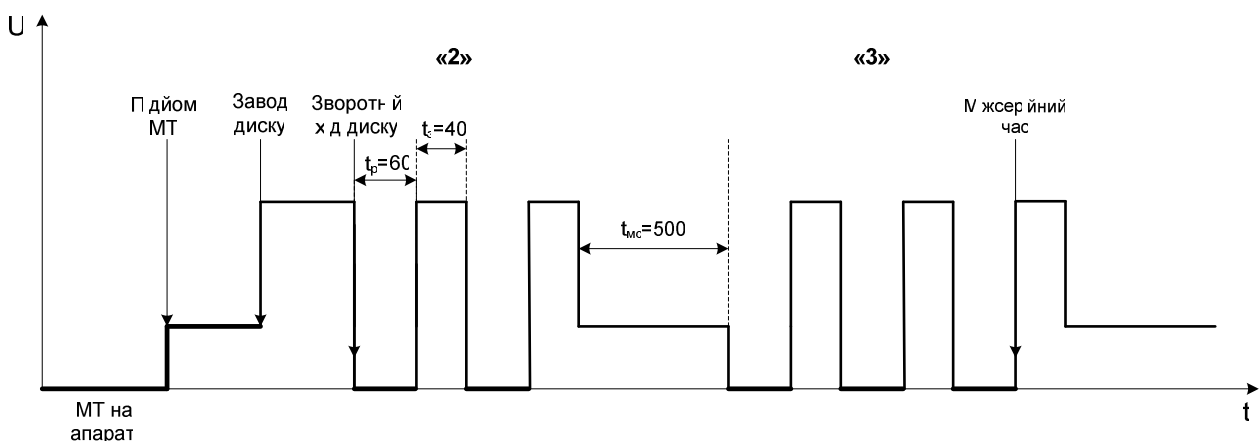


Рисунок 3 – Часова діаграма послідовності імпульсів у лінію

До імпульсних номеронабирачів ТА, для забезпечення нормальної роботи приладів АТС, висуваються певні вимоги:

- час розмикання контактів ІК – $t_p = 53 \dots 69$ мс;

- час замикання контактів ІК – $t_3 = 33 \dots 46$ мс;
- імпульсний коефіцієнт (відношення часу розмикання t_p до часу замикання t_3 контакту імпульсного ключа $K = t_p / t_3$) – $1,4 \dots 1,7$;
- частота створюваних імпульсів – від 9 до 11 імп/с;
- при цьому період повторення імпульсів – $86 \dots 115$ мс.

Мінімальна міжсерійна пауза до 500 мс.

Другий спосіб передавання адресної інформації отримав назву багаточастотного або тонального ("tone") набору, який позначається як *DTMF* – *Dual Tone Multi Frequency*. Застосовується у сучасних ТА з тастатурними (кнопочними) номеронабирачами при включенні абонентів до квазіелектронних і цифрових АТС. Передавання будь-якої цифри здійснюється за 40 мс за допомогою багаточастотного коду "2 з 8". Таке кодування однієї цифри відповідає одночасному передаванню двох частот з восьми можливих (код «2 з 8»). Комбінації сигналів і відповідність частот кожній цифрі наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Багаточастотний код

Частота	1209 Гц	1336 Гц	1477 Гц	1633 Гц
697 Гц	1	2	3	A
770 Гц	4	5	6	B
852 Гц	7	8	9	C
941 Гц	*	0	#	D

Цей код забезпечує 16 комбінацій сигнальних частот, 10 з яких використовуються для набирання номера. Загальна тривалість двочастотної послідовності повинна бути не менше 40 мс, паузи – не менше 25 мс, тому багаточастотний код дозволяє у декілька разів швидше передавати адресну інформацію ніж ДКШІ. Діаграма сигналів набору цифр «2» та «3» наведена на рис. 4.

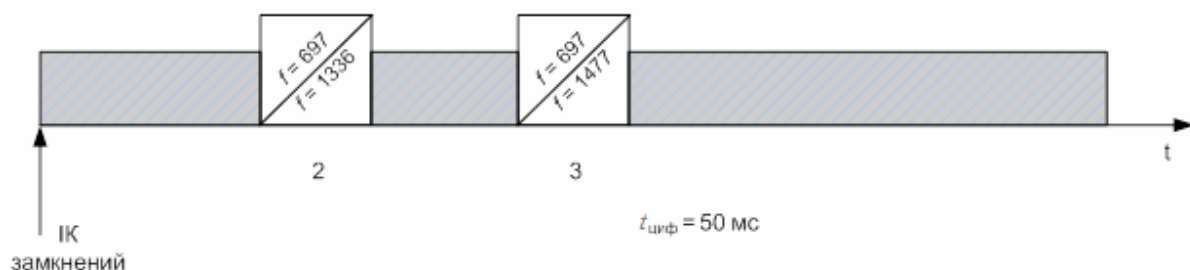


Рисунок 4 – Діаграма роботи тастурного номеронабирача кодом *DTMF*

Розмовна схема призначена для передавання та приймання мови. До неї відносяться мікрофон (М), телефон (Т), трансформатор (Тр), балансний контур (БК). Телефон і мікрофон для зручності користування конструктивно об'єднуються в одному спільному пристрої – мікротелефонній трубці.

При знятті мікротелефонної трубки дзвінок відключається контактами 2-3 важільного перемикача (ВП) та відбувається підключення до лінії розмовної схеми ТА за допомогою контактів 1-2 та 4-5 ВП.

Мікрофон перетворює енергію акустичних коливань в електричну енергію коливань. До цього дня широко використовуються мікрофони вугільного типу. Для забезпечення роботи вугільного мікрофона необхідне джерело живлення, у якості якого застосовується увімкнена в коло мікрофона центральна батарея (ЦБ) АТС. Робота мікрофона заснована на принципі зміни опору вугільного порошку під впливом звукових коливань, що діють на мембрану мікрофона. Віб्राція мембрани передається на частинки порошку, викликаючи їх ущільнення або розрідження, що змінює електричний опір. У разі відсутності звукових коливань через вугільний мікрофон проходить постійний струм від ЦБ. Під впливом звукових коливань змінюється опір вугільного мікрофона, що викликає появу змінних електричних сигналів у колі мікрофона. У сучасних апаратах застосовують конденсаторні, електретні або динамічні мікрофони з підсилювачами, які забезпечують вищу якість перетворення звуку ніж вугільні.

Головним електроакустичним параметром, що визначає якість роботи мікрофона як перетворювача, є його чутливість. Чутливість мікрофона (S_m) – це відношення діючого значення електрорушійної сили – ЕРС (E), що розвивається на виході мікрофона, до звукового тиску (P), що діє на нього, за визначеної частоти (як правило, 1 кГц) розмірність чутливості є міліВольти на Паскаль: $S_m = E_m / P_m$, (мВ/Па).

Телефоном називається прилад, який перетворює енергію електричного змінного струму тональної частоти, що надходить на ТА, у звукові коливання. В електромагнітних телефонах перетворення електричної енергії розмовних струмів в акустичну відбувається у такий спосіб: електричний струм створює змінний магнітний потік у магнітній системі телефону, який, у процесі взаємодії з потоком постійного магніту, впливає на мембрану телефону і змушує її коливатися.

Для оцінки якості телефону, як перетворювача електричних коливань у звукові, застосовують термін "чутливість телефону". Чутливістю телефону S_t (Па/мВ) називають величину, що визначається відношенням звукового тиску P_t , що розвиває випробовуваний телефон у камері штучного вуха, до змінної напруги U_t , прикладеної до його затисків. $S_t = P_t / U_t$, (Па/мВ). Частотна характеристика чутливості телефону показує залежність чутливості телефону від частоти при постійному значенні напруги, прикладеної до його затисків. Частотна характеристика чутливості нерівномірна порівняно з характеристикою телефону, що має спеціальні акустичні перетинки.

Трансформатор (Тр) призначений для розділення розмовних електричних сигналів від кола постійного струму та пригнічення **місцевого ефекту**, тобто ефекту прослуховування "свого" голосу у "своєму" телефоні під час розмови.

Балансний контур (до якого входять конденсатор $C2$ та резистори $R2$ і $R3$) призначений для пригнічення місцевого ефекту. Параметри елементів підбира-

ються згідно з ємністю та опором абонентської лінії. Місцевий ефект негативно впливає на якість телефонної розмови, тому що за наявності місцевого ефекту власна мова чутна в телефоні голосніше мови співрозмовника (особливо при довгій лінії).

Використовують два типи схем послаблення місцевого ефекту: мостову та компенсаційну.

Крім перерахованих елементів до складу ТА входять також резистори, конденсатори, діоди, що створюють розмовне коло апарату. Діоди $VD1$ и $VD2$ (див. рис. 2) обмежують викиди напруги на обмотках телефону та виключають різкі звуки, неприємні для вуха.

2.2.3. Робота схем ТА при передаванні мовної інформації

Для розгляду роботи схем ТА при передаванні мови застосуємо схему рис. 2, де зображений відповідний етап лабораторної роботи та кола протікання мовних струмів. Розглянемо приклад передавання струмів у напрямку від абонента А до абонента Б, при цьому ТА абонента А працює в режимі передавання мовних струмів, а ТА абонента Б в режимі прийому мовних струмів. Процеси зворотного напрямку передавання мови аналогічні.

У ТА мостового типу абонента А під час розмови змінний струм від мікрофона М розгалужується і проходить двома колами:

- перше коло: мікрофон, I обмотка Тр, замкнені контакти 4-5 важільного перемикача, клема Л1, АЛ абонента А, елементи розмовних кіл АТС та мовні елементи ТА абонента Б, елементи розмовних кіл АТС, клема Л2, замкнені контакти номеронабирача, другий вихід мікрофона;

- друге коло: III обмотка трансформатора, елементи БК, другий вихід мікрофона.

У зв'язку з тим, що розмовний струм в обмотках I та II Тр протікає у різних напрямках, в обмотці III Тр вони індукують незначну електрорушійну силу в результаті різноспрямованих магнітних потоків. У результаті в обмотці телефону струм майже не протікає і абонент не чує власну мову, тобто реалізується послаблення місцевого ефекту.

В ТА абонента Б відбувається приймання мовних сигналів абонента А наступним чином:

- перше коло: АЛ абонента Б, клема Л1, замкнені контакти 4-5 важільного перемикача, I обмотка Тр, М, tastатура, клема Л2;

- друге коло: телефон, II обмотка Тр, резистор $R4$, конденсатор $C3$, БК, tastатура, клема Л2.

Струм з абонентської лінії проходить в обмотках I та II Тр в однаковому напрямку. При протіканні струмів через обмотку в однаковому напрямку наводяться два магнітних потоки одного напрямку у III обмотці Тр, відбувається їх додавання, телефон абонента Б відтворює мову абонента А.

2.3. Головні параметри ТА

Сучасні ТА мають багато параметрів, але головними параметрами, що характеризують якість передавання мови, є електричні й електроакустичні.

До електричних параметрів ТА відносяться: робоче послаблення передачі ($a_{\text{пер}}$), робоче послаблення прийому ($a_{\text{пр}}$), робоче послаблення місцевого ефекту ($a_{\text{мф}}$).

Робоче послаблення $a_{\text{пер}}$ характеризує послаблення ТА в напрямку від М до лінійних затисків та визначається за формулою

$$a_{\text{пер}} = 10 \lg \left| \frac{E_M^2}{4R_M I_L^2 Z_L} \right|, \text{ дБ},$$

де $E_M^2 / 4R_M$ – потужність, що віддає мікрофон до узгодженого навантаження; $I_L^2 Z_L$ – потужність, що віддає мікрофон в лінію через схему ТА.

Робоче послаблення $a_{\text{пр}}$ характеризує послаблення ТА в напрямку від лінійних затисків до ТА.

$$a_{\text{пр}} = 10 \lg \left| \frac{U_L^2}{4Z_L I_{(T)}^2 Z_T} \right|, \text{ дБ},$$

де $U_L^2 / 4Z_L$ – потужність, що віддає лінія з опором Z_L до узгодженого навантаження; $I_{(T)}^2 Z_T$ – потужність, що віддає тією ж самою лінією через схему ТА.

Чим менше $a_{\text{пер}}$ та $a_{\text{пр}}$, тим менше втрати енергії у схемі ТА.

Робоче послаблення $a_{\text{мф}}$ характеризує послаблення ТА у напрямку від мікрофона до телефону

$$a_{\text{мф}} = 10 \lg \left| \frac{E_M^2}{4R_M I_T^2 Z_T} \right|, \text{ дБ}$$

Стандартні величини послаблень передавання та приймання мають малі значення ($a_{\text{пер}} = 1 - 2$ дБ, $a_{\text{пр}} = 2 - 3$ дБ), щоб не послабляти розмовні струми, а послаблення місцевого ефекту має велику величину ($a_{\text{мф}} = 30 - 35$ дБ), що гарантує практичну відсутність сприйняття телефоном власного голосу та оточуючих шумів.

Електроакустичними параметрами ТА є: коефіцієнти приймання, загальний коефіцієнт прийомопередачі та рівень гучності сигналу виклику.

До телефонOMETричних параметрів ТА відносяться: розбірливість, гучність та натуральність мови, що передається.

2.4. Етапи установлення з'єднання

Розглянемо варіант, коли викликає абонент А, відбій дає абонент Б. Цей випадок відображено на рис. 2.

При початковому стані мікротелефонна трубка знаходиться на важільному перемикачі, контакти якого розмикають шлейф постійного струму АТС. У цьому стані ТА готовий до приймання сигналу НВ.

1-й етап. Зняття мікротелефонної трубки з ТА абонентом А.

При знятті мікротелефону абонентом, що викликає, тиск на ВП припиняється і він своїми контактами відключає прилади, що викликають абонента і підключає розмовні прилади, замикаючи шлейф лінії постійного струму через ТА і АЛ. Появу постійного струму фіксують прилади станції, що сприймається як сигнал виклику АТС. За кожною АЛ на АТС закріплено абонентський комплект (АК). Внаслідок чого АТС фіксує сигнал виклику від конкретного абонента. Створюється ланцюг живлення мікрофону від станційної батареї: позитивний полюс батареї, абонентська лінія, контакти 4-5 ВП, І обмотка Тр, М, контакти номеронабирача, абонентська лінія, негативний полюс батареї АТС.

2-й етап. Приймання сигналу «Відповідь станції» (ВС). На цьому етапі абоненту надходить інформація про те, що до його АЛ підключено приймач номера (ПН). Сигналом служить безперервний сигнал частотою 425 Гц, що називається «Відповідь станції».

3-й етап. Етап набирання номера. Номер, що набирається, визначає, який тип з'єднання необхідний абоненту. Вид з'єднання (внутрішньо-станційне, вихідне) можна визначити за першими цифрами адресної інформації, тобто номера, що набирає абонент. Адресну інформацію приймає та зберігає приймач номера – абонентський реєстр (АР). Після аналізу перших цифр номера (кодів АТС) визначається конкретний тип з'єднання. У лабораторній роботі розглядається внутрішньо-станційне з'єднання між абонентами одного комутаційного вузла. Отримавши сигнал «Відповідь станції», абонент А може набирати номер абонента Б. Кількість імпульсів у кожній серії відповідає набраній цифрі. Всі цифри номера, що приймаються, використовуються для керування процесом установлення з'єднання у комутаційному вузлі.

4-й етап. Етап приймання сигналів НВ и КНВ. Отримавши усі цифри номера абонента, що викликається, керувальний пристрій АТС визначає з'єднувальний шлях до абонента Б і видає команду на видавання абонентам сигналів про те, що з'єднання може бути установлено. Для абонента Б таким сигналом є «Надсилання виклику» з частотою $f = 25$ Гц, напругою $U = 80 - 100$ В, з періодичністю 1 с посліжка, 4 с пауза. Для абонента А - «Контроль надсилання виклику» з частотою $f = 425$ Гц, напругою $U = 4 - 5$ В, з періодичністю 1 с посліжка, 4 с пауза. Під час посліжки цих сигналів спеціальний пристрій контролює АЛ абонента, що викликається, щоб зафіксувати момент відповіді абонента Б.

5-й етап. Етап розмови. Після відповіді абонента, що викликається, сигнали «Надсилання виклику» та «Контроль надсилання виклику» припиняються і

підключаються ланцюги живлення мікрофонів до абонентів, щоб дати їм можливість здійснити розмову. Під час розмови АЛ обох абонентів контролюються для приймання сигналу відбою будь - кого з абонентів.

6-й етап. Відбій абонента Б. Після закінчення розмови абонент Б кладе мікротелефонну трубку на важіль телефонного апарату, повертаючи схему апарату у вихідне положення. АТС отримує сигнал «Відбій», абоненту А посиляється сигнал «Зайнято».

7-й етап. Відбій абонента А. Абонент А кладе мікротелефон на важіль телефонного апарату, і всі прилади повертаються в початковий стан.

3. Ключові питання

3.1. Укажіть склад і призначення приладів ТА: розмовних, приймача виклику, важільного перемикача та номеронабирача.

3.2. Вкажіть параметри сигналів абонентської сигналізації для аналогових абонентських терміналів.

3.3. Назвіть причини виникнення місцевого ефекту і необхідність його зменшення.

3.4. З яких етапів складається процес утворення з'єднувального тракту?

3.5. Які функції БК мають резистори та конденсатори ?

3.6. Для чого застосовується конденсатор у визивному колі?

4. Домашнє завдання

4.1. Використовуючи підручник і методичні вказівки вивчити спрощену принципову схему ТА і призначення його основних елементів.

4.2. Користуючись рекомендованою літературою та ключовими положеннями дати письмові відповіді на контрольні питання.

4.3. Зобразіть схему та коло протікання струмів:

– коло струму в ТА при виклику абонентом станції;

– коло приймання виклику абонента станцією;

– коло передавання імпульсів набирання номера.

5. Побудова та принцип дії лабораторної роботи

5.1. Після запуску програми лабораторної роботи на екрані з'являється назва роботи. Натисненням лівої кнопки миші відкривається вікно реєстрації для виконання лабораторної роботи. За допомогою клавіатури студент вносить свої дані до відповідних полів. Далі треба натиснути кнопку «Лабораторна робота». Загальний вигляд лабораторної роботи показаний на рис. 5.

Вікно складається з двох частин: у верхній частині вікна зображені два телефонних апарати – зліва мостового типу, справа компенсаційного типу. Обидва ТА увімкнені в АТС з кількома відокремленими функціональними вузлами. У нижній частині знаходяться сім кнопок, що застосовуються для керування ходом виконання лабораторної роботи та відповідають семи етапам установалення з'єднання. Поряд знаходяться текстові поля, в які виводяться пояснення під час виконання того чи іншого етапу з'єднання. В правому куті знаходиться кнопка "Вихід".

Виконання лабораторної роботи починається з натиснення кнопки «Етап перший». У відповідному порожньому полі з'являється завдання до даного етапу. Мишею відмічаються необхідні елементи на схемах ТА, що застосовуються на даному етапі. При цьому відмічені елементи виділяються червоним кольором. Етап завершується натисненням кнопки «Продовжити».

Якщо вказано невірний варіант, тобто вказані не всі елементи, або зайві, то з'являється сигнал помилки. Етап необхідно повторити. При правильній відповіді автоматично виконується перехід до наступного етапу. Якщо відповідь правильна, то необхідно замалювати кола струмів та елементи відповідного етапу в протоколі. Поряд зі схемою вказати сигнали та їх параметри для цього етапу. У випадку неправильної відповіді слід повторити виконання етапу, але при цьому знижується загальна оцінка виконання лабораторної роботи.

5.2. Виконання роботи відповідає етапам установалення з'єднання, виконується за однаковими алгоритмами, тому в якості прикладу розглянемо дії для виконання першого етапу установалення з'єднання. Перший етап відповідає етапу виклику абонентом станції. Реалізація роботи схеми для даного етапу, відповідно ключовим положенням, відбувається за допомогою наступних елементів: мікрофон, І обмотка Тр, ВП, клема Л1, живлення 60 В з АТС, клема Л2, контакти НН. Якщо їх відмітити, як показано на рис.5, то з'являється шлейф постійного струму, що протікає через ці елементи. Після замалювання елементів кола та визначення напрямку живлення ЦБ у звіті етап установалення з'єднання вважається виконаним.

Подальші етапи виконуються аналогічно.

6. Лабораторне завдання

6.1. Студент перед виконанням лабораторної роботи повинен отримати допуск та узгодити з викладачем план виконання лабораторної роботи. Після цього ознайомитися зі схемою віртуальної лабораторної роботи і знайти на його «лицьовій панелі» усі функціональні блоки згідно з п.5 «Побудова та принцип дії лабораторної роботи».

6.2. При виконанні першого етапу «Виклик АТС» треба накреслити коло струму приймання виклику: від замкнутих контактів ВП до полюсів ЦБ АТС.

Для другого етапу «Відповідь станції» треба накреслити схеми кіл протікання струмів від генератора «Відповідь станції» до телефону абонента А через необхідні елементи ТА і вказати параметри сигналу ВС.

На третьому етапі «Набор номера» треба накреслити схему, виділити коло протікання струму для передавання цифр номера від контактів НН до ЦБ АТС та відобразити приймання цифр у АР АТС.

На четвертому етапі треба вказати елементи для прийому сигналів «Надсилення виклику» та «Контроль надсилення виклику». По-перше, треба накреслити коло протікання струму від генератора «ПВ» до дзвінка абонента Б та вказати параметри сигналу «ПВ». По-друге, накреслити коло посилки сигналу КПВ для абонента А та вказати параметри сигналу.

Для п'ятого етапу – обмін мовною інформацією – необхідно вказати елементи мовного тракту. При цьому, треба накреслити схему мовних елементів ТА абонента А, схему мовних елементів ТА абонента Б та вказати елемент живлення мікрофонів. На схемі вказати різними кольорами протікання струму для двох випадків: абонент А розмовляє, абонент Б слухає та навпаки. При цьому можна використати схему подібну рис. 2.

Для шостого етапу «Відбій абонента Б» треба вказати схему посилки сигналу «Зайнято» абоненту А.

Для сьомого етапу «Відбій абонента А» треба вказати зміну стану елементів тракту.

Перша частина лабораторної роботи завершена. Для виконання другої частини натиснути "Продовжити". Виконати всі етапи з'єднання у зворотному напрямку.

7. Зміст звіту

7.1. Відповіді на ключові питання та схеми домашнього завдання.

7.2. Схеми виконаних етапів лабораторної роботи по установленню з'єднання з зображенням кіл протікання струмів, параметрами сигналів абонентської сигналізації та короткими поясненнями до кожного етапу.

8. Література

1. Термінальне обладнання та комутаційні прилади: навч. посіб./ [О.В. Вербанов, В.І. Дузь, В.М. Колчар, Г.В. Стовбун]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2008. – 128 с.

2. Терминальное оборудование цифровых сетей электросвязи с интеграцией служб/ [В.И. Борщ, А.В. Вивчарюк, В.А. Донец и др.] – Київ: Наукова думка, 1999 – 320 с.

3. Системы коммутации [Б.С. Гольдштейн] – БХВ- Санкт-Петербург, 2004. – 314с.

4. Телефонні апарати: Метод. керівництво до лаб. роботи № 11 за курсом «Системи комутації в електрозв'язку» [О.Я. Маркович, Г.В. Стовбун] – Одеса, ВЦ ОНАЗ, 2002

9. Словник термінів до лабораторної роботи

ААЛ	Аналогова абонентська лінія	Аналоговая абонентская линия (ААЛ)	<i>Analogue subscriber line (ASL)</i>
АСАС	Аналогова система абонентської сигналізації	Аналоговая система абонентской сигнализации (АСАС)	<i>Analog subscriber signalling system (ASSS)</i>
АТ	Абонентські термінали	Абонентские терминалы (АТ)	<i>Subscriber terminals (ST)</i>
АТС	Автоматична телефонна станція	Автоматическая телефонная станция (АТС)	<i>Telephone exchange (TE)</i>
БК	Балансний контур	Балансный контур (БК)	<i>Compromise network (CN)</i>
ВП	Важільний перемикач	Рычажный переключатель (РП)	<i>Hook switch (HS)</i>
ВС	Відповідь станції	Ответ станции (ОС)	<i>Dial tone (DT)</i>
ДКШІ	Декадний код-шлейфними імпульсами	Декадный код- шлейфными импульсами (ДКШИ)	<i>Decadic code of loop pulses (DCLP)</i>
З	Зайнято	Занято (З)	<i>Busy (B)</i>
ЗЛ	З'єднувальна лінія	Соединительная линия (СЛ)	<i>Connection line (CL)</i>
ІК	Імпульсний контакт	Импульсный контакт (ИК)	<i>Pulse spring (PS)</i>
КП	Керуючий пристрій	Управляющее устройство (УУ)	<i>Controller (C)</i>
КВ	Комутаційний вузол	Коммутационный узел (КУ)	<i>Switch node (SN)</i>
КНВ	Контроль надсилання виклику	Контроль посылки вызова (КПВ)	<i>Ring back tone (RBT)</i>
М	Мікрофон	Микрофон (М)	<i>Microphone (M)</i>
МТ	Мікротелефон	Микротелефон (МТ)	<i>Handset (H)</i>
НВ	Надсилання виклику	Посылка вызова (ПВ)	<i>Ringin (R)</i>
НН	Номеронабирач	Номеронабиратель (НН)	<i>Dial pulser (DP)</i>
Т	Телефон	Телефон (Т)	<i>Speaker (S)</i>
ТА	Телефонний апарат	Телефонный апарат (ТА)	<i>Telephone set (TS)</i>
ТМЗК	Телефонна мережа загального користування	Телефонная сеть общего пользования (ТфОП)	<i>Public switched telephone network (PSTN)</i>
Тр	Трансформатор	Трансформатор (Тр)	<i>Transformer (Tr)</i>
ЦМІС	Цифрова мережа з інтеграцією служб	Цифровая сеть с интеграцией служб (ЦСИС)	<i>Integrated services digital network (ISDN)</i>
ШК	Шунтувальний контакт	Шунтирующий контакт (ШК)	<i>Shunt spring (SS)</i>

Редактор

Кодрул Л.А.

Комп'ютерне редагування
та макетування

Корнійчук Є. С.

Здано в набір 31.05.2012 Підписано до друку 20.06.2012

Формат 60/88/16 Зам. № 4896

Тираж 200 прим. Обсяг: 1,25 ум. друк. арк.

Віддруковано на видавничому устаткуванні фірми RISO

у друкарні редакційно-видавничого центру ОНАЗ ім. О.С. Попова
ОНАЗ, 2012