

Міністерство транспорту та зв'язку України

**Державний департамент з питань зв'язку та інформатизації
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова**

Кафедра автоматичного електрозв'язку

**СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ В ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ
Модуль 3.4 Цифрові системи комутації**

Частина друга

**Функції BORSCHT абонентських комплектів
цифрових систем комутації**

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 3.4.1

Напрямок бакалаврської підготовки «Телекомунікації»
для спеціальності 0924

Одеса 2006

УДК 691.396

План НМВ 2006 р.

Печерский В.І. Функції BORSCHT абонентських комплектів цифрових систем комутації: Методичні вказівки. – Одеса.: ОНАС им. О.С. Попова, 2006.

Укладач – *В.І. Печерский*

Рецензенти – *В.І. Дузь*

Вивчаються функціональна та принципальна схеми аналогового абонентського комплекту. Приведено алгоритми роботи абонентського комплекту для вихідного і вхідного зв'язку з прикладом реалізації функцій BORSCHT.

Посібник призначений для студентів, котрі вивчають дисципліну СКЕЗ-2 в плані бакалаврської підготовки за напрямком „Телекомунікація”.

Методичні вказівки розглянуто і схвалено на засіданні кафедри АЕЗ.
Протокол № 4 від 5 травня 2006 р.

Зав. кафедрою АЕЗ

В.І. Борщ

Методичні вказівки розглянуто і схвалено методичною радою факультету інформаційних мереж.

Протокол № 11 від 26 травня 2006 р.

Декан факультету ІМ

І.В. Стрелковська

**1 СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО МОДУЛЯ 3.4
„Цифрові системи комутації”**

Змістовий модуль	Лекції (годин)	Заняття		Самостій на робота (у тому числі ІНДЗ)	Індиві- дуальна робота
		прак- тичні	лабора- торні		
Модуль 3.4: Цифрові системи комутації Навчальний час: лк – 18 г., пр – 8г, лб – 16 г., СРС – 34 г.					
3.4.1. Узагальнена функціональна схема цифрової системи комутації	2		2	0,5	–
3.4.2. Підсистема абонентського доступу	2	2	2	2	–
3.4.3. Підсистема лінійного доступу	2		2	0,5	–
3.4.4. Концентрація абонентського навантаження	2	2	2	1	–
3.4.5. Особливості побудови комута- ційного поля типових систем ЦСК	2		2	0,5	–
3.4.6. Принципи сигналізації в ЦСК	2	2	2	1	–
3.4.7. Процеси та алгоритми встанов- лення з'єднання в ЦСК	2		2	0,5	–
3.4.8. Перспективи переходу до мереж наступного покоління NGN	4	2	2	1	–
Разом	18	8	16	8	–

Функції BORSCHT абонентських комплектів цифрових систем комутації

1 Мета лабораторної роботи

1.1 Вивчити функції BORSCHT абонентських комплектів цифрових систем комутації (ЦСК).

1.2 Вивчити роботу схем, які зrealізують виконання функцій абонентського комплексу ЦСК «Квант-Е».

1 Ключові положення

2.1 В цифрових системах комутації (ЦСК) відбувається перетворювання часових і просторових координат різноманітних видів інформації, яка передається й комутується в цифровому вигляді. При цьому аналогові розмовні сигнали абонентів перетворюються на цифрову форму стандартних ІКМ сигналів або дельта-модульованих сигналів одразу в цифрових прикінцевих пристроях абонентів чи в абонентських модулях (АМ) ЦСК.

При виконанні своїх функцій ЦСК має мати кілька основних підсистем, які зrealізуються апаратним та програмними засобами.

Підсистема абонентського доступу забезпечує узгоджування сигналів з параметрами абонентських ліній в мережних та лінійних закінченнях, функціонування систем абонентської сигналізації, аналого-цифрове (АЦП) та цифро-аналогове (ЦАП) перетворювання для аналогових абонентських ліній, формування цифрових потоків для цифрових абонентських ліній (ЦАЛ).

Подібні задачі, але для з'єднувальних ліній, розв'язує підсистема лінійного доступу.

Для підмикання каналів з'єднувальних ліній у ЦСК застосовуються стики типу А з тактовою швидкістю цифрових сигналів 2048 кбіт/с (30 розмовних каналів) та типу В з тактовою швидкістю 8192 кбіт/с (120 розмовних каналів).

Підсистема комутації й керування забезпечує просторово-часову комутацію сигналів. Вона складається з комутаційних полів (КП) АМ, виносних комутаційних модулів (ВКМ) та основного КП опорних станцій (ОПС).

Підсистема технічної експлуатації й технічного обслуговування забезпечує діагностування та виявлення ушкоджень, заміну ушкодженого обладнання на резервне, взаємозв'язок з техперсоналом, адміністративне керування параметрами всіх ліній та сплату послуг.

Окрім того, ЦСК має підсистеми сигналізації, синхронізації та електроживлення, а також додаткові підсистеми для мобільного, пакетного, широкосмугового та інших видів зв'язку.

При використуванні аналогових абонентських ліній (ААЛ) головними функціями АМ є аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворювання розмовних сигналів та концентрація абонентського навантаження.

Локальні АМ розміщують на ОПС, виносні АМ (ВАМ) – окремо, в місцях найбільшої концентрації абонентів (у будинках). Вони також можуть бути складовою частиною виносних комутаційних модулів (ВКМ), які обслуговують

абонентів віддалених від ОПС територій. АМ з'єднуються груповими трактами з основним КП ОПС безпосередньо або через комутаційні поля ВКМ.

Швидкість передавання сигналів міжстанційними та внутрішньостанційними лініями у більшості випадків відповідає стандартним швидкостям передавання ІКМ сигналів.

Існують АМ, в яких аналого-цифрове перетворювання виконується індивідуальними кодами АК, і АМ з груповими кодами на виходах КП АМ.

2.2 Абонентські комплекти АК ААЛ у разі індивідуальних кодів забезпечують:

- захист від зовнішніх високих напруг, які можуть потрапити до АЛ;
- тестування параметрів ТА та АЛ абонента на відповідність нормам;
- приймання лінійних та керувальних сигналів від абонента;
- надсилання сигналу виклику, перехід з двопроводової АЛ до чотирипроводового тракту АМ.

Кодек може вмикатися як до схеми АК, так і на виходах КП. В першому разі КП комутує цифрові сигнали, а в другому – амплітудно-імпульсно-модульовані (АІМ-сигнали).

Перетворювання аналогових розмовних сигналів на стандартні сигнали ІКМ-систем відбувається в три етапи: дискретизування в часі, квантування за рівнями та кодування. На рис. 2.1, а, б, в, г наведено приклади чотирьох реалізацій розмовних сигналів та їхні відліки для чотирьох каналів. Приклад перетворення аналогового сигналу на цифровий наведено на рис. 2.1, е.

На першому етапі стробування через інтервал $T_{ц}$ визначаються АІМ відліки сигналів. Час поміж сусідніми відліками одного каналу $T_{ц} = 1/f_{стр}$ називають *циклом передавання*, $f_{стр}$ – *частота стробування*. Для відтворення аналогового розмовного сигналу з відліків частота стробування обирається відповідно до теореми Котельникова: $f_{стр} \geq 2f_m$, де f_m – максимальна частота сигналу. У разі телефонного каналу зі смугою частот 0,3 ... 3,4 кГц типове значення $f_{стр} = 8$ кГц ($T_{ц} = 125$ мкс).

АІМ відліки різних каналів (рис. 2.1, д) зсунуто один відносно одного у часі для того, щоби в разі утворення спільного групового сигналу не відбувалося їхнього перекривання. У такий спосіб відбувається часовий розподіл каналів (ЧРК) розмовних сигналів.

На другому етапі кожен відлік розмовного сигналу квантується за рівнями, де виконується заміна на один з найбільш близько розташованих рівнів квантування. У стандартному випадку таких рівнів $2^8 = 256$, що забезпечує малий рівень завад квантування. На рис. 2.1 таких рівнів 16.

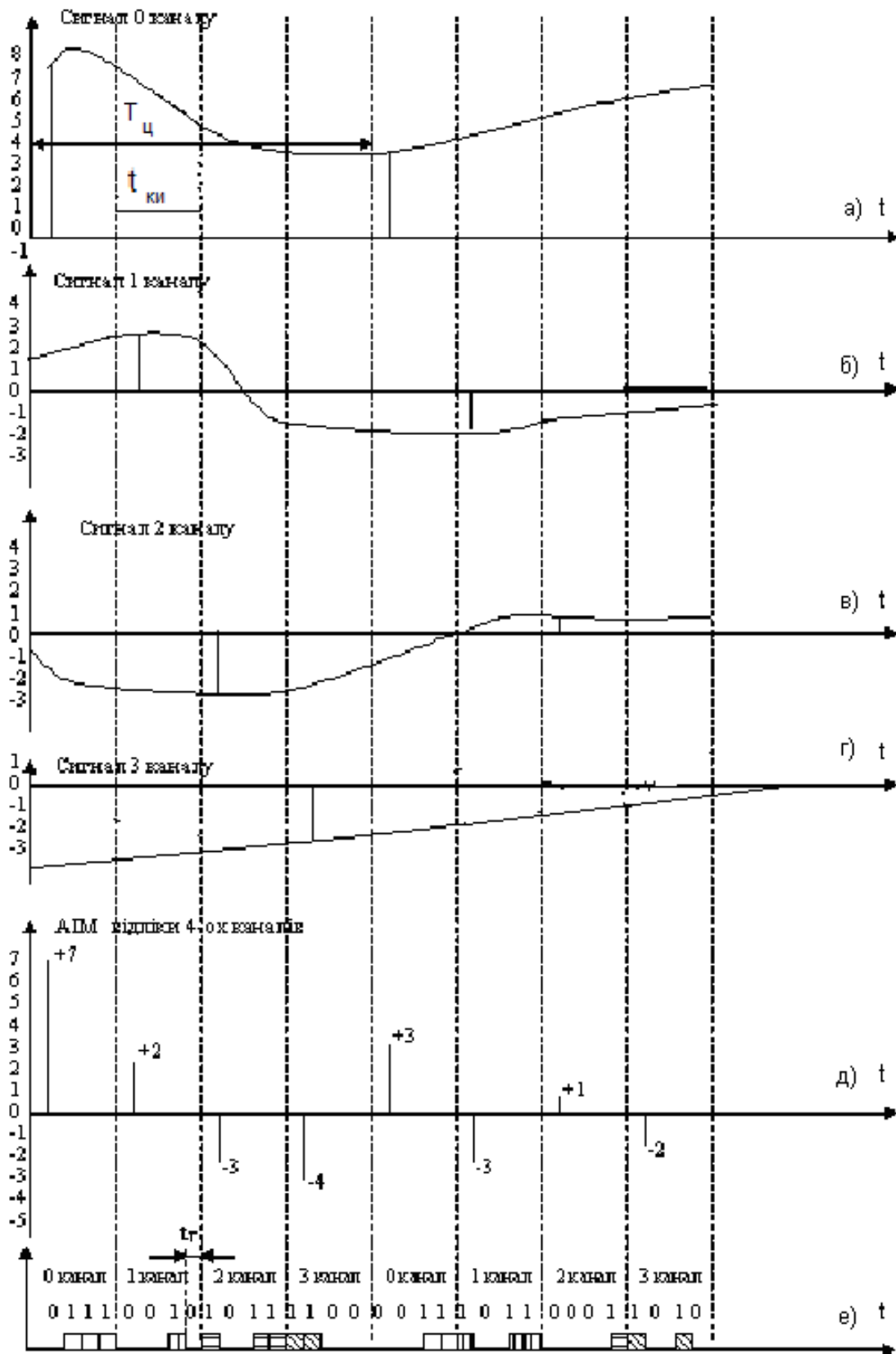


Рисунок 2.1 – Процес перетворення чотирьох аналогових сигналів на сигнали цифрового ГТ, який має чотири часових канали на чотири разряди

На третьому етапі відбувається кодування квантованих відліків (рис. 2.1,е). Кожен відлік замінюється на чотирирозрядну двійкову кодову каналну комбінацію, яка розміщується в каналному інтервалі $t_{ki} = T_{Ц}/n$, де n – кількість каналів у груповому тракту. На рис. 2.1,е наведено приклади чотирирозрядних кодових комбінацій з різним штрихуванням. Перший розряд зазначає знак відліку, а наступні три – амплітуду. Наприклад, для відліку з амплітудою (+7) перший розряд має 0, а решта – 111, оскільки $(111)_2 = 7$. При цьому сигнали АК на входах КП АМ утворюють групові тракти (ГТ), наприклад, для АМ ЦСК “Квант-Е” на 128 ААЛ треба чотири ГТ з 32-ма часовими каналами, при цьому сигнали кожного ГТ створюють сигнали від 32 АК.

Чотирирозрядні каналні комбінації відповідають випадку застосування у ЦСК кодування сигналів методом адаптивної дельта-модуляції (ЦСК типу С-32), але у більшості випадків цифрові канали мають вісім розрядів.

2.3 Структурну схему абонентського комплексу (АК) цифрової системи комутації (ЦСК) абонентського модуля (АМ) наведено на рис. 2.2. АК застосовується для стикування аналогової абонентської лінії з цифровою комутаційною станцією й виконує такі функції [1, 2].

Основні функції АК в техніці комутації відомі під назвою BORSCHT:

В – (battery feed) – живлення прикінцевого пристрою;

О – (overvoltage protection) – захист від небезпечних напруг, наведених високовольтним лініями тощо;

Р – (ringing) – надсилання сигналу “Надсилання виклику” по АЛ поміж ЦСК та прикінцевим пристроєм;

С – (supervision) – контроль стану шлейфа АЛ та приймання від абонента сигналів: виклику, шлейфового набирання номера, відбою, а також контроль живлення прикінцевого пристрою;

С – (coding) – кодування/декодування аналогових розмовних сигналів;

Н – (hybrid) – перехід за допомогою дифсистеми від двопроводової АЛ до чотирипроводового тракту передавання з усуненням перехідних розмов, ехо-сигналів та збуджень (генерації) тракту;

Т – (testing) – контроль прикінцевого пристрою та АЛ з боку ЦСК за допомогою оперативного програмного контрольно-перевірального обладнання або за ініціативою обслуговуючого персоналу.

Важливим елементом АК ЦСК є пристрій гальванічної розв'язки АЛ від внутрішньостанційних розмовних трактів та кіл керування. З цією метою використовуються трансформатори. За допомогою лінійного трансформатора ТР1, який входить до складу дифсистеми (ДС), забезпечується гальванічна розв'язка АЛ та входу/виходу кодека. В цілому дифсистема забезпечує перехід від двопроводової АЛ до чотирипроводового тракту (функція hybrid).

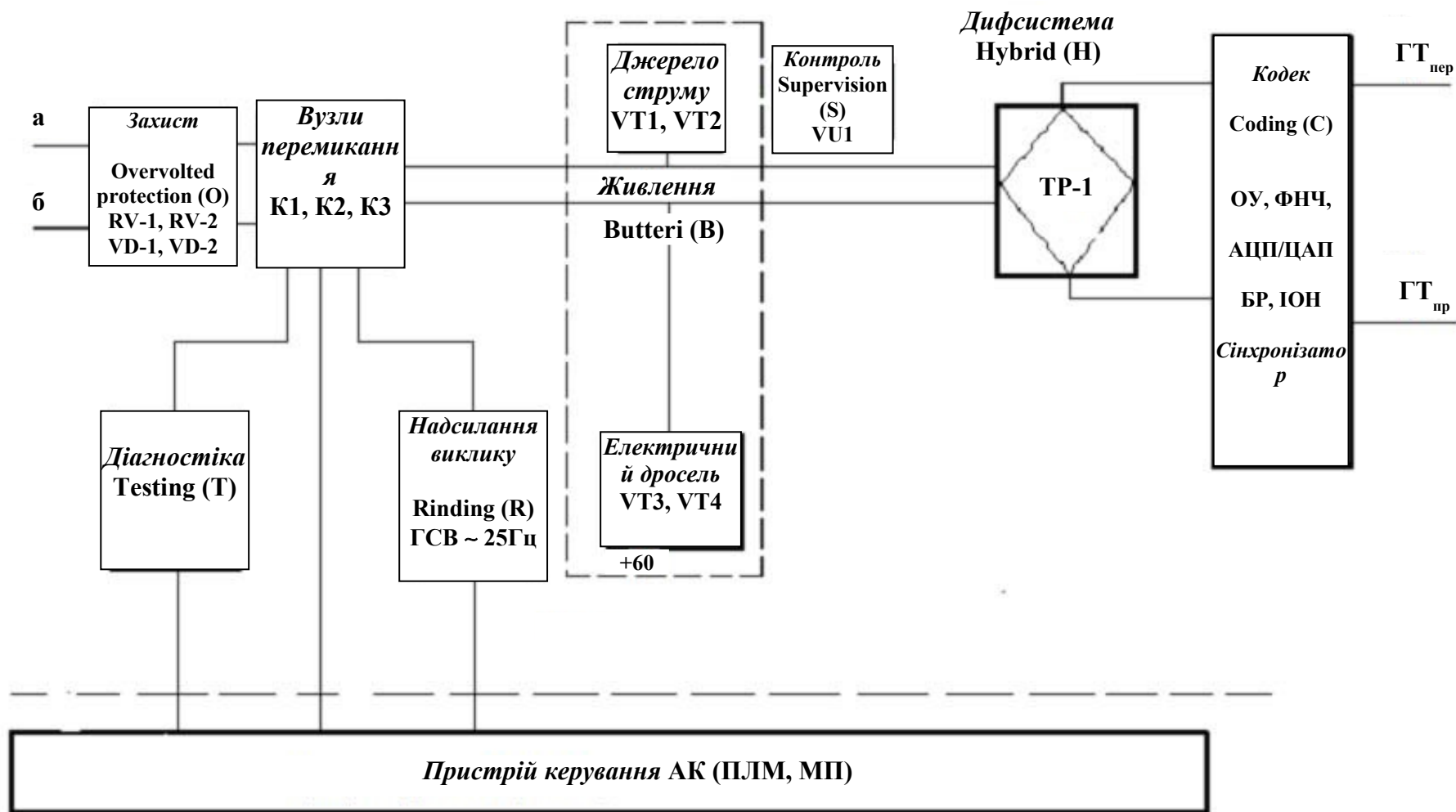


Рисунок 2.2 – Структурна схема аналогового абонентського комплекта ЦСК

Струм живлення прикінцевого абонентського пристрою утворюється за допомогою станційної батареї напругою -60 В. За замкнутого шлейфу АЛ струм живлення в АК протікає через джерело струму на транзисторах VT1 та VT2, які обмежують величину струму в АЛ ($20 \dots 26$ мА) та забезпечують його незалежність від опору АЛ, який залежить від довжини АЛ та типу кабеля. Другий провід АЛ увімкнено до станційної батареї через електронний дросель на VT3 та VT4. Обидва пристрої мають великий опір змінному струмові, що протидіє шунтуванню розмовних сигналів низьким опором станційної батареї.

Захист станційних пристроїв від зовнішніх напруг та струмів наведень різних типів енергоушкодження, грозових розрядів (функція *overvoltage protection*) може виконуватись не лише захисними пристроями кросів (приміром, за допомогою газорозрядних та напівпровідникових пристроїв), але також додатковими пристроями захисту, які встановлюються у схемах АК. До них належать позистори RV1 та RV2, які збільшують опір у разі зростання струму, та швидкодіючий двобічний обмежувач на стабілітронах VD1 та VD2, які відкриваються в разі виникнення великих напруг.

Надсилання до АЛ сигналів виклику (функція *ringing*) здійснюється за допомогою реле K1, K2, K3. Контактми реле АЛ підмикається до джерела виклику. В зв'язку з тим, що приймачем виклику в телефонних апаратах є електромагнітний дзвінок, сигнал виклику подається з рівнем $U_{\text{вик}} = 80 \dots 100$ В, частотою 25 Гц. Всі інші елементи схеми АК під час надсилання виклику вимикаються.

Сигналізація щодо стану абонентського комплексу (*supervision*) відзначається в АК за допомогою виводу від резистора R1. У такий спосіб утворюються точки сканування АК, який має два стани. За розімкненого шлейфу АЛ потенціал на виводі в КТ є близький до нуля, а за замкнутого шлейфу становить кілька вольтів. Гальванічна розв'язка цієї точки сканування від керувальних пристроїв виконується за допомогою оптрона VU1. Керувальний пристрій шляхом періодичного сканування згаданого виводу виявляє в АК ознаку стану шлейфу. Кодування (функція *coding*) розмовного сигналу, а також його декодування відбувається в чотирипроводовій частині тракту за раніш розглянутими методами. Для перетворення аналогового сигналу на цифрову форму використовуються методи часової амплітудної дискретизації та цифрового кодування. Для цього застосовуються АЦП/ЦАП, (кодек) фільтр низьких частот (ФНЧ) та джерела опорної напруги.

Фільтр низької частоти (ФНЧ), показаний у двопровідному тракті приймання, є частиною системи декодування цифрового сигналу. Завдяки ФНЧ відфільтровуються високочастотні складові сигналу на вході кодера та відновлюються аналогові сигнали на виході декодера. В наслідок цього користувачеві надається низькочастотний сигнал з потрібною частотною характеристикою.

Функція *testing* передбачає проведення контролю АЛ, в наслідок чого можна виявити відхилення параметрів АЛ від нормованих значень.

Наприклад можна перевірити: наявність на проводах сталої напруги; опір

ізоляції кожного проводу відносно землі; опір ізоляції поміж проводами a та b ; опір шлейфу АЛ та параметри імпульсів номеронабирача.

Буферні регистри (БР) та схема синхронізації (СИНХ) забезпечує формування сигналів групових трактів (ГТ) від АК до входу комутаційного поля АМ: ГТ передавання (ГТпер) та ГТ прийому (ГТпр).

2.4 Спрощену принципову схему абонентного комплексу наведено на рис. 2.3 [1, 2]. Кожний абонентний комплект має двопровідний аналоговий вхід (проводи a і b) та чотирипровідний цифровий вихід.

В АК можна вмикати через АЛ:

- телефонний апарат зі шлейфовим набиранням номера (ДКШ) дисковим або тастатурним номеронабирачем;
- телефонний апарат з тональним набиранням номера (DTMF);
- таксофон однобічний чи двобічний для місцевого або міжміського зв'язку;

АК розраховано на такі параметри АЛ:

- опір шлейфу до 1600 Ом;
- опір ізоляції АЛ не менш за 20000 Ом;
- ємність поміж проводами до 1 мкФ;
- послаблення АЛ до 4,5 дБ на частоті 1020 Гц.

Абонентський комплект розміщується на типових елементах заміни (ТЕЗ). На одному ТЕЗі розміщено 16 АК та спільна для них схема керування й сигналізації. До АК підмикається пристрій діагностування (ДГН) і генератор сигналу виклику (ГСВ). У груповому пристрої АК є програмовна логічна матриця (ПЛМ), за допомогою якої мікроконтролер абонентського модуля (МП БАЛД) керує роботою АК.

Для виконання функцій BORSCHT в АК існують такі елементи та пристрої.

Міст живлення, який складається з джерела струму в проводі a та електронного дроселя в проводі b . Джерело струму зібрано на транзисторах VT1 та VT2 й резисторах R1, R2, R4 та R5. Електронний дросель виконано на транзисторах VT3 та VT4, резисторах R6, R7, R8 та R9 і конденсаторі C1.

Захист від високих напруг і струму виконано на позисторах RV1 та RV2, опори яких збільшуються за збільшення струму в колі шлейфу, й на стабілітронах VD1 та VD2, опір яких зменшується при збільшуванні напруги на проводах у абонентській лінії.

Надсилання виклику здійснюється з групового пристрою. Пристрій надсилання виклику є спільний для 16 АК і підмикається до абонентської лінії контактами реле K2, яке вимикає абонентську лінію від АК і підмикає, через обмежувальні резистори R10 та R11, трансформатор Tr2 до ГВС. В колі надсилання виклику є електронний ключ (ЕК) з оптроном VU3, який фіксує момент відповіді абонента Б, та оптодіод VU2, який забезпечує співвідношення “сигнал – пауза” 1 до 4 надсилання виклику. Контроль стану

шлейфу здійснює точка сканування (ТСшл), виконана на оптроні VU1. Оптрон розпочинає світитися при замиканні шлейфу в ТА, що зумовлює вмикання ТСшл, – і цей сигнал через ПЛМ видається до МП, оптрон гасне при розмиканні шлейфу в ТА і мигає при набірному номері ДКШ.

Кодування й декодування аналогових сигналів виконує кофідек. В тракті передавання кофідека увімкнено операційний підсилювач (ОУ-1), смуговий фільтр 0,3 ... 3,4 кГц, аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) та буферний регістр (БР). Тракт приймання розпочинається з буферного регістра (БР) і подовжується цифроаналоговим перетворювачем (ЦАП), фільтром нижніх частот та операційним підсилювачем (ОП) (на схемі ОУ-2). Синхронізування кофідека здійснюється від СКС ОПС по КІ-0 ГТ-0. До схем АЦП та ЦАП подається опорна напруга від джерела опорної напруги (ОН).

Узгодження двопровідного входу з чотирипровідним виходом здійснюється диференційною системою (ДС), розташованою в кофідеку.

Для гальванічної розв'язки розмовних кіл АК від абонентної лінії увімкнено трансформатор Tr1, при цьому конденсатор С1 запобігає протіканню незмінного струму через первинну обмотку Tr1 та його насичення. Діагностичний комплект підмикається до АЛ чи АК за допомогою контактів реле К1, К2 та К3. У разі роботи К1 ДГН підмикається до АК, у разі роботи К2 та К3 ДГН підмикається до АЛ. Оперативна перевірка параметрів відбувається завжди при встановленні з'єднання.

Робота АК у разі вихідного зв'язку відбувається в три етапи, при цьому передбачається що номер ТА-Б надходить способом ДКШ.

Етап 1, фаза 1. При знятті мікротелефону на ТА-А замикається шлейф в ТА і створюється коло нехмінного струму для живлення мікрофону:

мінус 60 В, R2, транзистор VT1, контакти реле К2 та К1, позистор RV1, провід *a*, схема ТА-А, провід *b*, позистор RV2, контакти реле К1 та К2, R6, транзистор VT3, плюс 60 В. При проходженні струму живлення в цьому колі на R1 виникає спадання напруги UR1. Від цієї напруги створюється струм по колу:

“мінус UR1, R3, діод VD3, оптрон VU1, плюс UR1.” Оптрон засвічується і сигнал точки сканування шлейфу (ТСшл) передається до ПЛМ, а потім шиною керування – до МП БАЛД.

Етап 1, фаза 2. Мікропроцесор БАЛД, отримавши сигнал виклику від ТА-А, визначає за інформацією в оперативному запам'ятовуючому пристрої (ОЗП) номер ТА-А і тип його номеронабирача. Оскільки номеронабирач видає шлейфові імпульси, то утворюється схема надсилання “Сигналу відповіді станції” з цифрового генератора тональних сигналів ЦГТС до АК. Сигнал відповіді станції (425 Гц) у цифровому вигляді надходить до тракту приймання каналом КІj ВЦІ на буферний регістр (БР) і в ЦАП перетворюється на аналогову форму. Фільтр нижніх частот виокремлює спектр 0,3 ... 3,4 кГц. Сигнал підсилюється ОП-2 і через ДС надходить на розмовні проводи. Абонент чує сигнал станції – запрошення до набірному номеру.

Етап 2. Абонент набирає номер ТА-Б.

Відбувається замикання й розмикання шлейфу в ТА, тому ТСшл повторює роботу номеронабирача – при розмиканні шлейфу оптрон гасне, а при замиканні – світиться. Частота змінювання стану оптрона відповідає частоті імпульсів, тобто 10 ± 1 імп/с. Кількість розмикань шлейфу відповідає кількості імпульсів у серії. Проміжок часу між цифрами дорівнює міжсерійному часу номеронабирача (мінімально 600 мс). Після прийняття першого знака номера порушується схема надсилання “Сигналу відповіді станції”. Перемикання оптрона VU1 передається проводом ТСшл до ПЛМ, а звідти – до МП БАЛД, де відбувається підрахунок імпульсів у кожній серії цифр номера абонента й їхнє запам'ятовування. Після завершення приймання номера ТА-Б МП БАЛД формує пакет інформації й через ВСС передає його до ЗУУС і комп'ютер УКС ОПС [2].

Етап 3. Внутрішньосистемний сигнальний канал складається з шістнадцяти каналних інтервалів одного групового тракту. Після передання пакета з МП БАЛД до ЗУУС і комп'ютера УКС ОПС абонент А очікує завершення встановлення з'єднання.

За вхідного зв'язку до абонента Б мікропроцесор АМ-Б отримує сигнал заняття і номер ТА-Б. МП БАЛД з'ясовує стан абонентного комплекту – вільний чи зайнятий. Якщо АК-Б вільний, то розпочинається поетапна робота.

Етап 4. МП БАЛД подає сигнал до ПЛМ про вільність АК-Б – і ПЛМ вмикає реле К2 та К3, тим самим ДГН підмикається до абонентської лінії і через контакти реле К1 (на час перевірки АК вимикається) ДГН перевіряє абонентську лінію, і якщо параметри АЛ-Б є у нормі, то МП вмикає реле К2 та К3 і АЛ-Б знов підмикається до АК.

Етап 5. Створюються дві схеми: АМ-Б здійснює надсилання сигналу виклику до ТА-Б, а АМ-А – контролює надсилання сигналу виклику до ТА-А. Для надсилання виклику МП АМ-Б вмикає реле К2 та опотиристор VU2. Коло сигналу ПВ має вигляд:

мінус 60 В, Тр2, електронний ключ (ЕК), R10, опотиристор VU2, контакти “реле К3, К2 та К1, позистор RV1, провід а, дзвінок та конденсатор в ТА-Б, провід b, позистор RV2, контакти реле К1, К2 та К3, R11, плюс 60 В”. В цьому колі сталий струм не проходить, оскільки в схемі ТА-Б послідовно з дзвінко-обмоткою увімкнено конденсатор. Мікропроцесор АМ-Б за допомогою ПЛМ керує роботою опотиристора VU2: якщо його увімкнено, то до АЛ-Б надсилається струм виклику, за його вимкнення – струму немає. Водночас АМ-А видає в лінію ТА-А сигнал КПВ від ЦГТС.

Етап 6. При відповіді абонента Б спрацьовує електронний ключ (ЕК) і проводом ТСотв через оптрон VU3 подається сигнал до МП про відповідь абонента. Мікропроцесор за допомогою ПЛМ вмикає реле К2 – і АЛ-Б знов підмикається до АК-Б. МП формує у бік ОПС та АМ-А пакет інформації про відповідь абонента Б. Мікропроцесори АМ-А та АМ-Б і комп'ютер ОПС

керують утворенням розмовного тракту за допомогою комутаційних полів ПВК-А, УКС та ПВК-Б.

Етап 7. У розмовному тракті живлення мікрофонів здійснюють з АК, вони ж контролюють стан шлейфів ТА абонентів.

3 Контрольні запитання

1. Як змінюється опір резистора в АК у разі збільшення струму АЛ?
2. Як змінюється опір стабілітронів АК у разі появи великих напруг на вході АК?
3. У яких випадках змінюється стан оптрона VU1?
4. У яких схемах застосовуються транзистори VT1, VT2, VT3, VT4?
5. Для яких цілей застосовується трансформатор TP1 АК ?
6. Скільки рівнів квантування має кодек АК ?
7. Які функції виконує оптрон VU2 ?
8. Яку функцію виконує ЕК ?

4 Домашнє завдання

4.1. Користуючись рекомендованою літературою та ключовими положеннями, дати письмові відповіді на контрольні запитання.

4.2. Нарисуйте відповідно до заданого цифри варіанту (ДО) частину схеми абонентського комплексу, елементи якої відповідають за виконання однієї з функцій BORSCHT: якщо Д та О парні, то функція В, якщо Д парне, а О непарне, то функція О, якщо Д непарне, а О парне, то функція R, якщо Д та О непарні, то функція S.

5 Опис лабораторної роботи та методика виконання лабораторного завдання

5.1. Віртуальний макет складається з комп'ютерної програми і панелі користувача з відповідними дидактичними пристроями.

Після запуску програми на екрані з'являються назва роботи, у разі клацання лівою кнопкою миші відкривається вікно реєстрації для виконання лабораторної роботи. За допомогою клавіатури студент заносить свої дані до відповідних клітин.

5.2. Виконання лабораторної роботи розпочинається після проходження серії тестових запитань. Відповідаючи на запитання, студент контролює правильність відповідей на контрольні запитання домашньої підготовки та отримує допуск до лабораторної роботи. Відповіді фіксуються програмою й

використовуються у подальшому для автоматичного оцінювання знань студента.

5.3. Отримавши допуск, студент відкриває головне вікно програми, яке поділяється на три області (рис. 2.3):

- робочу область із зображенням спрощеної схеми аналогового абонентського комплекту;
- текстове поле з методичними вказівками виконання етапів лабораторної роботи;
- панелі інструментів керування роботою макета, які містять кнопки відповіді, кнопки переходу до наступного запитання, кнопки виходу, лічильник спроб. Окрім того, на схемі робочої області з'являються надписи: «Відповідь вірна» чи «Невірно».

Елементи схеми абонентського комплекту розташовано у межах клітини чи блока, натиснення лівої кнопки миші дозволяє обирати відповідні для кожної з функцій BORSCHT елементи схеми. Обраний елемент виокремлюється зеленим кольором. Якщо елемент обрано помилково, то повторне натиснення лівої кнопки дозволяє його вилучити з набору елементів відповіді. Це можливе лише до натиснення курсором миші «Відповідь».

5.4. При виконанні різних етапів лабораторної роботи, студент повинен зазначити потрібні елементи для виконання однієї з функцій BORSCHT: battery feed (живлення мікрофону), overvoltage protection (захист від зовнішніх великих напруг чи струмів), ringing (виклик змінним струмом), supervision (приймання імпульсів шлейфним методом), coding (перетворювання мовного сигналу у цифрову форму та зворотнє перетворення), hybrid (перехід від двопроводного тракту до чотирипроводного), testing (операційний контроль параметрів абонентського шлейфу).

Зазначивши курсором та мишкою потрібні, на його думку, елементи для конкретного етапу (конкретної функції), студент натискає курсором кнопку «Відповідь».

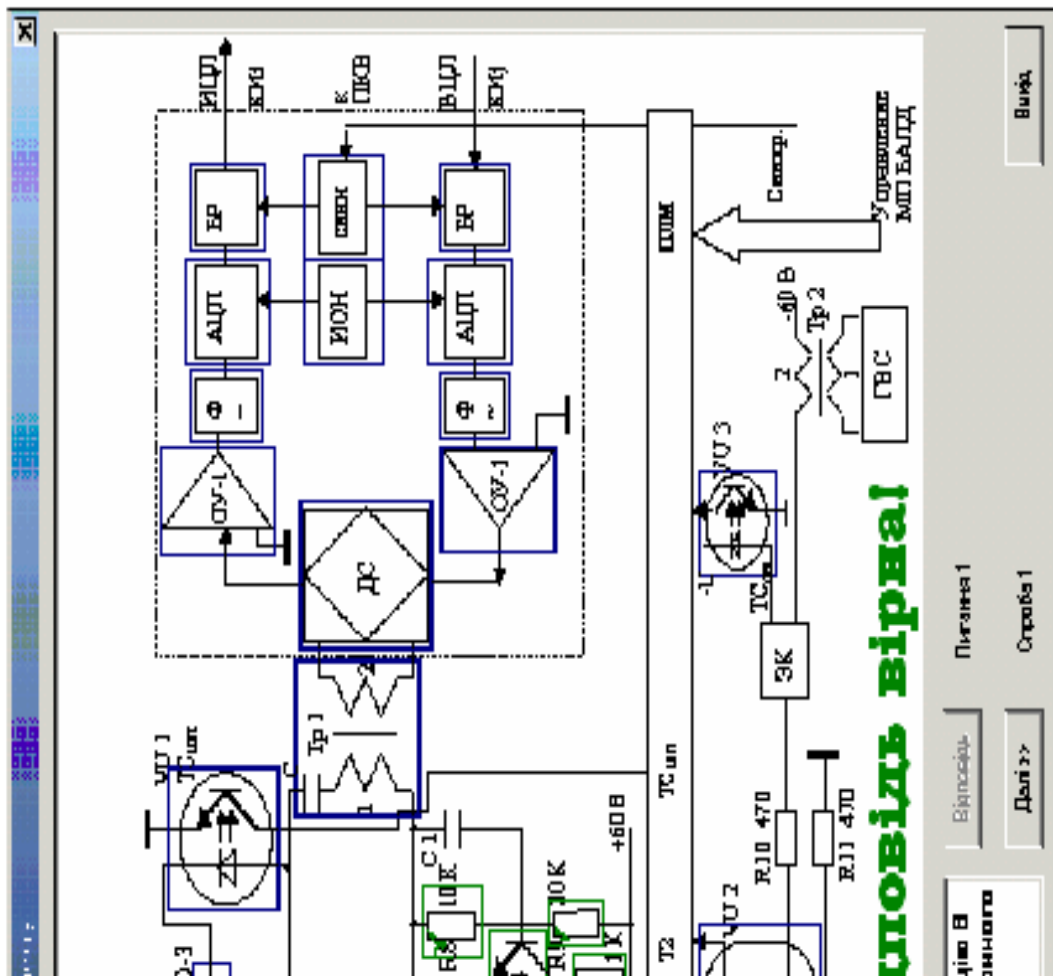
На екрані комп'ютера може з'явитися надпис «Відповідь вірна» або «Невірно». Надпис «Відповідь вірна» з'явиться лише у разі, якщо студент зазначить усі потрібні елементи, не більш і не менш.

У першому випадку студент, натискнувши кнопку «Далі», може переходити до наступного запитання. Перед цим треба зобразити у звіті схему для відповідної функції та коротко пояснити роботу її елементів.

У разі невірної відповіді студент повинен змінити набір елементів і дати нову відповідь на запитання.

Програма макету фіксує кількість помилкових спроб і автоматично знижує оцінку за цей етап роботи та підсумкову оцінку за всю лабораторну роботу.

5.5. По закінченні відповідей на всі запитання студент автоматично отримує оцінку за 100-бальною системою. Ця оцінка виводиться як середньо-арифметична оцінка за кожне запитання, які, своєю чергою, розраховуються відповідно кількості помилкових відповідей (спроб).



а схема ААК та вид віртуального макету

Рисунок 2.3 – Принципова схема ААК та вигляд віртуального макета

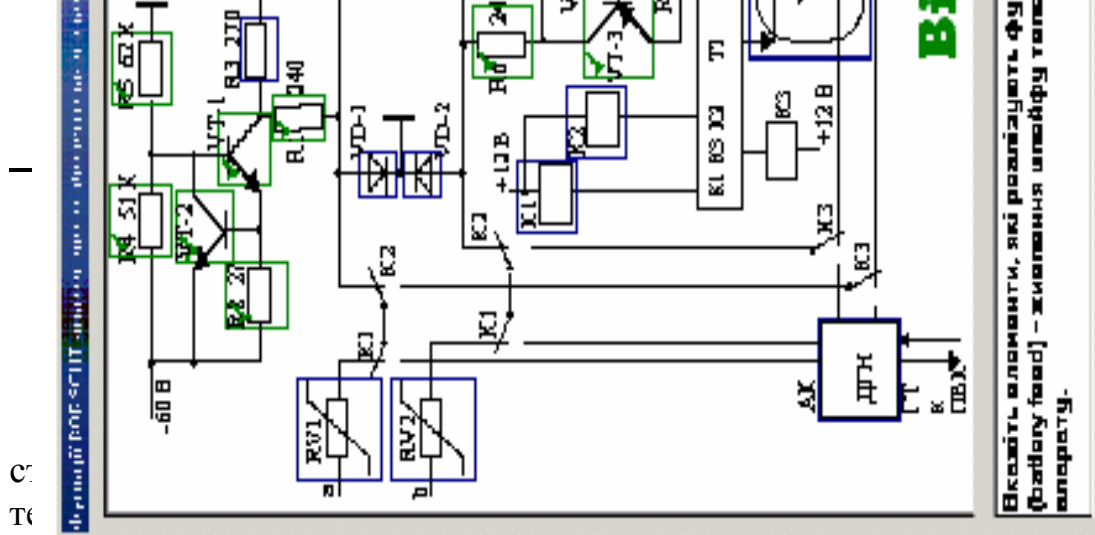


Рисунок 3- Принципіал

роботи до викладача, який виводить підсумкову оцінку роботи з урахуванням програмних оцінок за кожен етап виконання лабораторної роботи.

6 Зміст протоколу

- 6.1. Відповіді на контрольні запитання.
- 6.2. Схеми реалізації функцій АК та пояснення їхньої роботи.

7 Список рекомендованої літератури

1. Стовбун Г.В. Цифровая система коммутации «Квант-Е» Блок абонентских линий: Учеб. пособие по курсу СКЕС. – Одесса: ОНАС им. А.С. Попова. – 2002.
2. Блок БАЛД-1. Техническое описание АК-5 ЦСК «Квант-Е», Квант-Интерком. – Рига, 1999.