

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра електроніки та комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

на тему:

«Автоматизована цифрова система комутації на базі
установчо-виробничої АТС»

Завідувач кафедри

Керівник

Опанасюк А.С.

Горячев О.Є.

Виконав студент групи ТК-81

Ганжа В.В.

Суми 2022

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Сумський Державний Університет

Факультет _____ ЕЛІТ _____ Кафедра _____ ЕКТ _____
Спеціальність _____ Телекомунікації _____

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри Опанасюк А.С.

« _____ » _____ 20__ р.

Завдання на дипломний проект студентів

Ганжа Віталій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема проекту** Автоматизована цифрова система комутації на базі установчо-виробничої АТС

затверджено наказом по інституту від «12» квітня 2022р. № 0241-VI

2. **Термін здачі студентом закінченого проекту** 7.06.2022

3. **Вихідні дані до проекту** УВАТС проектується на базі одноланкової комутаційної системи без втрат із повнодоступним включенням. Кількість джерел телефонного навантаження системи $S = 128$.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)** розгляд структури і функціонального призначення проєктованої УВАТС, розрахунок параметрів комутаційної системи, вибір і обґрунтування основних функціональних блоків системи.

5. **Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)**

Календарний план

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літератури і постановка задачі проектування	26.04.2022	
2	Принцип побудовання і характеристики системи	10.05.2022	
3	Вибір і обґрунтування обладнання системи комутації	24.05.2022	
4	Представлення готової роботи	3.06.2022	

Студент-дипломник _____ Ганжа Віталій Вікторович _____

Керівник проекту _____ Горячев Олексій Євгенійович _____

« _____ » _____ 20__ р.

РЕФЕРАТ

Тема дипломного проекту: «Автоматизована цифрова система комутації на базі установчо-виробничої АТС». Дипломний проект складається з 3 розділів, які у свою чергу розбиті на окремі підрозділи. Робота містить 40 сторінок. При написанні роботи було опрацьовано 16 джерел.

У першому розділі дипломного проекту був зроблений огляд існуючих пристроїв за обраною темою, описана загальна структура і функціональне призначення проектованої системи, зроблено постановку задачі проектування. У другому розділі розглянуто принципи побудови характеристики проектованої системи, розраховано її параметри. У третьому розділі був розроблений алгоритм роботи проектованої системи, зроблено вибір і обґрунтування її обладнання. Зроблені висновки по виконаній роботі.

Ключові слова: СИСТЕМА КОМУТАЦІЇ, ЗВ'ЯЗОК, УСТАНОВЧО-ВИРОБНИЧА АТС

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП	4
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1 Установча цифрова АТС Panasonic KX-TD500	6
1.2 Інтегрована комунікаційна система NEAX7400 ICS від NEC	7
1.3 Функціональні особливості УВАТС	9
1.4 Структура проектованої цифрової системи комутації	15
1.5 Постановка задачі проектування	18
2 ПРИНЦИП ПОБУДУВАННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ КС ЦСК	19
2.1 Розрахунок параметрів комутаційної системи	20
2.2 Характеристики ІКМ тракту Е1	24
2.3 Характеристики шини ST-BUS	24
2.4 Характеристики та параметри кодування мовного сигналу	26
3 ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ	
3.1 Алгоритм функціонування системи	28
3.2 Вибір абонентських пристроїв	29
3.3 Опис мікропроцесорного керуючого пристрою	35
ВИСНОВКИ	38
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	39

					ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ			
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Автоматизована цифрова система комутації на базі установчо-виробничої АТС	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
Разраб.	Ганжа В.В.						2	
Перевір.	Горячев О.Є.							
Реценз.								
Н. Контр.	Горячев О.Є.					СумДУ гр. ТК-81		
Затверж.	Опанасюк А.С.							

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АК Абонентський комплект

АЛ Абонентська лінія

АТС Автоматична телефонна станція

МТМ Міська телефонна мережа

ВКС Часова комутаційна система

ІКМ Імпульсно-кодова модуляція

ІС Інтегральна схема

КІ Канальний інтервал

КС Комутаційна система

КСЛ Комплект сполучних ліній

ПЧКС Просторово-часова комутаційна система

ЦСК Цифрова система комутації

УВАТС Установча (відомча) АТС

АТМN Мережі з асинхронною передачею даних (Asynchronous Transfer Mode Network)

COLE Комплект сполучних ліній (Central Office Line Equipment)

DCS Цифрова комутаційна система (Digital Crosspoint Switch)

DTMF Кодування багаточастотним кодом (Dual-Tone Multi-Frequency coding)

ISDN Цифрова мережа з інтеграцією служб (Integrated Service Digital Network)

PBE Приватна, установча телефонна мережа (Privat Branch Exchange)

SLE Абонентський комплект (Subscriber Line Equipment)

SOE Системне генераторне обладнання (System Oscillator Equipment)

					ЕлІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

В даний час розвиток цифрових телефонних мереж йде за декількома напрямками. Серед цих напрямів можна назвати основні: це створення засобів стільникового зв'язку, засобів ISDN для телефонії та цифрових мереж з аналоговим закінченням абонентського тракту, а також IP-телефонія.

Велику увагу приділяють інтеграції різних типів мереж зв'язку. Так, поява IP-телефонії, а також технологій асинхронної передачі даних АТМ, як результату інтеграції телефонного зв'язку та комп'ютерних мереж, стало можливим завдяки розвитку цифрових систем комутації.

Незважаючи на стрімкий розвиток засобів АТМ, збільшення ємності цифрових АТС, що використовуються для побудови міських та міжміських телефонних мереж, залишається актуальним завдання створення цифрових АТС малої ємності (у межах 200 – 500 абонентів) для відомчого зв'язку. Оперативна передача інформації та гнучкість є незамінними атрибутами сучасного підприємства. Організаціям, що мають УВАТС (що також відомі як офісні або установчо-відомчі АТС), внутрішня система зв'язку дозволяє економити робочий час та підвищити продуктивність праці.

Цифрові станції з аналоговим закінченням абонентського тракту забезпечують сумісність існуючого абонентського обладнання з цифровими мережами передачі даних, зокрема ISDN і є перехідним обладнанням від аналогових телефонних мереж до цифрових.

Розробки ведуться у двох напрямках - створення автономних ЦСК малої ємності та створення так званих псевдо-АТС на базі IBM PC. В другому випадку завдання комутації та обробки даних вирішуються майже повністю програмно з допомогою застосування високопродуктивних мікропроцесорів. Хоча останній напрямок і є перспективним, але має кілька недоліків, як недостатня надійність (особливо це важливо для цифрових систем комутації, що не обслуговуються) і висока на даний момент вартість.

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	Арк.
						4
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

В даному проекті розробляється цифрова система комутації для АТС малої ємності (для відомчих та сільських АТС) з урахуванням вимог до стандартів для телефонних мереж, надійності, низької вартості та низьких вимог до технічного обслуговування. Для вирішення цієї задачі виконується огляд технічних та функціональних можливостей деяких найбільш популярних нині цифрових АТС малої ємності.

					<i>ЕліТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	Арк.
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Установча цифрова АТС Panasonic KX-TD500

Цифрова АТС Panasonic KX-TD500 (рисунок 1.1) призначена для створення місцевих телефонних мереж в установах та офісах [1].



Рисунок 1.1 Загальний вигляд АТС Panasonic KX-TD500

АТС має блочно-модульну конструкцію та допускає зміни сумарного числа зовнішніх та внутрішніх ліній шляхом додавання спеціальних плат та максимально двох блоків розширення, що показано на рисунку 1.1 справа. Система приєднується до міської телефонної мережі через звичайну двопровідну лінію. Цифрова АТС застосовується у якості офісної чи установчої АТС із кількістю портів до 512 (сумарна кількість вхідних ліній та абонентських ліній).

Ця модель набула широкого поширення завдяки чудовій функціональності та конкурентоспроможній ціні. Після підключення станція може використовуватися відразу, оскільки основні параметри роботи заздалегідь запрограмовані заводом-виробником. Програму можна змінити та доповнити за своїм бажанням у будь-який час. Система програмується з консолі оператора або персонального комп'ютера через порт RS-232C. Система може складатися з одного, двох або трьох блоків (базового та додаткового 1, 2) та консолі адміністратора. Максимальна кількість портів у базовому блоці 192 (включаючи

					ЕліТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
						6
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

внутрішні та СО-міські порти). Нарощування системи провадиться додатковими блоками. До базового блоку може бути підключено максимум два додаткові блоки розширення. Кожен додатковий блок може містити максимум 224 порти (включаючи внутрішні та СО-міські порти). Система може містити максимум 512 портів: внутрішніх – 448, СО-міських ліній – 192.

Запуск та програмування системи може здійснюватися як за допомогою комп'ютера (VT220, VT100 сумісних термінальних програм), так і за допомогою Консолі Адміністратора.

Як внутрішні телефони можуть бути використані як спеціальні системні (PITS), так і звичайні (SLT) телефони. Кількість специфічних карт, що встановлюються в систему: максимум може бути підключено: 4 DISA карти, 4 AGC карти, 1 RMT карта, 8 T-1 та 6 E-1 карт. Максимально 3 T-1/E-1 карти можуть бути встановлені в один блок системи. Кількість функцій системи, доступних абоненту, залежить від типу телефону: крім звичайних аналогових двопровідних (SLT) апаратів (дискові, кнопочві телефони, радіотелефони, факси, автовідповідачі) можна використовувати спеціальні, так звані системні телефони, які бувають двох типів: чотирипровідні аналогові (PITS) та двопровідні цифрові (DPITS). Підключення та розширення АТС здійснюється за допомогою підключення карток. Одна карта забезпечує підключення до 32 СЛ E1, 4/8 аналогових або ISDN СЛ і залежно від типу - 4/8 АЛ. Вартість однієї картки – від 100 до 300 USD.

1.2 Інтегрована комунікаційна система NEAX7400 ICS від NEC

ICS100 має до 512 лінійних/магістральних портів та до 128 портів (64 порти на блок) для процесорів прикладних систем для обслуговування таких пристроїв, як 1.5/2М цифрові інтерфейси, центр обробки викликів тощо. Незважаючи на те, що станція розроблена для обслуговування установ, що мають невелику кількість ліній, набір виконуваних нею функцій та послуг так само широкий, як і у великих сучасних офісних АТС [2,3].

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	Арк.
						7
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім загального управління системою, плата головного процесора виконує ряд функцій, що необхідні для роботи телефонної мережі будь-якої установи.



Рисунок 1.2 Загальний вигляд NEAX7400 ICS

Для виконання системою перерахованих нижче базових (основних) функцій достатньо плати головного процесора та обмеженої кількості карток ліній/магістралей. Головний процесор (Main Processor, MP) є 32-бітним мікропроцесором промислового стандарту 486, що робить можливим використання широкого ряду програмних додатків. Відповідно до побажань замовника як при монтажі системи, так і поступово, у міру зростання підприємства, до них можна додавати деякі модулі та блоки. Існує додаткова картка для проведення конференції на 60 осіб. Блоково-модульна конфігурація та універсальна архітектура портів NEAX7400 ICS Model 100 дозволяють модернізувати систему за бажанням замовника за рахунок встановлення у будь-які слоти необхідних лінійних, магістральних та додаткових карток та нарощування кількості блоків (по 64 порти кожен). Після встановлення системи вона може бути розширена без значних витрат завдяки встановленню додаткових лінійних, магістральних карток та/або плат процесора прикладних систем. Технологія Flash ROM дозволяє за необхідності модернізувати програмне забезпечення станції.

У пакет виконуваних NEAX7400 ICS Model 100 послуг входить більше 400

					ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
						8
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

функцій, доступних користувачам, куди входять також робочі місця операторів, управління системою, обслуговування та інші не менш цінні програми. Крім телефонних апаратів та консолей операторів, NEAX7400 ICS Model 100 пов'язує безліч комп'ютеризованих периферійних пристроїв, що використовуються для реєстрації викликів, що проходять через систему (SMDR), організації системи передачі голосових повідомлень (МСІ), виконання комплексу готельних послуг (PMS), в роботі комп'ютерного центру обробки дзвінків (FCD/MIS). Ці пристрої також забезпечують роботу спеціальних програм, що враховують потреби конкретних замовників.

1.3 Функціональні особливості УВАТС

Розглянуті в ході проектування типи АТС є досить сучасними і функціонально повними, тому визначимо набір характеристик і функцій, які мають бути представлені в УВАТС, що розробляється.

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики АТС малої ємності

Характеристика	Мінімальна конфігурація	Можливості розширення
Число АЛ (цифрових або аналогових)	64-128	256-512
Число міських СЛ	32-64	64-128
Тип СЛ	аналогові 2,3 (4)- провідні	аналогові 2,3 (4)- провідні цифрові Е1/Т1
Комутаційна система	Цифрова, неблокуюча	Цифрова, неблокуюча
Цифрові (ISDN) ліній	канали 192 Кбіт/с	с канали до 2 Мбіт/с
Розрядність мікропроцесора, біт	16	32
Об'єм ОЗП даних, Кбайт	64	1024
Програмування	3 консолі оператора	3 консолі оператора, 3 системного телефону, 3 персонального комп'ютера
Резервне електроживлення	Бажано	Обов'язково

Функціональні характеристики є визначальними показниками якості УВАТС. В основному ці характеристики визначаються програмним забезпеченням системи, але при проектуванні обладнання повинні бути закладені можливості реалізації всіх основних і додаткових функцій.

Таблиця 1.2 - Функціональні характеристики АТС малої ємності

Функція	Мінімальна конфігурація	Можливості розширення
Внутрішній зв'язок за принципом "кожен - з-кожним"	+	+
Рівномірний розподіл зовнішніх ліній	+	+
Рівномірний розподіл вхідних дзвінків	+	+
Переадресація виклику	+	+
Гучне сповіщення		+
Конференція	+	+
Утримання лінії		+
Форвард		+
Постановка у чергу	+	+
Автодозвон і швидкий набір	+	+
Приєм виклику під час розмови	+	+
Включення у розмову	+	+
Будильник, таймер		+
Денний та нічний режими роботи		+
Комутатор директора		+
Домофон та керування електрозамком		+

Пояснимо зміст кожної з представлених функцій.

1. Внутрішній зв'язок за принципом "кожен - з-кожним"

Ця функція дозволяє співробітникам організації оперативно зв'язуватися, не займаючи при цьому міських ліній. Зазвичай, за відсутності установчої УВАТС міські телефони включаються паралельно кілька робочих місць, для зв'язку з іншими підрозділами доводиться використовувати міські лінії, не даючи іншим можливості зробити чи прийняти дзвінок. Більше того, якщо на робочому місці співробітника стоїть факсимільний апарат, а в сусідній кімнаті – паралельний телефон, то при піднятті трубки на цьому телефоні в лінії будуть

					ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
						10
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чути неприємні клацання, що заважають розмовляти чи працювати з факсом.

2. Рівномірний розподіл зовнішніх ліній

За відсутності УВАТС існуючі міські лінії використовуються з різним навантаженням. Наприклад: у комерційному відділі чи відділі збуту, де основна робота пов'язана з телефонними переговорами, зазвичай не вистачає вільних міських ліній. При цьому в бухгалтерії є міський номер, за яким роблять лише 1-2 дзвінки протягом усього робочого дня, решту часу він практично не використовується. Інший приклад: службі охорони ввечері та вночі потрібен міський зв'язок, решта часу в ній немає необхідності. Тому вдень цю міську лінію можуть використати інші працівники. УВАТС має два режими роботи: денний та нічний. У нічному режимі служба охорони має міський зв'язок, вдень вони можуть розмовляти тільки всередині підприємства. Окрім цього, встановлення УВАТС дозволяє вирішити ще одну проблему багатьох підприємств, а саме допомагає заощаджувати гроші на міжміських переговорах. Дозвіл на використання міжміського зв'язку можна залишити тільки тим абонентам, яким вона справді необхідна, у решти міжміського зв'язку просто відключається.

3. Рівномірний розподіл вхідних дзвінків

Використовуються такі способи розподілу вхідних дзвінків за допомогою УВАТС:

- Усі дзвінки надходять на телефон секретаря, який переказує їх потрібним абонентам;

- У всьому світі не прийнято телефонувати безпосередньо керівнику, тому важлива організація зв'язку "директор-секретар". Секретар приймає дзвінок, цікавиться хто дзвонить і з якого питання, після чого передає цю інформацію керівнику, який вирішує, чи розмовлятиме він на даний момент, попросить відкласти або перевести розмову на свого заступника. Важливо те, що абонент, який зателефонував, не чує переговорів секретаря з директором, у цей час він чує музичну заставку. Переадресація виклику – найпопулярніша функція УВАТС. Вона дозволяє оперативно переключити дзвінок на потрібного

					ЕлІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

співробітника, економлячи при цьому час.

- Прямий доступ до абонентів УВАТС. Після відповіді станції людина, яка зателефонувала, набирає внутрішній номер абонента УВАТС.

4. Гучне сповіщення

Окрім передачі важливих та термінових повідомлень, цю функцію можна використовувати для пошуку співробітника, який знаходиться десь в офісі. Ви надсилаєте повідомлення зі свого телефону і просите людину відповісти на виклик. Потрібний співробітник з найближчого телефону підключається до вас, гучний зв'язок автоматично відключається.

5. Конференція

Ця функція дозволяє підключати до розмови третього абонента або кількох абонентів. Учасниками конференції можуть бути як внутрішні, і будь-які зовнішні абоненти.

6. Утримання лінії

Припустимо, що Ви розмовляєте з діловим партнером і Вам потрібна консультація щодо певного питання. Використовуючи функцію утримання, Ви встановлюєте друге з'єднання з потрібним Вам співробітником, тоді перший співрозмовник чує музичну заставку. Після отримання необхідної інформації Ви перемикаєтесь на перше з'єднання. Ви можете по черзі розмовляти з одним, то з іншим абонентом. Функція утримання зручна також у випадку, якщо Ви хочете перейти з однієї кімнати до іншої, не скидаючи міський дзвінок. Якщо необхідно передати виклик співробітнику, який знаходиться "десь в офісі", то лінія ставиться на утримання, робиться оповіщення гучного зв'язку, і необхідний співробітник сам відповідає на виклик з найближчого до нього телефону.

7. Форвард

Ця функція розрахована на тих співробітників, які за своєю діяльністю постійно переміщуються по підприємству. Вона дозволяє будь-якому абоненту, що йде зі свого робочого місця, дати УВАТС команду переадресувати дзвінки на інший внутрішній номер. Тому, де б не був співробітник, Ви завжди зможете

					ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

зв'язатися з ним, набравши його внутрішній номер.

8. Постановка у чергу

Якщо внутрішній номер або міська лінія постійно зайняті, то за допомогою цієї функції УВАТС автоматично встановлює з'єднання з потрібним абонентом або міською лінією, коли це стає можливим, тобто поміщає вихідний дзвінок у чергу.

9. Автодозвон і швидкий набір

За допомогою цієї функції УВАТС сама додзвониться до необхідного абонента. На згадку про УВАТС можна занести від 80 до 200 номерів (як правило, це міжміські номери), які витягуються набором коду. Кожен системний телефон має кілька гнучко призначених кнопок швидкого набору, яким можна присвоїти як внутрішній, так і зовнішній номер, включаючи міжміський. В цьому випадку набір номера здійснюється натисканням однієї кнопки.

10. Прийом виклику під час розмови

Ця функція особливо важлива для секретарів, телефонних операторів, комерційних, сервісних служб, служб технічної підтримки та ін. Якщо під час розмови абоненту надходить ще один дзвінок, УВАТС повідомляє його про це спеціальними сигналами. Ви можете скористатися функцією утримання, щоб відповісти на цей дзвінок. Таким чином, всі дзвінки завжди будуть обслуговуватись.

11. Включення у розмову

Ця функція забезпечує керівнику можливість постійного доступу до підлеглих. При цьому абонент, у лінію якого здійснюється підключення, чує попереджувальний сигнал. Підключатися до зайнятої лінії можуть абоненти, які мають вищий рівень пріоритету, ніж абонент, якого входять у розмову. Ці рівні встановлюються під час програмування станції.

12. Перехоплення виклику

Використовуючи цю функцію, абонент може прийняти дзвінок іншого абонента зі свого телефону.

13. Денний та нічний режими роботи

					ЕліТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Дозволять раціонально використовувати міські лінії вдень та вночі. У нічному режимі, наприклад, станція переводить дзвінки з телефону секретаря на факс, автовідповідач або охорону.

14. Домофон та керування електрозамком

Використання цих функцій є особливо актуальним для невеликих фірм. За наявності УВАТС з даною функцією немає необхідності додатково використовувати дорогу систему контролю доступу до приміщення. Вести переговори з відвідувачем та керувати електрозамком можливо з будь-якого телефону, підключеного до УВАТС.

Як зазначалося вище, більшість функцій реалізується програмно, за умови, що апаратура УВАТС має можливості реалізації даних функцій чи розширення. Так, найбільш часто використовується передача команд виклику додаткових функцій, а також набір номера сигналами у форматі DTMF, що, в свою чергу, вимагає наявності приймального обладнання сигналів DTMF у складі УВАТС. Також для реалізації функцій «конференція» та «включення в розмову» потрібна наявність додаткової схеми конференц-зв'язку.

Комутаційна система (КС) базового блоку УВАТС зазвичай виконується за одноланковою схемою, що не блокує. Це на перший погляд не найекономічніше рішення, оскільки така КС має деяку надмірність. Але сучасна елементна база дозволяє найпростіше реалізувати даний тип КС у межах заданої ємності АТС, виключаються ситуації зайнятості проміжних ліній, спрощуються схеми та алгоритми управління, а, отже, зменшуються витрати на проектування та налаштування, покращуються часові параметри КС (що особливо важливо для цифрових ліній передачі даних), що в кінцевому підсумку призводить до зменшення загальної вартості АТС у разі поліпшення технічних показників.

Таким чином, розглянуті вище питання мають бути враховані під час проектування.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

1.4 Структура проектованої цифрової системи комутації

Структурну блок-схему ЦСК наведено на рисунку 1.3 [5,6]. Як видно із схеми, ЦСК складається з наступних компонентів:

- Абонентські комплекти АК (SLE – у міжнародній термінології);
- Комплекти сполучних ліній КСЛ (COLE);
- Комутаційна система КС, що здійснює часову та просторову комутацію ІКМ потоків (Digital Time-Space Crosspoint Switch);
- Мікроконтролер (MCU), що виконує керування АК, КСЛ та КС;
- Системний генератор (SOE);
- Пристрої введення/відображення інформації.

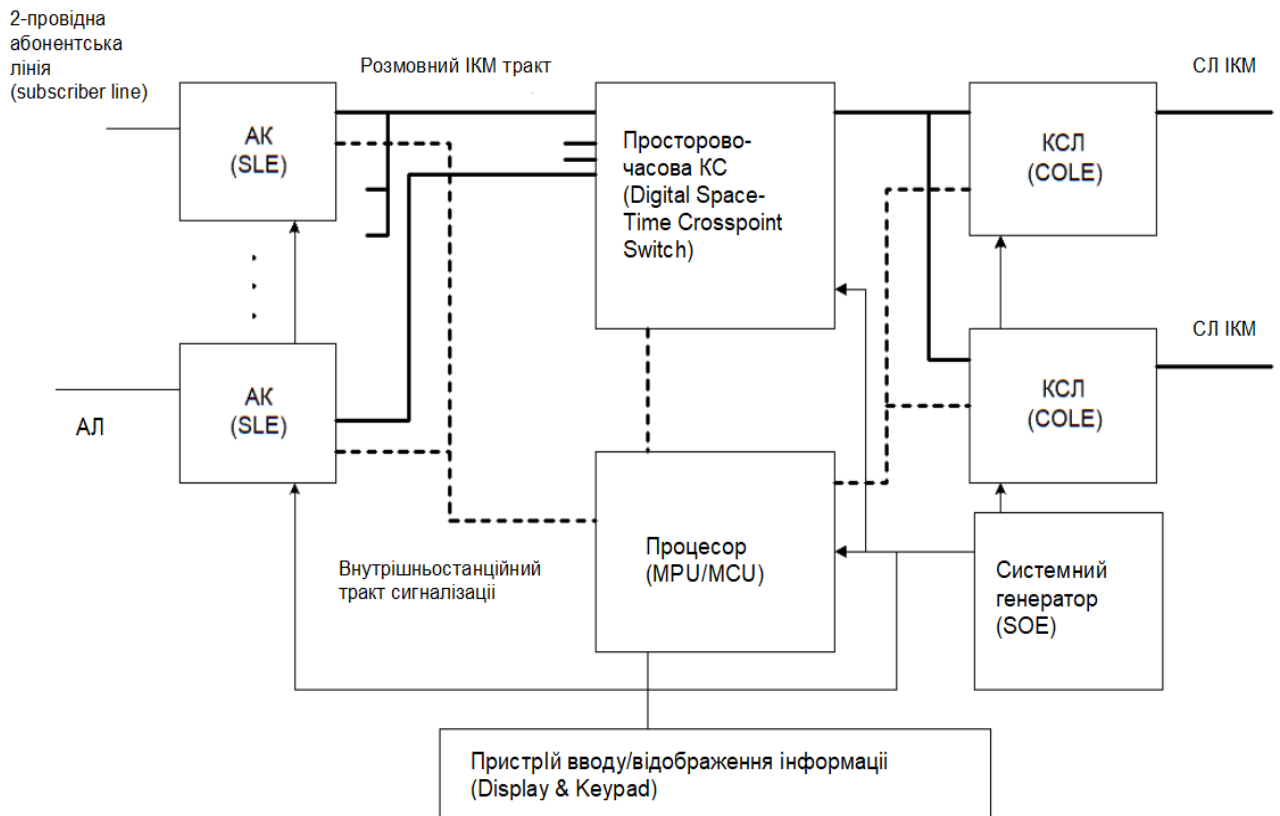


Рисунок 1.3 Структурна схема цифрової системи комутації

АК призначені для узгодження абонентської лінії з розмовним ІКМ трактом та трактом внутрішньосистемної сигналізації. Виконують так званий BORSCHT набір функцій:

					ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- Battery feed – живлення абонентської лінії постійною напругою 60В (живлення мікрофона);

- Overvoltage protection – Захист вхідних кіл АК від перенапруги (захист від грозових розрядів та наведеної напруги промислової частоти);

- Ringing – Формування виклику при вхідному виклику;

- Supervision – Визначення стану абонентської лінії (контроль стану абонентського шлейфу);

• Coding – Кодування аналогового сигналу в послідовний код та розміщення їх у певному каналному інтервалі розмовного ІКМ тракту, а також декодування прийманого ІКМ сигналу (аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення);

• Hybrid transformer – Перетворення провідності лінії (2-4) для поділу приймального та передавального трактів, а також фільтрація аналогового сигналу для забезпечення заданого загасання трактів;

• Testing – Тестування технічного стану АЛ та обладнання АК для виявлення помилок та контролю за працездатністю обладнання.

Передача даних розмовного тракту проводиться у коді ІКМ 30/32, який відповідає стандартам ССІТТ для первинного обладнання ІКМ у послідовному вигляді. Внутрішньостанційна сигналізація передається послідовними каналами сигналізації. Одним із стандартів для внутрішньостанційної сигналізації та управління є стандарт ST-BUS (Serial Telecom Bus), який дозволяє проводити передачу інформації, що управляє, між компонентами системи і був розроблений фірмою MITEL для первинного обладнання телефонних цифрових систем. Комутація цифрових потоків відбувається у цифровій просторово-часовій комутаційній системі (КС). Проводиться комутація каналних інтервалів розмовного тракту та тракту сигналізації, що відповідають різним вхідним та вихідним ІКМ 30/32 каналам. З'єднання обладнання ЦСК з обладнанням МТМ проводиться у разі фізичних сполучних ліній (СЛ). Для цифрових АТС з'єднання повинне проводитися за допомогою ІКМ тракту, оскільки для всього тракту абонент-абонент допускається лише одне аналого-цифрове та одне цифро-аналогове перетворення.

					ЕлІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

З'єднання КС АТС із СЛ МТМ проводиться за допомогою комплектів сполучних ліній КСЛ (COLE - Central Office Line Equipment, або Central Office Linecard). КСЛ проводять об'єднання розмовного тракту та тракту сигналізації в тракт ІКМ 30 (РСМ 30) D2048U відповідно до стандарту Е1 (європейський стандарт) або Т1 (північноамериканський стандарт) ССІТТ (рекомендації G.703, G.704, G.711, G.732) для первинного обладнання ІКМ та відповідно до технічних вимог ETSI ETS-300-248, ETS-300-166, TBR-12. Системне генераторне обладнання СГ (SOE) забезпечує синхронізацію розмовних трактів ІКМ та трактів сигналізації. Усі внутрішні канали ІКМ ЦСК синхронні, тобто стандартом ІКМ 30/32 передбачено передачу сигналів синхронізації паралельно сигналам даних.

До функцій мікроконтролера відносяться:

- відстеження стану АЛ (заняття, набір номера, відповідь, відбій);
- відстеження стану та управління АК (параметри аналого-цифрового перетворення, заняття АК, відбій та ін.);
- прийом вихідного номера АЛ, його аналіз;
- пошук сполучного шляху КС;
- керування комутаційною системою відповідно до необхідних промкнень;
- відстеження стану каналів СЛ (заняття, набір номера, відповідь, відбій);
- відстеження стану та управління КСЛ (параметри передачі/прийому даних);
- контроль за справністю обладнання та якістю з'єднань (тестування періодичне та оперативне);
- управління внутрішньостанційними даними (нумерація, типи та параметри АЛ та СЛ, пріоритети та права абонентів) та підтримка технічного обслуговування ЦСК.

Для технічного обслуговування УВАТС до складу системи включаються пристрої введення/відображення даних, які дозволяють здійснювати контроль за роботою ЦСК, управління станційними даними та оперативне втручання у роботу ЦСК у виняткових ситуаціях.

					<i>ЕліТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

1.5 Постановка задачі проектування

Згідно з отриманим завданням проєктована автоматизована цифрова система комутації на базі установчо-виробничої АТС повинна бути створена на базі одноланкової комутаційної системи без втрат із повнодоступним включенням.

Кількість джерел телефонного навантаження проєктованої системи $S = 128$. Необхідно розрахувати інтенсивність абонентського навантаження системи та визначити, чи потрібно вводити обмеження на кількість одночасних викликів, оброблюваних системою.

Розроблена система повинна відповідати сучасним вимогам до офісних міні-АТС та володіти повним переліком функцій, що були розглянуті в розділі 1.3 даної роботи. Структура проєктованої системи повинна відповідати загальній структурі цифрової комутаційної системи, розглянутої в розділі 1.4 даної роботи.

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	Арк.
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18

2 ПРИНЦИП ПОБУДУВАННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ КС ЦСК

Для побудови КС малої ємності (до 256x256 точок комутації) застосовується неблокуюча просторово-часова комутаційна система. КС даної ємності реалізується у вигляді однієї ІС і використовується як елементарна ланка комутації при побудові цифрових КС більшої ємності. Побудова багатоланкової КС, як правило, невиправдана, оскільки збільшується час затримки сигналу в КС, а також погіршується гнучкість системи.

Принцип часової комутації полягає у перестановці каналних інтервалів (timeslots) вхідної послідовності (рисунок 2.1) [6,7].

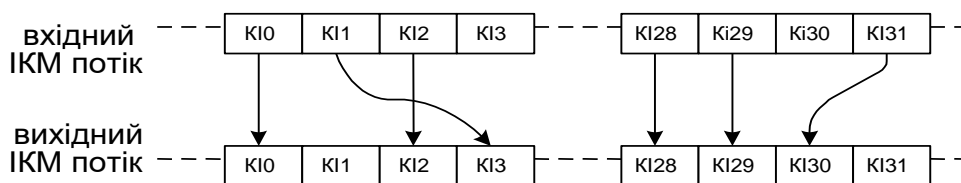


Рисунок 2.1 Принцип часової комутації каналів.

Структурна блок-схема ЧКС показано на рисунку 2.2 [7]. Вхідний перетворювач здійснює перетворення одного циклу ІКМ потоку в паралельну форму та запис інформації кожного КІ пам'ять даних. Після цього мультиплексор робить перестановку КІ. Отриманий у результаті комутації паралельний сигнал перетворюється на послідовну форму, тобто формується вихідний ІКМ потік.

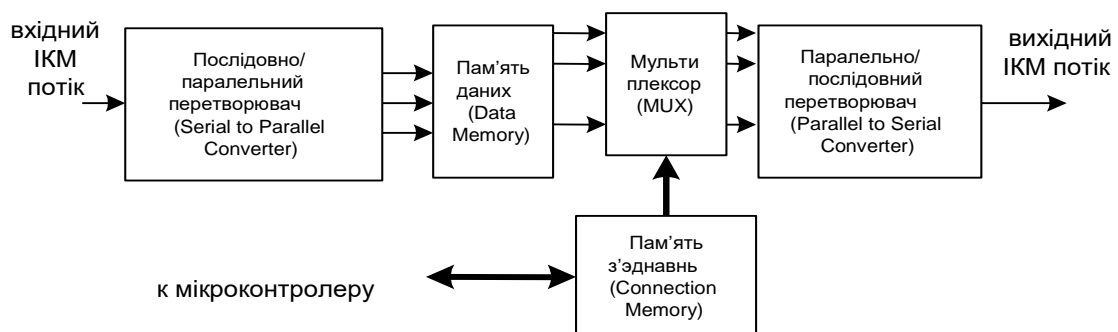


Рисунок 2.2 Структурна схема ЧКС

Для здійснення просторової комутації КС містить аналогічний тракт для кожного каналу ІКМ, але із загальною пам'яттю даних та мультиплексором, який виконує перестановки часових інтервалів не тільки для окремого каналу, а також для КІ всіх потоків.

Так як КС виконується за неблокуючою схемою, то ймовірність втрат вхідних викликів $P_v = 0$. Це відноситься до внутрішньостанційних з'єднань, оскільки кожному абоненту відповідає свій КІ у внутрішньостанційних ІКМ каналах. Таким чином, втрати викликів на внутрішньостанційному з'єднанні будуть визначатися тільки зайнятістю мікроконтролера.

Для зовнішніх з'єднань (за допомогою СЛ) КС виконуватиметься за схемою концентрації навантаження. Питоме навантаження на одну СЛ усл становить до 0,8 Ерл відповідно до характеристик СЛ для УВАТС та МТЗ. Питоме навантаження на абонентську лінію $u_{ал}$ складає до 0.2 Ерл.

2.1 Розрахунок параметрів комутаційної системи

Комутаційна система аналізованої ЦСК є одноланковою системою без втрат із повнодоступним включенням.

Вхідне телефонне навантаження має S джерел, де в даному проекті $S = N_a = 128 = N$ в граничному випадку (N - число вхідних ліній КС абонентської ланки). Кожна лінія (порт), з погляду обслуговування її навантаження може бути у двох станах - зайнятому чи вільному. Таким чином, у системі може існувати максимально S занять. Потік заявок на обслуговування може бути представлений у вигляді пуассонівського розподілу (оскільки потік вимог, інтервали між моментами надходження яких незалежні один від одного і мають однаковий експоненційний розподіл з інтенсивністю λ):

$$P(x)_\lambda := \frac{\lambda^x}{x!} \cdot e^{-\lambda} \quad (1)$$

де x - кількість заявок, що надійшли до системи.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
						20
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кожному стану зайнятості $x(t)$ відповідає можливість цього стану $Q(x,t)=Q(x)$ (для визначення статичних характеристик системи розподіл станів зайнятості є стаціонарним і залежить від часу).

Обслужене навантаження, яке відповідає середній кількості одночасно зайнятих пристроїв або ліній, може бути визначене із станів зайнятості та їх ймовірностей:

$$y := \sum_{x=0}^N x \cdot Q(x) \quad (2)$$

Для повнодоступного пучка критичним лише стан $x=N$.

Кожен із джерел зайнятий незалежно від інших із ймовірністю b і вільний із ймовірністю $1-b$.

Вхідне навантаження

$$A = \lambda \cdot t_{\text{CP}}, \quad (3)$$

де t_{CP} – середній час заняття.

Мінімальне навантаження, що обслуговується УВАТС, відповідає випадку, коли всі порти (128) задіяні для АЛ. Для розрахунку параметрів КС розглянути випадок обслуговування максимального навантаження, тобто коли всі порти АТС задіяні обслуговування СЛ навантаження яких становить до $u_{\text{СЛ}} = 0,8$ Ерл.

Для СЛ величина середнього часу заняття лінії t_{CP} становить 120...180 с. З урахуванням використання каналів передачі даних, збільшимо це значення до $t_{\text{зан}} = 600 \text{с} = 0,167$ год.

Знайдемо значення інтенсивності навантаження λ , як

$$\lambda = N * u_{\text{СЛ}} = 128 * 0,8 = 102,4 \text{ Ерл.}$$

Використовуючи розподіл Ерланга для обслуговування повнодоступної неблокуючої КС, що надходить від джерел навантаження, отримуємо формулу

					ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
						21
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для визначення розподілу ймовірності стану системи з x викликами [7].

$$Q(x) := \frac{\frac{A^x}{x!}}{\sum_{z=0}^N \frac{A^z}{z!}} \quad (4)$$

Графік розподілу станів системи показано на рисунку 2.3.

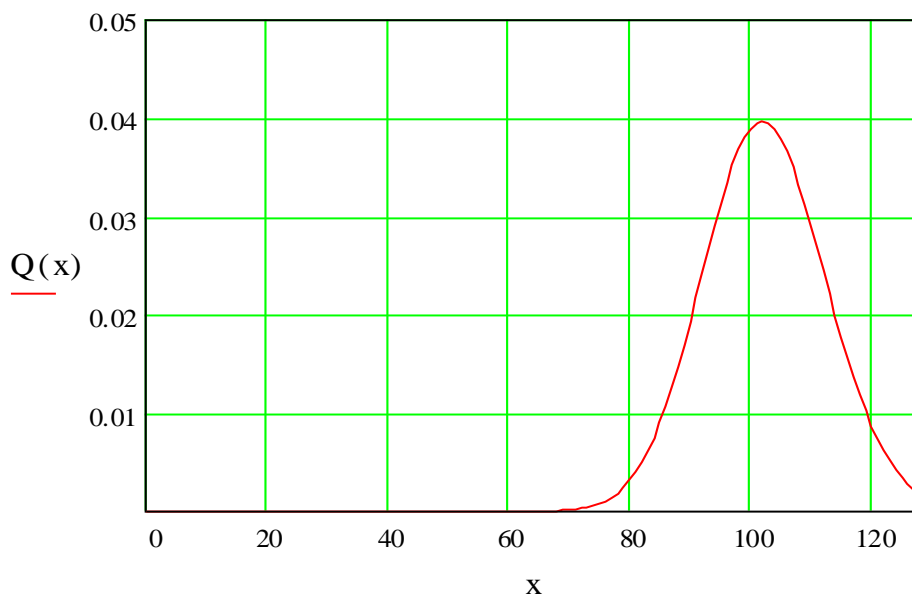


Рисунок 2.3 Розподіл станів зайнятості системи

Отриманий розподіл дозволяє знайти мінімальну кількість викликів, яку може обслужити система із заданою ймовірністю втрат викликів. Обсяг максимального числа викликів, що одночасно обслуговуються, може бути зменшений для зменшення програмних ресурсів мікроконтролера, що обслуговує КС. Проте в даному випадку максимальна щільність розподілу знаходиться в межах 90...110 викликів, тобто близька до максимальної ємності КС. Тому для забезпечення обслуговування навантаження без втрат не слід вводити обмеження на кількість викликів, що одночасно перебувають у системі,

тобто визначимо $Q_{\text{MAX}}=N$.

Однією з найважливіших характеристик просторово-часової КС (ПЧКС) є час комутації. Під цим часом розуміється затримка проходження сигналу від вхідного КІ до вихідного (throughput delay).

У застосуваннях, що використовують КС для передачі голосу, реалізується вимога до мінімальної затримки. При використанні КС передачі цифрової інформації потрібна постійна (детермінована) затримка, для забезпечення синхронізації потоків даних.

Час затримки залежить від співвідношення номерів комутуваних КІ, а також від того, між якими каналами проводиться комутація [7]. Мінімальний час затримки (при комутації в одному потоці КІ з номерами n та $n+2$) становить 3 КІ (тобто 11,71 мкс). Цей час потрібен на перетворення з послідовного в паралельний код (1 КІ), комутацію (1 КІ) і зворотне перетворення з паралельного в послідовний код (1 КІ).

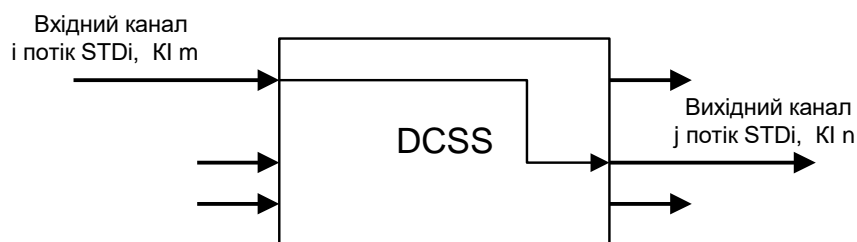


Рисунок 2.4 Затримка сигналу в ПЧКС

Повний мінімальний (максимальний) час затримки сигналу для КІ, що бере участь у конференції становитиме (відповідно до виразу 1.6):

$$t_{3\text{min}}=2*11,71+128,9=152,34 \text{ мкс при } n-p=3, q-m=3,$$

$$t_{3\text{max}}=2*132,81+12869=394,53 \text{ мкс при } n-p=3, q-m=3.$$

де p - номер КІ на вході схеми конференц-зв'язку, n - номер КІ на виході схеми конференц-зв'язку.

Так як ймовірність розподілу з'єднань KI_q з KI_m є рівномірним, то мінімізації час проходження сигналу на даній ділянці не піддається. Однак, час затримки може бути зменшено за рахунок оптимального розподілу з'єднань KI_n і

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

КІ_p. Вхідний КІ слід вибирати із співвідношення $p > n + 2$ (вираз 1.5, затримка до 27 КІ), якщо дане співвідношення не здійсненне, то вибираються канали з умови $p < n$, і в найгіршому випадку задіяні сполуки, для яких $p = n$, $p = n + 1$, $p = n + 2$.

2.2 Характеристики ІКМ тракту Е1

Для первинного обладнання ЦСК ССІТТ передбачено застосування тракту ІКМ 30 Е1 (рекомендація G.732 [8] та технічні вимоги ETSI ETS-300-248, TBR-12 [9,10]). Цей стандарт забезпечує передачу 30 каналів ТЧ та 2-х каналів сигналізації та синхронізації зі швидкістю 2048 Кбіт/с (тракт D2048U). Кожен канал ТЧ відповідає цифровому потоку 64 Кбіт/с.

Надцикл (superframe) складається з 16 циклів (frame). У кожному циклі передається 32 каналні інтервали КІ. КІ0 та КІ16 використовуються для передачі службової інформації (синхронізація, аварійна інформація, дискретна інформація, сигналізація). КІ1-КІ15, КІ17-КІ31 відповідають 30 каналам ТЧ. Тривалість надциклу становить 2 мс. Тривалість циклу $T_{\text{ц}} = 125$ мкс, тобто тактова частота циклової синхронізації становить $F_{\text{ц}} = 8$ КГц. Тривалість КІ $T_{\text{ки}} = 3,9$ мкс. Синхронізація кожного біта проводиться із частотою $F_{\text{с}} = 2048$ КГц.

Завдання формування ІКМ тракту Е1 виконується з допомогою про кадрів (framer). У загальному випадку фреймер виконує перетворення тракту ІКМ 30/32 у формат Е1 шляхом введення в нього сигналів синхронізації та сигналізації на передавальному кінці, а також виділення даних сигналів та поділ розмовних та трактів сигналізації для подальшої обробки в ЦСК.

2.3 Характеристики шини ST-BUS

Для забезпечення управління внутрішньостанційним обладнанням ЦСК, а також передачі сигналів сигналізації в даний час застосовується декілька стандартів керуючих шин. Застосування того чи іншого стандарту визначається типом і призначенням ЦСК. Для первинного обладнання ЦСК (ІКМ 30/32)

					ЕлІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

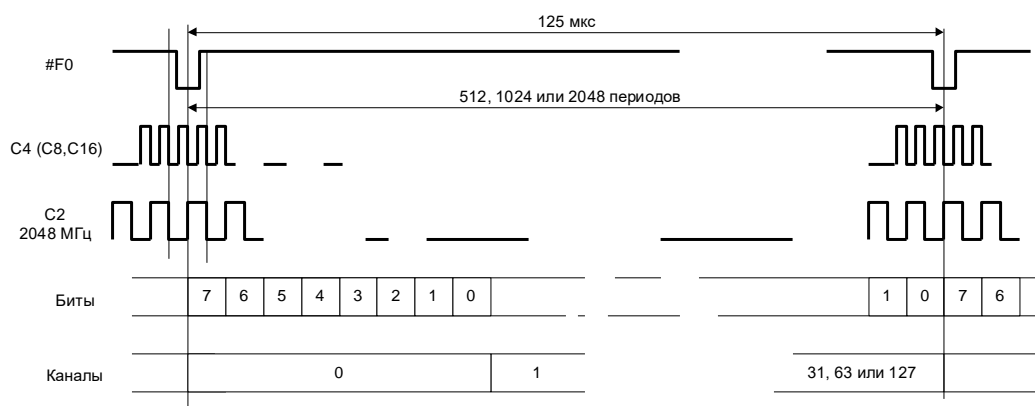
одним із можливих та найбільш зручних рішень є застосування шини ST-BUS.

Інтерфейс ST-BUS передбачає використання наступних сигналів:

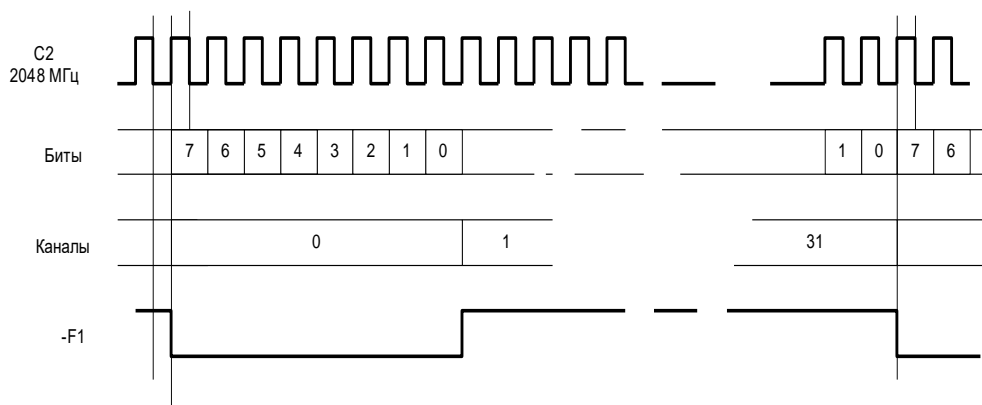
C2 (C4, C8, C16) - сигнал бітової синхронізації частотою 2048 КГц (4096, 8192, 16384 КГц - для вторинної тощо груп каналоутворення);

#F0, #F1 - сигнал циклової синхронізації, стробує перший біт 0 циклу (#F0) або сигнал каналної синхронізації (#F1), що стробує необхідний каналний інтервал. - інформаційний послідовний канал. Може бути як односпрямованим, і двонаправленим.

Структура пакета передачі даних ST-BUS показана на рисунку 2.5.



а) синхронізація за допомогою сигналу #F0



б) синхронізація за допомогою сигналу #F1

Рисунок 2.5 Структура пакета даних та синхронізація ST-BUS

Тип синхронізації (за допомогою #F1 або #F0) вибирається з конкретної реалізації інтерфейсу.

Основною вимогою до використання цього стандарту є відповідність каналних інтервалів розмовного тракту каналам керування та синхронізації ST-BUS. Для досягнення виконання цієї умови є відповідність між собою сигналів бітової та циклової синхронізації трактів.

Так, для системи ІКМ 30/32 сигнал #F0(#F1) буде відповідати сигналу циклової синхронізації розмовного тракту (тобто період дорівнює $T_{\text{ц}}=125$ мкс), а сигнал С2 - сигналу синхронізації бітової (частота 2048 КГц) розмовного ІКМ тракту.

Для того, щоб використовувати інтерфейс ST-BUS для управління обладнанням комплектів ЦСК, потрібно перетворення паралельних даних мікроконтролера в послідовні дані ST-BUS. Таке перетворення виконується за допомогою спеціалізованих ІС (наприклад МТ8920В), а також за допомогою керування шиною ST-BUS через схему просторово-часової комутації з паралельним доступом (наприклад МТ8980) у режимі повідомлення (message mode).

2.4 Характеристики та параметри кодування мовного сигналу

Параметри кодування аналогового сигналу та його подання у форматі ІКМ нормуються рекомендацією ССІТТ, ІТУ-У G.711 [11]. Аналого-цифрове та цифроаналогове перетворення сигналу проводиться за допомогою імпульсно-кової модуляції з частотою дискретизації 8 КГц.

Для первинного обладнання Е1 використовується 12-бітове аналого-цифрове перетворення з компресією отриманого сигналу А - закону (A-Law compression).

Рівняння компресії сигналу записується як

$$y_1 = (1 + \ln Ax) / (1 + \ln A) \text{ для } x \in [1/A, 1] = Ax / (1 + \ln A) \text{ для } x \in [0, 1/A]$$

та реалізують квазілогарифмічну характеристику компресії.

Цей закон передбачає використання 14 сегментів для представлення однієї вибірки вхідного сигналу. $A = 87,6$.

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	Арк.
						26
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кожна вибірка після компресії представляється як 8-бітного числа. Молодші 4 біти визначають рівень кванта всередині сегмента, номер сегмента характеристики представлений як 3-х бітного числа. Старший біт визначає символ вибірки.

Внаслідок застосування компресії допустимий динамічний діапазон сигналу розширюється до 24 дБ. Відношення сигнал/шум становить 33 дБ.

Відповідно до рекомендації G.711 знак вибірки кодується як показано в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 Кодування символу кодової комбінації

Код	Знак/Величина	Закон компресії	
		μ	A
+max	1111 1111	1000 0000	1010 1010
+0	1000 0000	1111 1111	1101 0101
-0 (тиша)	0000 0000	0111 1111	0101 0101
-max	0111 1111	0000 0000	0010 1010

3 ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ

3.1 Алгоритм функціонування системи

Ядро програмного забезпечення УВАТС складає операційна система реального часу (наприклад ОС Nucleus або QNX), тому що всі процедури, що здійснюють обслуговування обладнання УВАТС, синхронізовані з певними моментами часу.

Основними квантами часу є:

- 10 мс, період сканування АК, КСЛ при наборі та трансляції номера (вхідного та вихідного) для кожного каналу;
- 40 мс, період сканування КСЛ для визначення заняття та відбою;
- 100 мс, період сканування АК для визначення заняття та відбою.

Дані вимоги співвідносяться з параметрами сигналів набору (період 10 мс при імпульсному наборі, 40 мс для тональної сигналізації), з вимогами до реакції КСЛ для позастанційних з'єднань.

Таким чином, диспетчер процедур повинен забезпечити прив'язку запуску окремих процедур до найменшого кванта часу t_1 . Це можна реалізувати за допомогою переривання від зовнішнього таймера (апаратного) з періодом t_1 .

ОС виконує диспетчеризацію програм обслуговування устаткування комутації, і навіть функції технічного обслуговування, такі як опитування консолі оператора, інтерфейсу з ПК. Останні процедури не відносяться безпосередньо до функцій комутації, тому їх виконання не прив'язується до перелічених вище квантів часу, а виконання проводиться у моменти часу, вільні від виконання завдань обслуговування телефонного навантаження. Загальний алгоритм функціонування системи показано на рисунку 3.1.

Дана блок-схема дозволяє зробити наближену оцінку необхідної продуктивності контролера, необхідну обслуговування заданого телефонного навантаження.

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

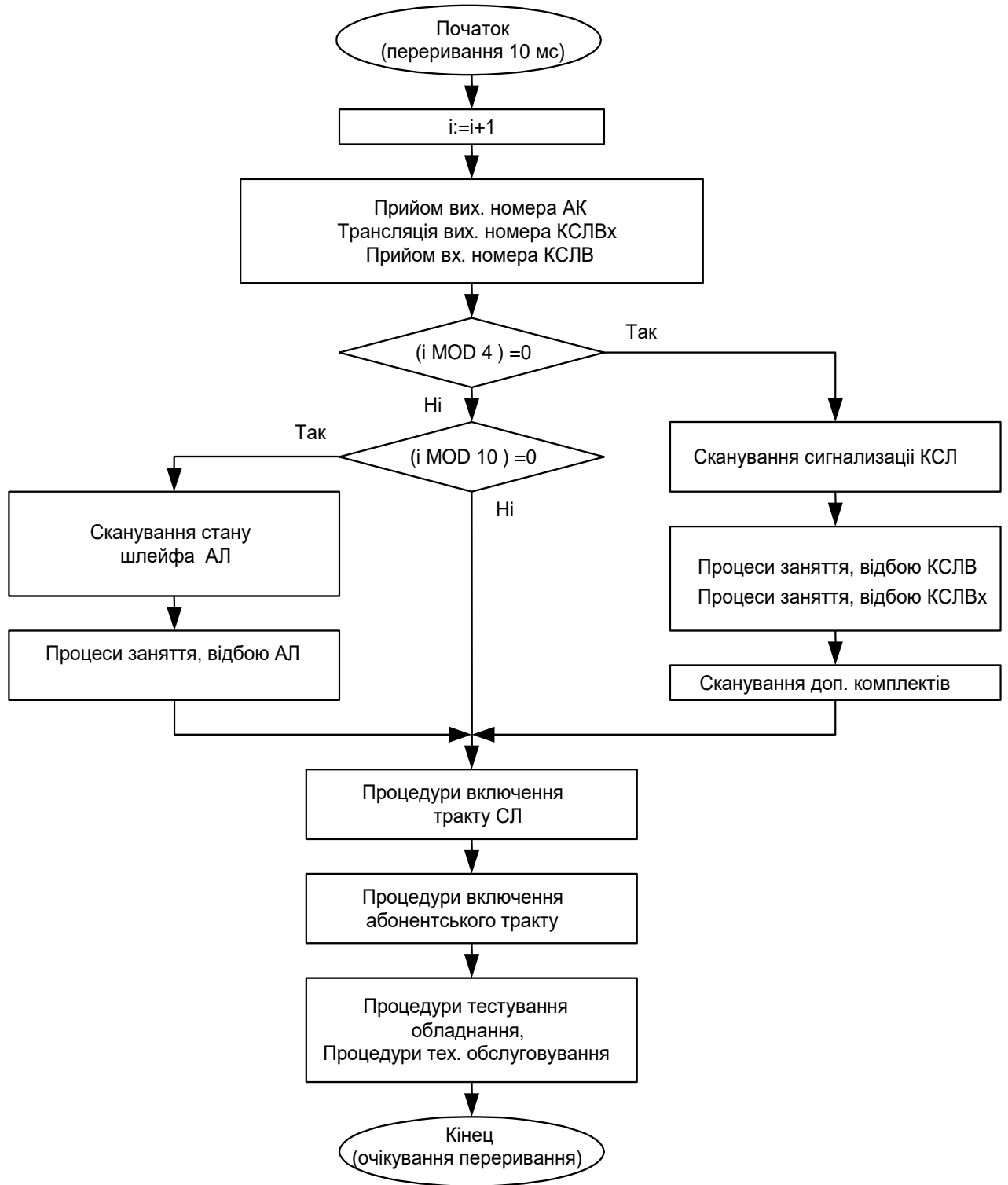


Рисунок 3.1 Блок-схема алгоритму функціонування УВАТС

3.2 Вибір абонентських пристроїв

Визначення технічної структури слід проводити окремо кожного функціонально незалежного устаткування. Вибір елементної бази проводиться з

урахуванням вимог до обладнання відповідно до стандартів, типів інтерфейсів та економічних міркувань.

Для реалізації обладнання АК була обрана наступна елементна база:

- IC МН88617 – програмована схема інтерфейсу АЛ [12] (рисунок 3.2).

- IC МТ8965 – програмований кодек-фільтр з інтерфейсом ST-BUS [13], закон кодування А-Law (рисунок 3.3).

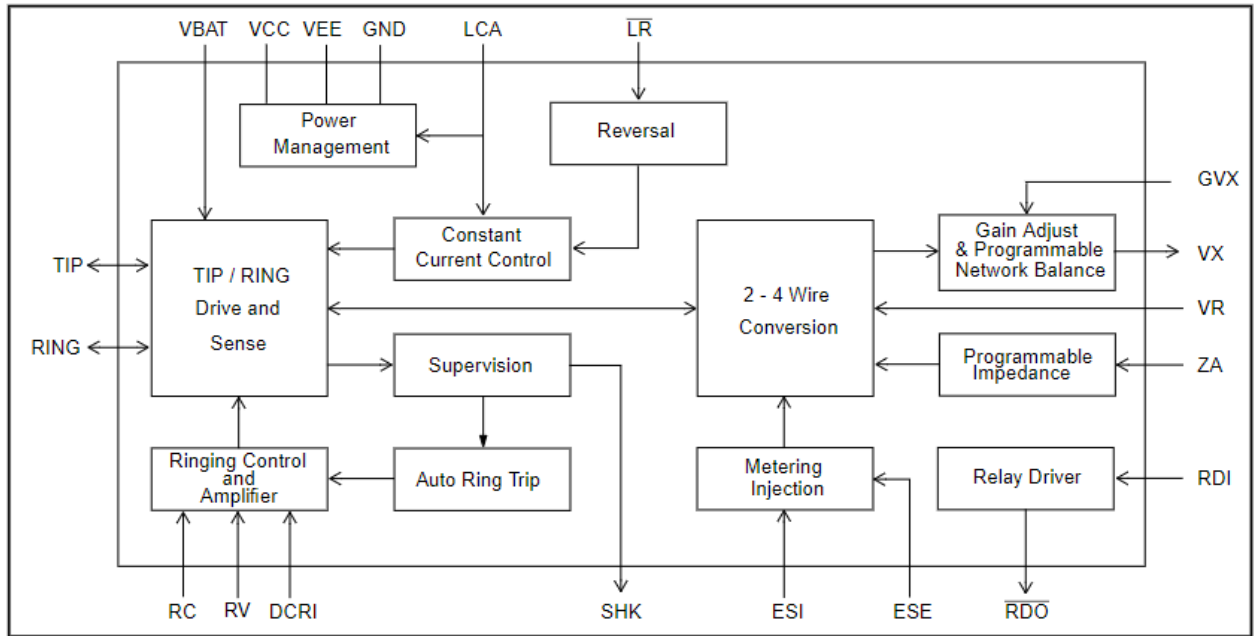


Рисунок 3.2 Структура IC МН88617

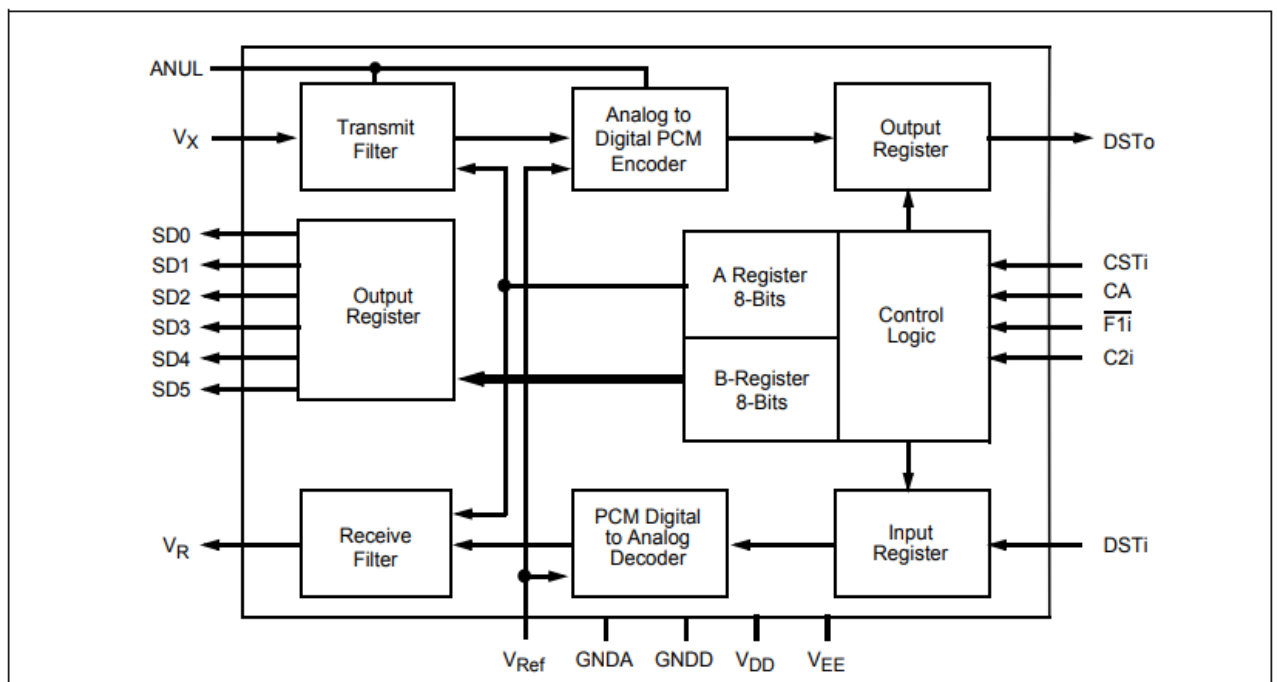


Рисунок 3.3 Структура IC МТ8965

Дані розмовного тракту передаються по 7 ІКМ-32 каналах РСМі0-6 - вхідні, РСМо0-6 - вихідні. Для керування кодеком використовують ST-BUS канали CSTnі.

АК містить обладнання обслуговування 8 АЛ. Таким чином, при максимальному обсязі АТС до 128 АЛ потрібно до 16 АК, тобто кожному АК відповідають 8 КІ. Для кожного кодека та SLIC потрібно 2 байти даних управління (реєстри А та В). Тому необхідно 256 КІ CSTnі, тобто $n=0..7$.

Для контролю стану АК та прийому тонального набору номера потрібне визначення стану абонентського шлейфу, прийом сигналів приймача DTMF (наприклад, МТ8880), а також контроль проходження сигналів RC, LR, LCA. Щоб мікропроцесор міг сканувати значення цих сигналів, потрібен інтерфейс ST-BUS для даного сигналу. Вихідний потік CSTo, в якому інтерфейс 1 АЛ займає 1 КІ формуються за допомогою 8-розрядного регістру зсуву.

Дешифратор виділяє сигнал -F1 для КІ, що відповідає кожній АЛ. Цей сигнал надходить на кодек відповідного каналу. Компаратор дозволяє звернення до АК, адреса АК в блоці визначається зовнішніми адресними лініями PA1, PA2, визначеними для відповідної плати в блоці. Поєднання кодека з АЛ проводиться за допомогою SLIC. Для живлення АЛ на SLIC також подається постійна напруга +90В (напруга викликового сигналу), -48/60 В (живлення шлейфу). Для формування викликового сигналу також подається змінна синусоїдальна напруга частотою 25 Гц та амплітудним значенням 1 Ст.

Прийом сигналів DTMF з АЛ провадиться за допомогою приймачів. Для сканування стану АЛ передбачені регістри зсуву. На їх паралельні входи надходять сигнали кодека, сигнал SHK, і вихідні дані приймача DTMF. Поєднання АК з керуючим обладнанням УВАТС проводиться буферними елементами. Вихідні буфери мають вихід із Z-станом, сигнали на шинах DSTo, CSTo об'єднуються за схемою «монтажне І».

Для управління АЛ потрібні сигнали, наведені у таблиці 3.1. Дані сигнали передаються через регістр кодека В МТ8965.

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Таблиця 3.1 Слово управління АК (для однієї АЛ). Регістр В

Біт	Сигнал	Призначення
0	RC	Подача викликового сигналу
1	LCA	Управління живленням (переведення з низьким споживанням струму) АЛ
2	LR	Переполюсування АЛ

Регістр кодека А (таблиця 3.2) визначає програмоване загасання фільтра кодека (для різних видів АЛ і типів вхідного / вихідного з'єднання) і режими функціонування кодека.

Таблиця 3.2 Слово управління АК (для однієї АЛ). Реєстр А

Біт	Позначення	Значення
2-0	TX Gain	Коефіцієнт передачі АЦП 000 – 0 dB ... 111 – +7 dB
5-3	RX Gain	Коефіцієнт передачі АЦП 000 – 0 dB ... 111 – -7 dB
7-6	FC	Управління режимом робіт кодека 00 – нормальний цифрова петля (тестування) 10 – аналогова петля (тестування) 11 – вимикання

Сканування стану АК, а також зчитування даних приймача DTMF для цієї АЛ здійснюється зчитуванням вмісту пам'яті даних КС (потокі CSTi0-7).

Таблиця 3.3 Слово стану АК (для однієї АЛ)

Біт	Позначення	Значення
0	STR	Строб даних DTMF
4-1	D0-D3	Дані приймача DTMF
5	LR	Контроль сигналу LR
6	RC	Контроль сигналу RC
7	SHK	Стан абонентського шлейфу

При ініціалізації мікроконтролера проводиться програмування режимів роботи шини, управління пам'яттю, налаштування таймерів та портів вводу/виводу.

При апаратному скиданні стан сигналів, що встановлюється перемичками

											Арк.
											32
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ						

на платі процесора, на входах P0.0-P0.15 мікроконтролера переписується в регістр RP0 (адреса 0xF108). Вміст цього регістру визначає режими, наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 Регістр конфігурації RP0

Біти	Позначення	Функція
6,7	BUSTYPE	Режим роботи шини адреси / даних 00 - 8 разр., Немультплекс. 01 – 8 разр., Мультплекс. 10 - 16 разр., Немультплекс. 11 – 16 разр., Мультплекс.
8	WRC	роздільна здатність сигналу -WRH
9,10	CSSEL	Роздільна здатність формування - CS 11 - дозволені -CS(4-0) 01 - дозволені -CS(1-0) 00 - дозволені - CS(2-0) 10 - заборонені всі
11,12	SASEL	Управління обсягом пам'яті 11 - дозволено A16, A17 10 - дозволено A16-A23 00 - дозволено A16-A19
13-15	CLKCFG	Коефіцієнт множення частоти генератора 111 - x4 110 - x3 101 - x2 100 - x5 000 - x1

Управління розподілом адресного простору здійснюється програмуванням регістрів ADDRSEL (1-4) та BUSCON (0-4). Відразу після скидання активний сигнал для всього адресного простору -CS0, доки не буде запрограмовано розподіл для -CS(1-4). Мінімальний розмір блоку пам'яті становить 4 Кб.

Розподіл адресного простору, що реалізується в процесорі:

- 01FFF flash - 1 модуль ПЗП програм та даних (8 Кб);
- 0EFFF основне енергонезалежне ОЗП;
- F000-0F600 простір пристроїв введення/виводу;
- F600-0FFFF системна область (IRAM 1 Кб та SFR's);
- 11FFF адресний простір зовнішніх пристроїв 1;
- 17FFF flash – 2 модуль ПЗП (24 Кб);
- 2FFFF flash – 3 модуль ПЗП (24 Кб);
- 3FFFF додаткове ОЗП (64 Кб).

-FFFFFF адресний простір зовнішніх пристроїв 2.

Для мікросхем виділяється до 256 байт адресного простору області 0F000-0F600 (таблиця 3.5). Розподіл портів введення/виводу мікроконтролера наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.5 Адресний простір введення/виведення інтерфейсних ІС

Адреса	Сигнал	ІС
0F000	-SW_CS	DD21
0F100	-CF1_CS	DD37
0F200	-CF2_CS	DD38
0F300	-MF1_CS	DD35
0F400	-MF2_CS	DD36

Таблиця 3.6 Розподіл портів введення/виводу мікроконтролера

Порт	Сигнал	Функція
P1.0-P1.11	-PCM_EN(0-11)	Дозвіл виведення на системну шину каналів STo0-STo11
P1.12-P1.13	-GSTI_EN(0-1)	Дозвіл введення із системної шини каналів STi12-STi13
P1.14-P1.15	-GSTO_EN(0-1)	Дозвіл виведення на системну шину каналів STo12-STo13
P2.8-P2.11	-INT(0-3)	Зовнішні переривання
P2.12	-TBF1	Переривання передавача MF коду 1
P2.13	-TBF2	Переривання передавача MF коду 2
P2.14	-RBE1	Переривання приймача коду MF 1
P2.15	-RBE2	Переривання приймача MF коду 2
P3.0	-RES_MF1	Скидання DD35
P3.1	-RES_MF2	Скидання DD36
P3.2	-RES_CF1	Скидання DD37
P3.3	-RES_CF2	Скидання DD38
P3.4	-RES_SW	Скидання DD21
P3.5	-WD_MF1	WatchDog сигнал DD35 (вхід таймера T4)
P3.6	-WD_MF2	WatchDog сигнал DD35 (вхід таймера T3)
P3.7-P3.9	LED1-LED3	Управління світлодіодом HL1-HL3
P3.13	-RES_9041	Скидання DD15
P5.10	-OF_CF1	Переповнення DD37
P5.11	-OF_CF2	Переповнення DD38
P5.12	C2	Контроль частоти 2048 КГц (вхід таймера T6)

Закінчення таблиці 3.6

P5.13	F0	Контроль частоти 8 КГц (вхід таймера T5)
P6.5	-BUS_CON	Дозвіл системної шини адреси/даних
P6.6	9041MODE	Управління режимом DD15
P6.7	-SYNC_EN	Дозвіл виведення синхронізації на шину

3.3. Опис мікропроцесорного керуючого пристрою

Основними мікросхемами, що застосовуються при побудові блоку процесора, комутаційної системи є:

- мікроконтролер ST10F163 (рисунок 3.4) [14];
- цифрова просторово-часова КС МТ90820 (рисунок 3.5) [15].

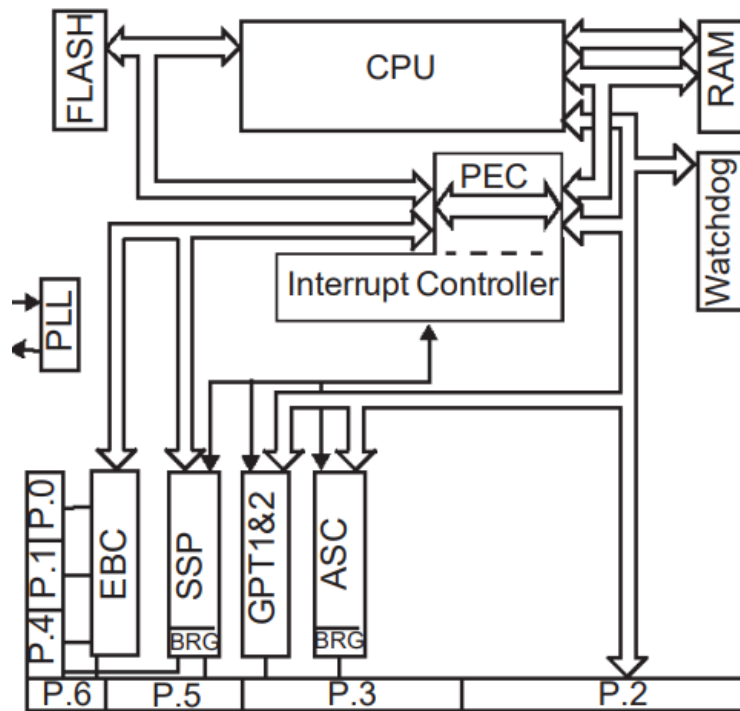


Рисунок 3.4 Структура мікроконтролера ST10F163

Мікроконтролер підключається відповідно до функціональної схеми. Для побудови основного ОЗП контролера ємністю 64Кб застосовано 2 ІС статичного ОЗП ZMD 637256 з можливістю збереження даних при вимкненні живлення. Таким чином, забезпечується збереження даних при аварійному або навмисному вимкненні живлення контролера без застосування автономного додаткового

джерела живлення.

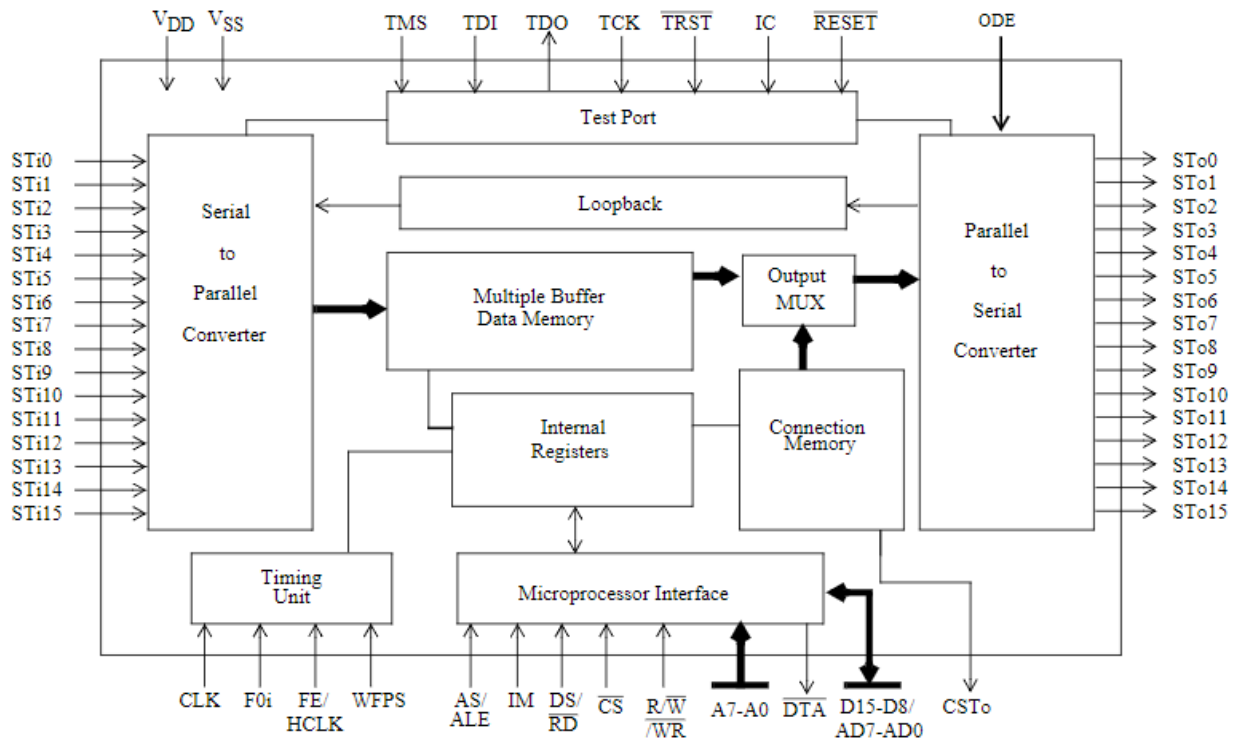


Рисунок 3.5 Структура просторово-часової КС МТ90820

У межах 256Кб системної пам'яті контролер при необхідності може використовувати додаткове ОЗП об'ємом 64Кб, побудований на ІС СОЗП UM62256. Доступ до ОЗП – 16-розрядний.

Системне генераторне обладнання включає в себе кварцові генератори з температурною стабілізацією РТІ ХСО3022 на частоти 16384 КГц, 20480 КГц (для багаточастотних приймачів-передавачів), 20 МГц для отримання сигналів синхронізації шини ST-BUS. Кожен генератор має фільтр по ланцюгах живлення. Допустима нестабільність частоти не перевищує 5 ppm, що знаходиться в межах норми для первинного обладнання з частотою синхронізації 2048 КГц.

Синхрогенератор шини ST-BUS виконаний на ІС МТ9041В. До складу ІС входить тактовий генератор 16384 КГц, фазове автопідлаштування частоти, дільники частоти та схема управління генератором.

На вхід зовнішньої синхронізації (PRI) надходить сигнал F0 резервного (основного) контролера. Таким чином забезпечується синхронізація під час

роботи контролерів у гарячому резерві.

Доступ до внутрішніх регістрів здійснюється через 16-розрядну мультиплексовану шину адреси даних. Для надійного читання та запису даних використовується сигнал підтвердження даних –DTA, який надходить на вхід готовності READY мікроконтролера. Для можливості внутрішньосхемного тестування працездатності ІВ використовується інтерфейс JTAG IEEE-1149.1.

Схема конференц-зв'язку побудована на ІС М34116 (рисунок 3.6) [16].

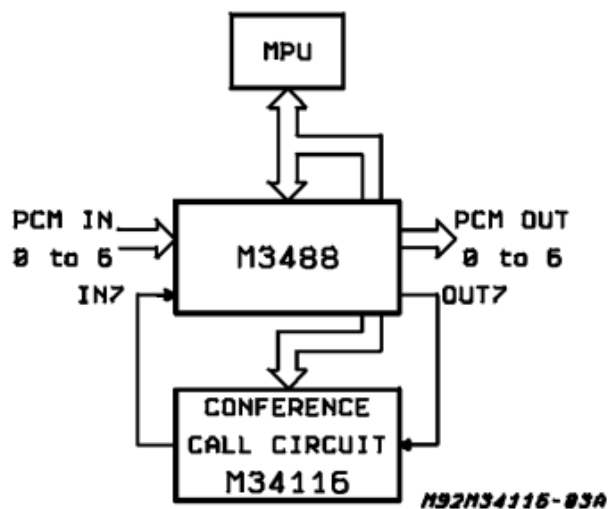


Рисунок 3.6 Структура ІС М34116

Приймачі та передавачі в кодї «2 з 6» - М-986-2А1 утворюють 4 приймачі, 4 передавачі, що використовують КІ0,1 потоків GST0, GST1.

Схема початкової установки містить схему моніторингу живлення та формування сигналу скидання мікроконтролера. Для сполучення асинхронного послідовного порту мікроконтролера з інтерфейсом RS-232 використовується ІС, яка включає перетворювач напруги і схему перетворення рівнів. Плата процесора підключається до крос-плати блоку за допомогою 96-контактного гнізда.

Максимальний струм, споживаний процесором при напрузі живлення +5В становить близько 800 мА. Максимальна споживана потужність 4 Вт.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломного проекту було розроблено основні елементи автоматизованої цифрової системи комутації на базі установчо-виробничої АТС. УВАТС побудована на базі одноланкової комутаційної системи без втрат із повнодоступним включенням, що дозволить використовувати її для одночасної обробки 128 викликів. Розроблена система відповідає сучасним вимогам до УВАТС, її функціонал включає внутрішній зв'язок за принципом "кожен - з-кожним", розподіл зовнішніх ліній, розподіл вхідних дзвінків, переадресацію виклику, гучне сповіщення, утримання лінії та інші функції, які є обов'язковими для офісних АТС у наш час.

Для розробки проектованої системи був зроблений огляд існуючих пристроїв за обраною темою. Наведена загальна структура і функціональне призначення проектованої системи, що відповідають поставленій задачі. Розглянуто принципи побудови характеристики проектованої системи, розраховано її розподіл навантаження. На основі розрахунків зроблено висновок, що для забезпечення обслуговування навантаження без втрат немає необхідності вводити обмеження на кількість одночасних викликів. Був розроблений алгоритм роботи проектованої системи, зроблено вибір і обґрунтування абонентських пристроїв і мікропроцесорного керуючого пристрою.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки до дипломного проектування бакалаврів напряму 6.050903 «Телекомунікації» для студентів денної форми навчання / укладачі: І. А. Кулик, О. В. Бережна, А. І. Новгородцев, О. М. Кобяков. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 50с.
2. Panasonic KX-TD500 [Електронний ресурс]: <http://www.bkd.dp.ua/catalog/?243>
3. NEC NEAX 7400 IMX Command Manual [Електронний ресурс]: <https://www.manualslib.com/manual/1208337/Nec-Neax-7400-Imx.html>
4. Інструкція з користування конвертером ССПС-128 та комутаційною станцією NEAX7400 ICS M100MX. - Черніголова: - ЕЗАН. – 217 с.
5. Дузь В. І. Системи комутації і розподілу інформації. Модуль 2: навч. посіб. / Дузь В.І., Соловська І.М. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2013. – 164 с.
6. Загальні основи побудови цифрових систем комутації (ЦСК). Принципи цифрової комутації. [Електронний ресурс]: https://www.dut.edu.ua/uploads/1_1218_58809696.pdf
7. Телекомунікаційні системи та мережі. Том 1. Структура й основні функції. [Електронний ресурс]: <https://www.znanius.com/3533.html?&L=0>
8. Characteristics of primary PCM multiplex equipment operating at 2048 kbit/s [Електронний ресурс]: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.732-198811-I/en>
9. ETSI EN 300 248. Access and Terminals (AT); 2 048 kbit/s digital unstructured leased line (D2048U); Terminal equipment interface [Електронний ресурс]: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300200_300299/300248/01.02.01_60/en_300248v010201p.pdf
10. Business TeleCommunications (BTC); Open Network Provision (ONP) technical requirements; 2 048 kbit/s digital unstructured leased line (D2048U); Attachment requirements for terminal equipment interface [Електронний ресурс]: https://www.etsi.org/deliver/etsi_tbr/001_099/012/01_60/tbr_012e01p_a1p.pdf

					ЕЛІТ 6.172.00.02.072 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

11. ITU-T Recommendation G.711 [Електронний ресурс]: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.711-198811-I!!PDF-E&type=items

12. MH88617 Datasheet (PDF) - Mitel Networks Corporation [Електронний ресурс]: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/77036/MITEL/MH88617.html>

13. MT8965 Codec Datasheet PDF [Електронний ресурс]: <https://datasheetspdf.com/datasheet/MT8965.html>

14. ST10F163 MEMORY Datasheet PDF [Електронний ресурс]: <https://datasheetspdf.com/datasheet/ST10F163.html>

15. MT90820 Datasheet (PDF) - Zarlink Semiconductor Inc [Електронний ресурс]: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/125286/ZARLINK/MT90820.html>

16. M34116 CIRCUIT Datasheet PDF [Електронний ресурс]: <https://datasheetspdf.com/datasheet/M34116.html>

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.072 ПЗ</i>	Арк.
						40
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		