

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“Дніпровська політехніка”**



ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації комп'ютерних систем

ПРОМИСЛОВІ ІНТЕРФЕЙСИ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ

ОСНОВИ ЗБОРУ, ОБРОБКИ ТА ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт

студентами денної форми навчання
з освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальностями
151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології,
123 Комп'ютерна інженерія

Дніпро
НТУ «ДП»
2019

Промислові інтерфейси обміну інформацією. Основи збору, обробки та передачі інформації. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами денної форми навчання з освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальностями 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 123 Комп'ютерна інженерія / А.В. Кожевников, Д.С. Зибалов, П.А. Іщук, В.І. Шевченко, В.В. Надточий ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ "ДП", 2019. – 35 с.

Автори:

А.В. Кожевников, канд. техн. наук, доц.;

Д.С. Зибалов, асист.;

П.А. Іщук, асист.;

В.І. Шевченко, ст. викл.;

В.В. Надточий, ст. викл.

Затверджено до видання редакційною радою університету (протокол № 4 від 19.04.2019) за поданням методичної комісії за спеціальностями 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 123 Комп'ютерна інженерія (протокол № 3 від 11.04.2019).

Навчально-методичний посібник дає уявлення про інтерфейси підключення периферійних пристроїв до сучасних комп'ютерів. Розглянуто послідовні інтерфейси передачі інформації (RS232, CL, RS485), апаратні та програмні специфікації цих інтерфейсів. Велику увагу приділено оптимізації створення введення – виведення в інтерфейсах різних сімейств і поколінь.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерних систем В.В. Ткачов, д-р техн. наук, проф.

ЗМІСТ

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ..... | 4 |
| Опис лабораторної установки..... | 5 |
| Лабораторна робота №1. Інтерфейс RS232. Синхронний і асинхронний режими передачі | 9 |
| Лабораторна робота №2. Різновид інтерфейсу RS232. Інтерфейс струмова петля. Асинхронний режим передачі | 16 |
| Лабораторна робота №3. Інтерфейс RS485. Асинхронний режим передачі | 24 |
| Список використаної літератури..... | 34 |

ВСТУП

Метою цього курсу лабораторних робіт є навчання студентів практичному застосуванню знань за матеріалом основних розділів дисципліни "Основи збирання, передачі і обробки інформації".

Основними завданнями курсу слід вважати практичне освоєння студентами принципів роботи послідовних інтерфейсів RS232, RS485, CL, а також ознайомлення з методами захисту інформації.

Курс включає три лабораторні роботи, розраховані на дві академічні години кожна (не враховуючи час на отримання допуску до роботи). Перед тим, як приступити до виконання лабораторної роботи, студент повинен отримати допуск, надавши відповіді на питання викладача або пройти відповідний тест. За результатами виконання лабораторної роботи студент повинен скласти звіт згідно з приведеними вимогами до змісту і оформлення, а також захистити роботу, надавши відповіді на питання викладача. Лабораторні роботи виконуються кожним студентом індивідуально.

Опис лабораторної установки









Лабораторна установка складається з одного передавального і одного приймаючого напівкомплектів. Індикація реалізована на двох рідкокристалічних дисплеях типу RDX-0032. Напівкомплекти зібрані на основі бюджетного мікроконтролера PIC18F4580 фірми Microchip.

Зовнішній вигляд лабораторного макету приведений на рис. 1.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

Контроллер містить 4 послідовні інтерфейси обміну інформацією. На основі UART за допомогою інтерфейсних мікросхем реалізовано три інтерфейси RS232, RS485, CL(Струмова петля). Інтерфейси I2C і SPI на цьому мікроконтролері реалізовані на одному модулі. Одночасне використання неможливе. CAN інтерфейс на цьому кристалі версії 2,0 V.

На нижній частині стенду знаходяться роз'єми для підключення осцилографа. Після подачі живлення на лабораторний макет передавальний і приймаючий напівкомплекти знаходяться в режимі очікування. На рідкокристалічних індикаторах відображується напис OFF. Для початку роботи із стендом необхідно спочатку включити за допомогою кнопки  приймальний напівкомплект (він знаходиться в нижній лівій частині стенду) і за допомогою кнопок  або  вибрати потрібний інтерфейс. Потім включаємо передавальний напівкомплект натискаючи на кнопку . Вибираємо потрібний інтерфейс за допомогою кнопки , послідовно натискаючи на цю кнопку. За допомогою кнопок  і  вибираємо свій варіант, який на рідкокристалічному дисплеї відображується в десятковій формі числення. Повідомлення передається циклічно одне за іншим. Під кнопкою включення знаходиться кнопка скидання .

Для проведення аналізу передаваної інформації використаний USB осцилограф DISCO. USB осцилограф дозволяє зберігати результати усіх

вимірів у вигляді векторного або растрового малюнка для наступного імпорту і має смугу пропускання до 100 кГц.

На рис. 2 приведено основне вікно програми при роботі в режимі осцилографа. У центрі вікна знаходиться робочий екран, на якому відображуються осцилограми, червона осцилограма відповідає каналу А, а синя – каналу В. Зліва від рамки робочого екрану розташована шкала по напрузі каналу А (червоний шрифт), праворуч від рамки – шкала по напрузі каналу В (синій шрифт). Одиниця виміру обох шкал по напрузі – вольти. Внизу робочого екрану розташована вісь часу.

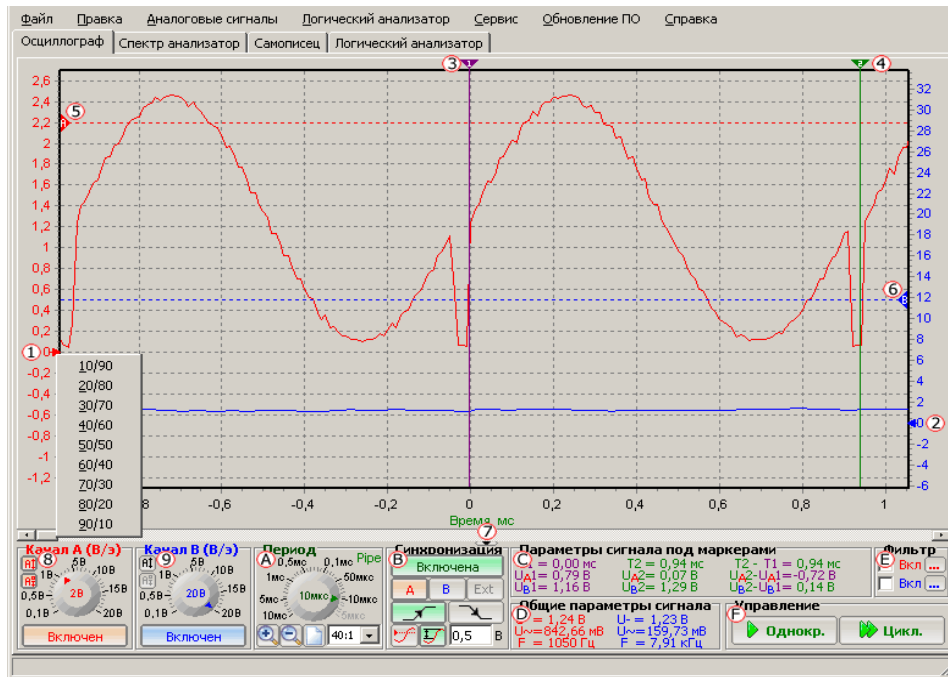


Рисунок 2 – Цифровой осциллограф DISCO

Ліворуч і праворуч від робочого екрану знаходяться 2 покажчики ① і ②, які дозволяють зміщувати нуль каналу А і В. Для установки однієї з 9-ти стандартних позицій нуля необхідно натиснути правою кнопкою миші по покажчику, після чого зі спливаючого меню, що з'явилося, вибрати одне з можливих значень положення нуля. Над рамкою робочого екрану розташовано два маркери ③ і ④, призначені для точного виміру тимчасових інтервалів і значень амплітуд напруги кожного з каналів. Маркери можна пересувати за допомогою миші, для цього необхідно клацнути лівою кнопкою миші над трикутником, після чого не відпускаючи ліву кнопку пересувати мишу вліво або вправо. При пересуванні маркера по робочому екрану на панелі А відображуватимуться параметри сигналу під маркером.


Для завдання рівня синхронізації використовуються два горизонтальні маркери ⑤ і ⑥. Маркер А задає рівень (амплітуду) напруги каналу А, який використовується при включеній синхронізації (абсолютній) по каналу А. Маркер В аналогічно задає рівень, використовуваний при включеній синхронізації по каналу В. Переміщення маркерів синхронізації здійснюється



аналогічно переміщенню маркерів ③ і ④, крім того, при переміщенні маркерів синхронізації на рядку стану точно відображується встановлений рівень.


Для переміщення осцилограм усередині робочого екрану призначена стандартна лінійка прокрутки ⑦. Після зміни масштабу раніше отримані осцилограми можуть повністю не поміщатися усередині робочого екрану, при цьому повзунок стає менше лінійки прокрутки пропорційно відношенню довжини осцилограми такою, що потрапила в робочий екран до загальної довжини осцилограми. Під лінійкою прокрутки знаходиться невелика кнопка, що дозволяє приховати панель налаштувань осцилографа, що забезпечує більше місця для робочого екрану.

Задати розмах шкали напруги каналу А/В можливо на панелі ⑧/⑨ "Канал А/В (Вольт/екран)". Розмах задається за допомогою ручки налаштування. Необхідно відмітити, що USB осцилограф апаратно підтримує два діапазони вхідних сигналів 0-2 В і 2-20 В. З цього виходить, що для того, щоб отримати найбільш достовірну осцилограму, амплітуда якої знаходиться в діапазоні ± 2 В, доцільно вибрати розмах ± 2 Вольт/екран або нижче. Оскільки помилка кантування при розмаху ± 2 Вольт/екран і нижче складатиме $4В/1024=0,0039$ В (розрядність 10 біт), тоді як при розмаху ± 5 Вольт/екран і вище помилка кантування буде в 10 разів більше $40В/1024=0,039$ В. На цих же панелях розташовані кнопки ввімкнення / вимкнення каналів. Якщо при аналізі пристрою не вимагається аналізувати одночасно два аналогові сигнали, то доцільно буде вимкнути один з каналів, що дозволить збільшити максимальну частоту дискретизації з 100 кГц до 200 кГц.

Панель "Період" ① дозволяє задавати період дискретизації (розгортку), з якою відбувається оцифрування вхідного аналогового сигналу. Для нормального перегляду осцилограм рекомендується, щоб частота дискретизації була хоч би в 5-6 разів вище за максимальну частоту вхідного сигналу. Окрім вибору розгортки на панелі "Період" також можна задавати масштаб відображення осцилограм, тобто можна розтягнути осцилограму по осі часу для детальнішого аналізу. У правому верхньому куті панелі "Період" розташовується інформація про режим читання (якщо дозволено): buf – читання з використанням внутрішнього буфера МК, pipe – потокове читання даних комп'ютером (у декілька разів збільшується розмір буфера відліків, але посилюються вимоги, які пред'являються до комп'ютера). Граничний період, на підставі якого визначається режим читання, задається у вікні налаштувань. Подвійне натискання лівою кнопкою миші по мітці з інформацією про режим читання відкриває вікно налаштувань. Усі елементи, що управляють синхронізацією, за винятком маркерів, розташовані на панелі "Синхронізація" ②. Кнопка "Ввімкнена/Вимкнена" дозволяє ввімкнути або вимкнути синхронізацію. Кнопки "А" і "В" вибирають канал і відповідний маркер, сигнал з якого буде використано як джерело синхронізації. Кнопка "Ext" вказує, що джерелом синхронізації буде зовнішнє джерело, що підключається до каналу В логічного аналізатора, який працює як вхід (зовнішня синхронізація доступна тільки при читанні через буфер). Кнопки вибору фронту визначають по якому

фронту сигналу (наростаючому або спадаючому) буде абсолютна синхронізація, по якому перепаду сигналу (позитивному або негативному) буде диференціальна синхронізація і по якому фронті зовнішнього синхросигналу (наростаючому або спадаючому) буде зовнішня синхронізація. Дві кнопки розташовані внизу панелі визначають тип синхронізації : абсолютна або диференціальна. Поле, розташоване біля кнопки завдання диференціальної синхронізації визначає різницю між сусідніми відліками сигналу, при перевищенні якої буде виконання умови синхронізації. Необхідно відмітити, що при завданні параметрів синхронізації, які не можуть бути виконані, наприклад заданий рівень 5 В, а максимальна амплітуда сигналу не перевищує 2 В, прилад увесь час буде знаходитися в очікуванні виконання умови синхронізації, тобто одна з кнопок запуску виміру буде червоною. В даному випадку зовсім не обов'язково зупиняти виміри натискаючи кнопку "Скидання", оскільки при зміні будь-яких умов синхронізації вони автоматично будуть передані в пристрій. На панелі "Параметри сигналу під маркерами"  відображаються, положення кожного маркера на осі часу і амплітуда сигналу обох каналів під кожним маркером. Також обчислюється різниця часу маркерів і амплітуд сигналів, при цьому колір результату різниці визначається кольором того маркера, відповідне значення якого більше.

На панелі "Загальні параметри сигналу"  відображаються вчислені значення постійної і змінної складової напруги і, якщо можливо, то і значення частоти по кожному каналу. Панель "Фільтрація"  забезпечує підключення, і розрахунок цифрових фільтрів для кожного каналу.

Для того, щоб провести вимір необхідно натиснути кнопку "Однокр". чи "Цикл". на панелі "Управління" . Кнопка " Однокр". ініціалізує тільки один вимір (оцифрування і накопичення відліків мікроконтроллером, а потім передача їх оболонці при роботі через буфер) після чого на робочому екрані відображаються щойно прочитані осцилограми. Кнопка " Цикл". виконує аналогічні дії за винятком того, що після закінчення виміру автоматично запускається новий вимір. Після натиснення на одну з кнопок запуску вона змінює свою назву на кнопку "Скидання" червоного кольору, натиснення на таку кнопку викличе негайне скидання пристрою і припинення очікування результатів виміру. Кнопка "Скидання" може виявитися єдиним засобом зупинки виміру, наприклад, коли заданий рівень синхронізації, який ніколи не може бути досягнутий.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема: Інтерфейс RS232. Синхронний і асинхронний режими передачі

Мета: Вивчити принцип функціонування протоколу передачі інформації

1.1 Теоретичні відомості

1.1.1 Призначення RS232

RS232 – інтерфейс передачі інформації між двома пристроями при швидкості передачі 115200 біт/с на відстані до 15м. Інформація передається по дротах з рівнями сигналів +/-12В для забезпечення більшої стійкості до перешкод. Асинхронна передача даних здійснюється зі встановленою швидкістю при синхронізації рівнем сигналу стартового імпульсу. Інтерфейс RS232C був розроблений для простого застосування, однозначно визначуваного по його назві "Інтерфейс між термінальним устаткуванням і зв'язним устаткуванням з обміном за послідовним двійковим кодом". Кожне слово в назві значуще, воно визначає інтерфейс між терміналом (DTE) і модемом (DCE) по передачі послідовних даних. Пристрої для зв'язку по послідовному каналу з'єднуються кабелями з 9-и або 25-ти контактними роз'ємами типу D. Зазвичай вони позначаються DB-9, DB-25.

1.1.2 Стандарт

Асоціація електронної промисловості (EIA) розвиває стандарти з передачі даних. Стандарти EIA мають префікс "RS". "RS" означає рекомендований стандарт. Зараз стандарти позначаються як "EIA" стандарти. RS232 був введений в експлуатацію в 1962 році. У 1969 представлена третя редакція RS232C. Четверта редакція була в 1987 RS232D, відома також під EIA-232D. RS232 ідентичний стандартам МККТТ (CCITT) V.24/V.28, X.20bis/X.21bis і ISO IS2110. За стандартом максимальна ємність навантаження складає 2500 пФ. Погонна ємність кабелю складає 130 пФ, тому максимальна довжина кабелю обмежена довжиною 19,2 м.

1.1.3 Позначення і підключення пристроїв

На рис. 1.1 представлено підключення двох пристроїв, що працюють в дуплексному режимі.

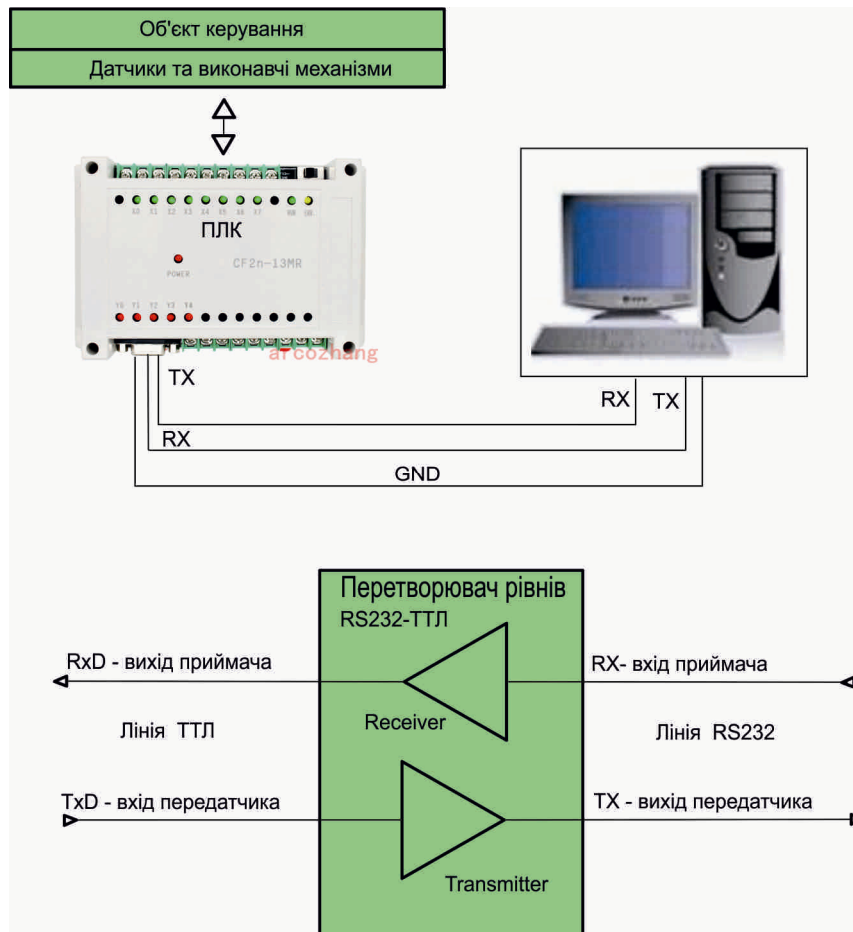


Рисунок 1.1 – Позначення і підключення пристроїв

1.1.4 Рівні сигналів

У RS232 використовуються два рівні сигналів: логічна одиниця і нуль. Логічну одиницю іноді позначають MARK, логічний нуль – SPACE. Логічній одиниці відповідають негативні рівні напруги, а логічному нулю – позитивні. Відповідні значення напруги представлені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Рівні сигналів даних на шині RS232

| Рівень | Передавач | Приймач |
|-----------------|-------------------|---------------------|
| Логічний нуль | Від +5 В до +15 В | Від +3 В до +25 В |
| Логічна одиниця | От- 5 В до - 15 В | Від - 3 В до - 25 В |
| Не визначений | Від - 3 В до +3 В | |

На рис. 1.2 зображений фрагмент повідомлення в довгій лінії зв'язку. Видно, що відбувається прийом логічного нуля на стороні прийому при збільшенні напруги в лінії зв'язку більше 3 В і прийом логічної одиниці при зменшенні напруги в ЛС нижче -3В.

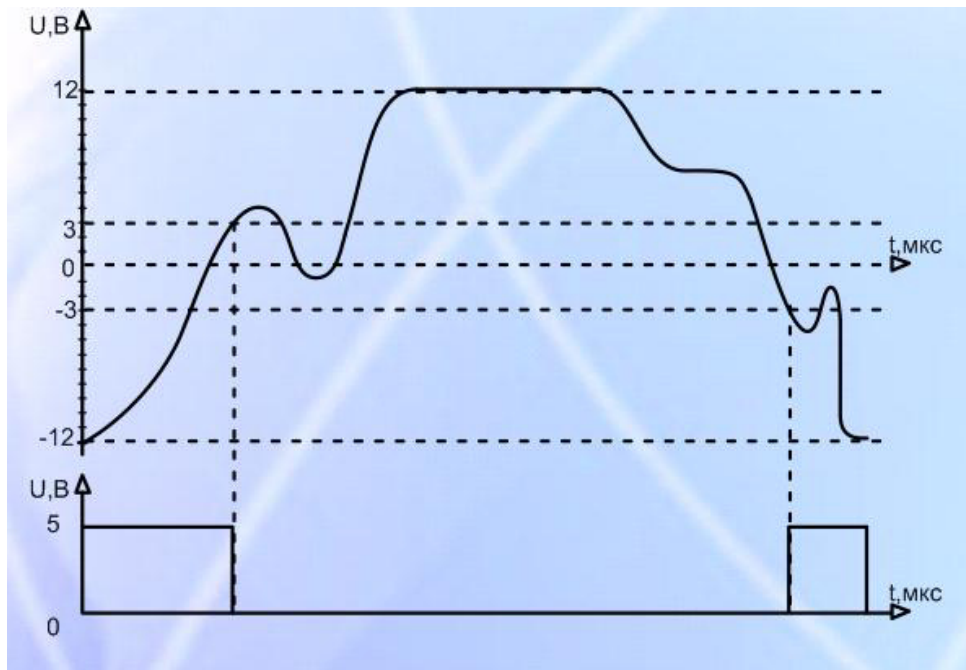


Рисунок 1.2 – Прийом сигналів

1.1.5 Відстані передачі

Довжина кабелю впливає на максимальну швидкість передачі інформації. Довший кабель має велику ємність і відповідно для забезпечення надійної передачі необхідно зменшувати швидкість передачі інформації.

Таблиця 1.2 – Залежність швидкості передачі даних від довжини кабелю

| Швидкість, бод | Довжина, м |
|----------------|------------|
| 115200 | 15 |
| 9 600 | 150 |
| 4 800 | 300 |
| 2 400 | 900 |

1.1.6 Швидкість передачі даних

Швидкість передачі інформації по RS232 вимірюється в бодах. Ця одиниця названа на честь Еміля Бодо (1845-1903), французького інженера по телеграфії, винахідника першого друкуючого пристрою для телеграфу (телепринтера), представленого на Міжнародній Телеграфній конференції в 1927. Максимальна швидкість згідно із стандартом 20000 бод. Проте сучасне устаткування може працювати значно швидше. Більше число зчитувань за секунду можна встановити за допомогою програмного забезпечення.

1.1.7 Передача даних

Синхронний режим передачі має на увазі безперервний обмін даними, коли біти слідують один за іншим без додаткових пауз із заданою швидкістю. Цей режим СОМ-портом ПК не підтримується.

Асинхронний режим передачі полягає в тому, що кожен байт даних "обертається" синхронізуючою послідовністю з одного нульового старт біта і одного або декількох одиничних стоп бітів.

На рис. 1.3 наведений приклад 8-бітової послілки даних в асинхронному режимі.

У режимі простою, коли по лінії нічого не передається, вона знаходиться в стані логічної одиниці (-12 В).

Початок передачі позначають передачею стартового біта, який завжди дорівнює нулю ($+12\text{ В}$). Потім йде передача восьми біт даних, яка завершується бітом парності і стоповим біт. У нашому прикладі біт парності відсутній. Потрібно відмітити, що стоп біт може займати 1, 1.5, і 2 біта. Не варто думати, що це дробові біти, це число говорить тільки про його тривалість. Стоповий біт дорівнює логічній одиниці.

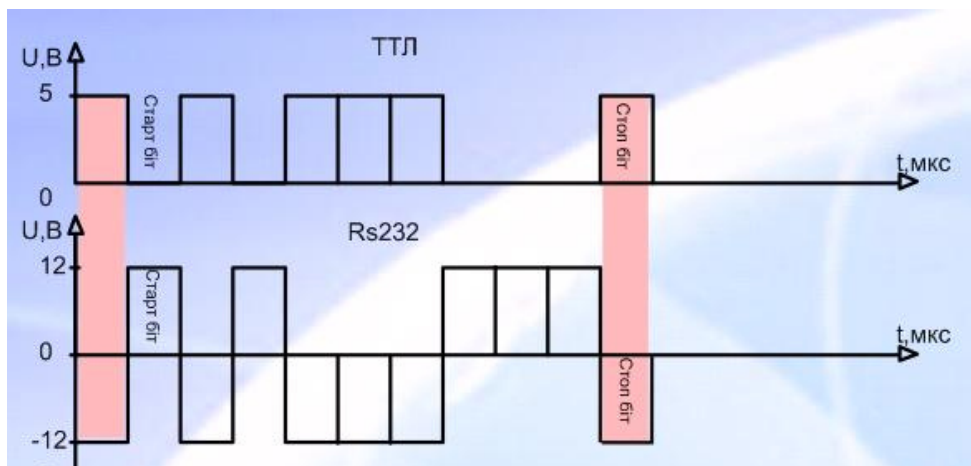


Рисунок 1.3 – Формат послілки асинхронної передачі без перевірки на парність

1.1.8 Виявлення помилок

При передачі по послідовному каналу контроль парності може бути використаний для виявлення помилок при передачі даних. При використанні контролю парності посилаються повідомлення, що підраховують число одиниць в групі біт даних. Залежно від результату встановлюється біт парності. Приймальний пристрій також підраховує число одиниць і потім звіряє біт парності. Якщо кількість одиниць в передаваному байті не співпадає зі значенням біта парності, то такий байт вважається прийнятим з помилками. Для забезпечення контролю парності комп'ютер і пристрій повинні однаково робити підрахунок біта парності, тобто визначитися який біт встановлювати при парному (even) або непарному (odd) числі одиниць. Перевірка на парність

дозволяє визначити лише наявність помилки. Другий механізм перевірки включає старт і стоп біти, циклічні перевірки на надмірність, які часто застосовуються в з'єднаннях Modbus. Часто в драйверах доступні ще дві опції на парність: Mark і Space. Ці опції не впливають на можливість контролю помилок. Mark означає, що пристрій завжди встановлює біт парності в логічну одиницю, а Space – завжди в логічний нуль.

На рис. 1.4 наведено приклад передачі 8 біт даних, біт парності, старт біт і стоп біт.

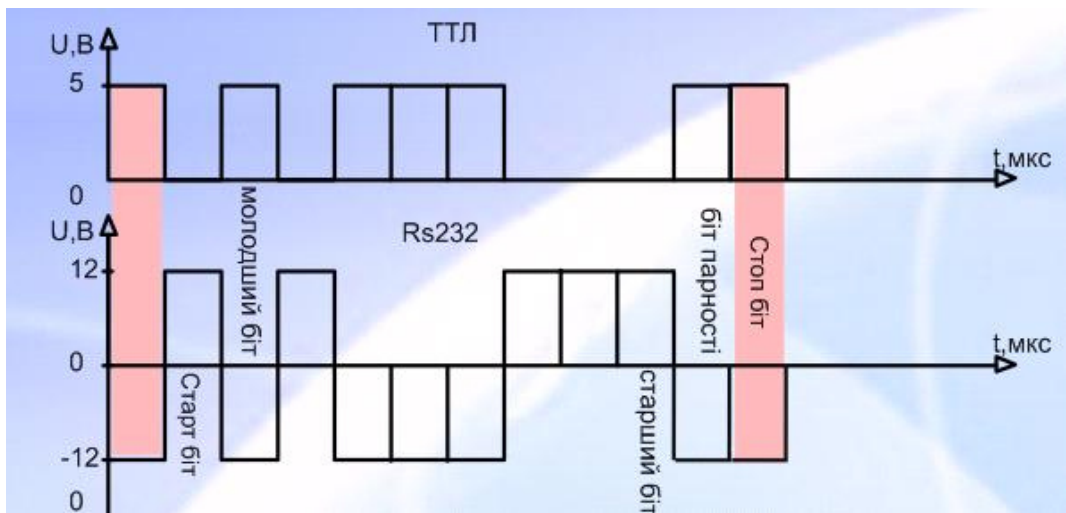


Рисунок 1.4 – Формат послідовної асинхронної передачі з перевіркою на парність

1.2 Завдання

1.2.1. Відповідно до номера варіанту встановити на передавачі інтерфейс RS232 і передаваний інформаційний байт в десятковій формі (номер за списком в журналі).

1.2.2. Встановити на приймачі інтерфейс RS232 і переконатися в правильному прийомі інформаційного байта (цифри на приймачі і передавачі мають бути однакові).

1.2.3. Підключити вивід передавача до осцилографа і зняти осцилограму сигналу.

1.2.4. Провести аналіз прийнятого сигналу та розрахувати швидкість передачі.

1.2.5. Зробити висновки.

1.3 Вимоги до звіту

1.3.1. Назва учбової дисципліни, лабораторної роботи.

1.3.2. П.І.Б. студента, групи.

1.3.3. Мета лабораторної роботи.

1.3.4. Початкові дані згідно з варіантом завдання.

1.3.5. Осцилограма інтерфейсних сигналів.

1.3.6. Аналіз осцилограми.

1.3.7. Висновки.

1.4 Контрольні питання

- 1) В яких одиницях вимірюється швидкість передачі даних в інтерфейсі RS232?
- 2) Яка максимальна швидкість обміну інформацією в інтерфейсі RS232?
- 3) Яка максимальна ємність інтерфейсного кабелю?
- 4) Як формується надсилання даних цього інтерфейсу?
- 5) Як відбувається синхронізація передачі даних?
- 7) Де застосовується інтерфейс RS232?
- 8) Які недоліки інтерфейсу RS232?

1.5 Приклад виконання дослідницької частини лабораторної роботи

Відповідно до варіанту на передавальному напівкомплекті, натискаючи на верхню ліву кнопку, встановлюємо інтерфейс RS232 і за допомогою кнопок, що знаходяться праворуч встановлюємо передаване число в десятковій формі. Внизу ліворуч знаходиться кнопка скидання (рис. 1.5).

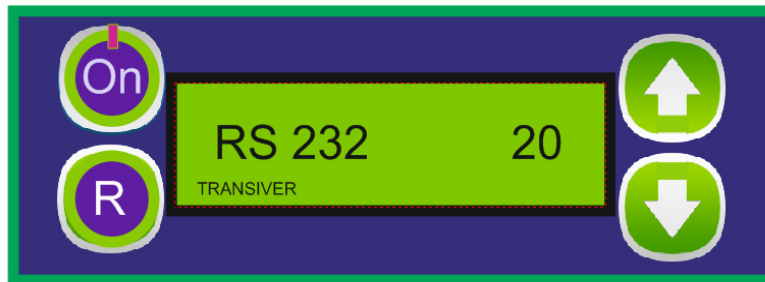


Рисунок 1.5 – Передавальний напівкомплект

Потім на приймальному напівкомплекті, який зображений на рис. 1.6, за допомогою верхньої лівої кнопки обираємо режим RS232. У режимі приймача на екрані відображатиметься число, що приймається, в десятковій формі.

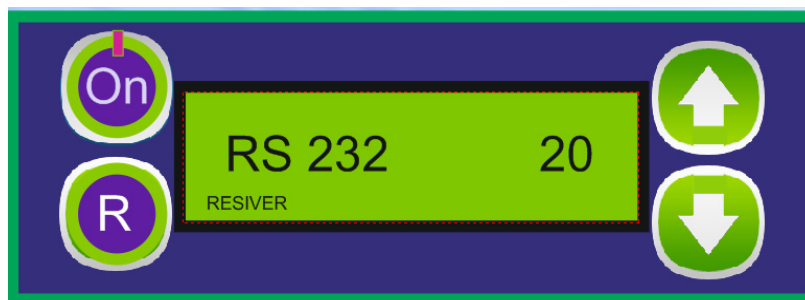


Рисунок 1.6 – Приймаючий напівкомплект

Потім підключаємо осцилограф до лінії TX протоколу RS232 за допомогою підготовлених заздалегідь провідників. Знімаємо отриману осцилограму.

Прийнята осцилограма зображена на рис. 1.7.



Рисунок 1.7 – Прийнята осцилограма

Повідомлення починається із старт біта. За ним йде 8 біт даних молодшим бітом вперед. У нашому випадку ми прийняли 00010100b і відповідно до 20 в десятковій формі. Біт парності в нашому випадку відсутній. Завершує повідомлення стоп біт. Передача ведеться молодшим бітом вперед.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема: Різновид інтерфейсу RS232. Інтерфейс струмова петля. Асинхронний режим передачі

Мета: Вивчити принцип функціонування протоколу передачі інформації

2.1 Теоретичні відомості

2.1.1 Призначення і застосування

Поширеним варіантом послідовного інтерфейсу є струмова петля (Current loop). У ній електричним сигналом є не рівень напруги відносно загального дроту, а струм в двопровідній лінії, що сполучає приймач і передавач. Потреба в використанні струмової петлі виникає постійно, коли інформацію потрібно передати на відстані в сотні метрів і більше. Струмова петля застосовується для передачі інформації від датчиків до вторинних приладів. Це в першу чергу пов'язано з простотою і надійністю такого типу зв'язку. Розрізняють аналогову струмову петлю і цифрову. У нашій лабораторній роботі буде розглянута цифрова струмова петля. Раніше струмова петля використовувалася в телепринтерах. Цей інтерфейс став популярним через високу завадостійку передачу даних.

2.1.2 Стандарт

Стандарт ІРПЗ/ІFSS (ОСТ 11 305.916-84) використовує струмову петлю 20 мА для передачі даних. Фізичне виконання роз'ємів ІРПЗ в стандарті не закріплене. Часто вживається роз'єм СНО53-8-2 (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Роз'єм СНО53-8-2

За кордоном струмова петля (Current Loop) специфікована в стандартах ІЕС 62056-21 / DIN 66258 і використовує роз'єм DIN 41524 або DB25 (рис. 2.2).

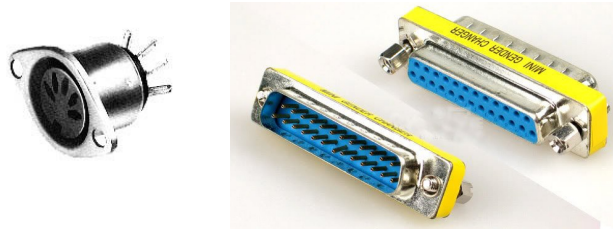


Рисунок 2.2 – Роз'єм DIN 41524 і DB25

2.1.3 Позначення і підключення пристроїв

Якщо необхідно підключити більше двох пристроїв на одну лінію використовують напівдуплексний режим. Схема підключення пристроїв показана на рис. 2.3.

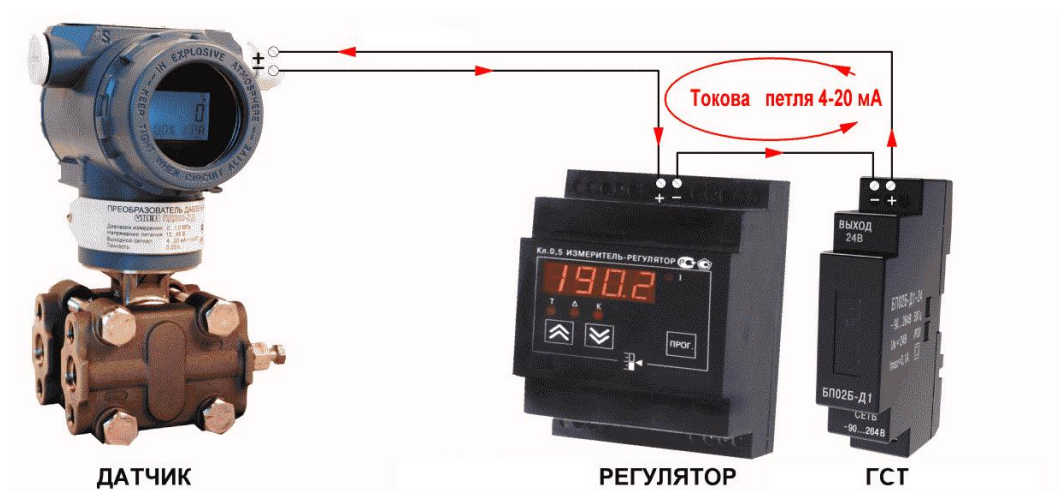


Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд і підключення пристроїв

Як видно з схеми усі пристрої підключені послідовно, і в розрив лінії підключено джерело живлення. Зазвичай для обмеження струму на рівні 20 мА застосовують джерело струму NSI45020-D. Підключається послідовно з джерелом живлення. Встановлюється зазвичай в одному корпусі з датчиком або контроллером. Схема спрощується за рахунок мініатюрності цього приладу, у якого всього два виводи. Якщо буде необхідно збільшити струм в ланцюзі до 60 мА, тоді встановлюють 3 таких джерела струму паралельно.

Розглянемо детально як працює перетворювач UART Струмова петля 0-20 мА (рис. 2.4). Така схема широко використовується в промисловості. За стандартом RS232 під час пасивного стану на лінії передавача встановлений високий рівень. На оптопару передавача кожного з вузлів подається позитивна напруга. Вихідні транзистори оптопар знаходяться у відкритому стані. Усі вузли сполучені послідовно і в цьому ланцюзі проходить струм рівний 20 мА.

Вихідні транзистори оптопар приймачів теж відкриті. На входах приймачів встановлена логічна одиниця.

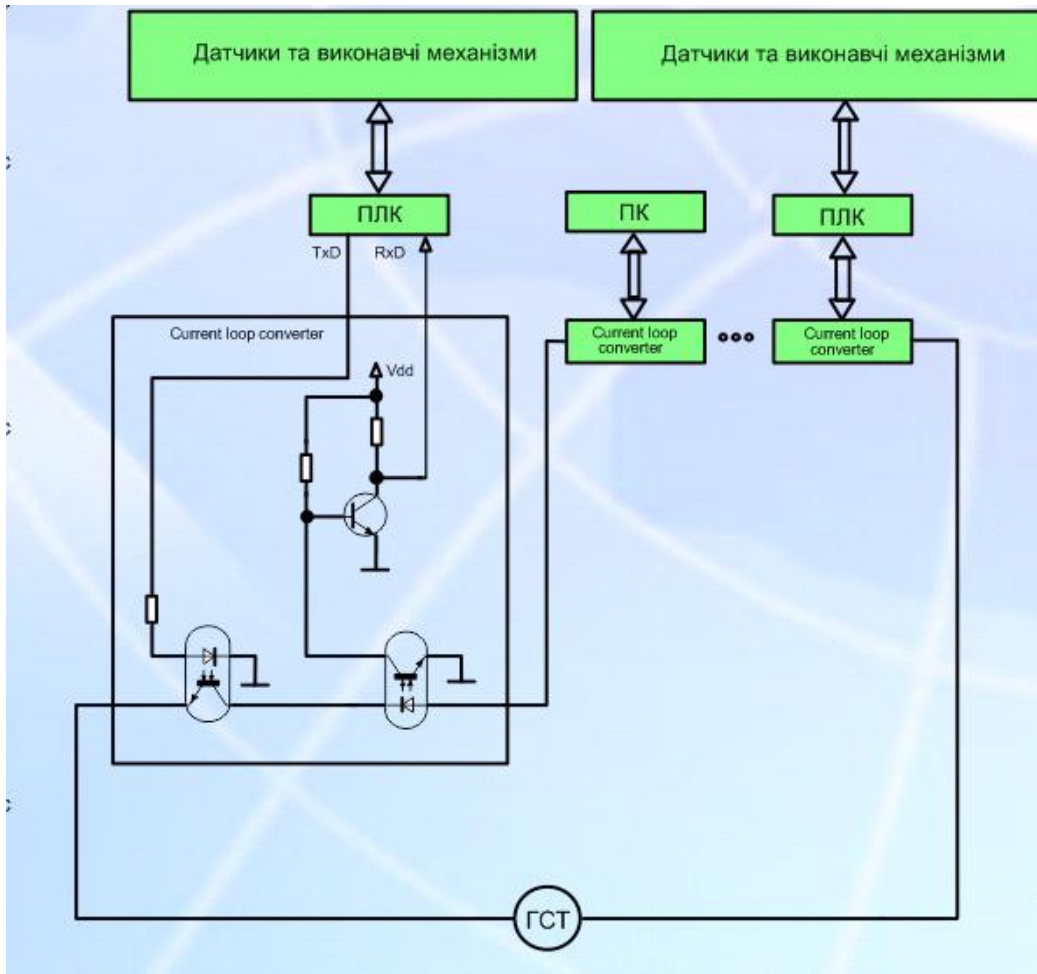


Рисунок 2.4 – Схема підключення пристроїв по інтерфейсу струмова петля

Як видно зі схеми кожен вузол може приймати дані, які він сам і передає. Обрив лінії фіксується програмно, якщо в плині певного часу стандартом передачі на лінії буде присутній струм 0 мА або 0-0,8В на вході приймача UART.

Якщо на лінії довгий час відповідно до стандарту знаходиться логічна одиниця, то передавач може почати передачу. Якщо передавач почав передачу, а приймач приймає недостовірні дані – це свідчить про виникнення колізії на лінії, і усі передавачі закінчують передачу. Відновлення передачі поновиться після звільнення лінії. Інформація при такому способі передачі приймається усіма вузлами. Кожен вузол має унікальний ідентифікаційний номер, по якому і визначається приналежність інформації конкретному вузлу.

Відмінністю такої схеми включення вузлів для інтерфейсу струмова петля від інтерфейсу RS232 є дуже велика довжина лінії зв'язку, який обмежений тільки ємністю кабелю.

2.1.4 Рівні сигналів

На практиці застосовується стандарт 4-20 мА і 0-20 мА передачі інформації по струмовій петлі.

При передачі логічної одиниці в лінії (стандарт 4-20 мА) протікає струм величиною 20 мА, а логічному нулю відповідає струм в лінії рівний 4 мА. Відсутність струму означає обрив лінії. Тому вихідний каскад передавача "струмової петлі" є простий транзисторний ключ, у якого ланцюг емітера і колектора шунтують резистором. Відповідні значення струму представлені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Значення струму на шині струмової петлі

| Рівень | Струм, мА |
|------------|-----------|
| Логічний 0 | 4 |
| Логічний 1 | 20 |
| Обрив | 0 |

При передачі логічної одиниці в лінії (стандарт 0-20 мА) протікає струм величиною 20 мА, а логічному нулю відповідає струм в лінії рівний 0 мА. Відсутність струму в лінії тривалий час означає обрив лінії. Відповідні значення струму представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Значення струму на шині струмової петлі 0-20

| Рівень | Струм, Ма |
|------------|----------------|
| Логічний 0 | 0 |
| Логічний 1 | 20 |
| Обрив | 0 тривалий час |

2.1.5 Відстані передачі

Довжина кабелю впливає на максимальну швидкість передачі інформації (табл. 2.3). Довший кабель має велику ємність і відповідно для забезпечення надійної передачі необхідно зменшувати швидкість передачі інформації. У свою чергу, довжина лінії впливає на швидкодію, яка обмежується швидкістю заряду ємності кабелю від джерела струму. Наприклад, при погонній ємності кабелю 75 пФ/м і довжині 1 км ємність кабелю складе 75 нФ. Для заряду такої ємності від джерела струму 20 мА до напруги 5 В потрібний час 19 мкс, що відповідає швидкості передачі близько 9 кбіт/с.

Таблиця 2.3 – Залежність швидкості передачі даних від довжини кабеля типу UTP/CAT5e 4p PVC при $U_{живл.}=24В$

| Швидкість, кбіт/с | Довжина, м |
|-------------------|------------|
| 1200 | 1000 |
| 2400 | 800 |
| 4800 | 600 |
| 9600 | 200 |
| 19200 | 100 |
| 38400 | 70 |
| 57600 | 40 |
| 115200 | 1 |

2.1.6 Передача даних

Кожен байт даних в цьому випадку передається послідовно, біт за бітом, починаючи з молодшого розряду. Для забезпечення вірного прийому байти доповнюються службовими бітами, утворюючи кадри передачі. На рис. 2.5 представлений формат такого кадру для інтерфейсу струмова петля, який повністю співпадає з інтерфейсом RS232C.

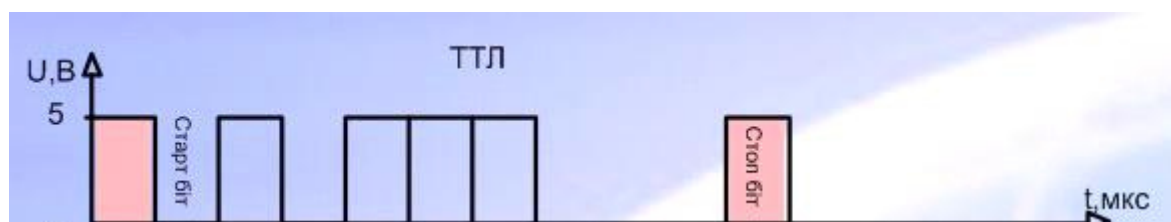


Рисунок 2.5 – Формат кадру інтерфейсу струмова петля

Термінологія, що описує формат кадру, успадкована від телеграфного зв'язку, де уперше була застосована послідовна передача. У початковому стані по лінії послідовної передачі протікає струм 20 мА, який відповідає логічній одиниці. Цей стан називається – MARK. Перехід струму на лінії до нульового рівня (логічний нуль) означає появу стартового біта кадру передачі. Цей стан називається – SPACE. Мікросхеми комутаційних портів, універсальні асинхронні прийомо-передавачі для підвищення завадостійкої аналізують стан лінії в середині тривалості бітів, що приймаються. Перехід вхідного струму від високого рівня до низького запускає відлік часу затримки на половину тривалості стартового імпульсу. Величина затримки залежить від встановленої швидкості обміну. Якщо після закінчення часу затримки низький рівень струму ще присутній, то фіксується стартовий біт. Біти, що далі приймаються, фіксуються через затримку, рівну повній тривалості імпульсів і відлічувану від середини попереднього імпульсу.

Швидкість обміну вибирається зі стандартного ряду від 110 до 115200 бод. У техніці зв'язку загальна швидкість передачі на лінії вимірюється в бодах, число несучих тактів в секунду. У загальному випадку за допомогою одного бода можна передавати декілька біт (цей прийом використовується в багатьох стандартах передачі), але на виході комутаційного порту персонального комп'ютера один бод дорівнює одному біту. Інформаційна швидкість (біт/сек) завжди нижча, оскільки передаваний байт передається разом із службовими бітами. Контрольний біт дозволяє виявляти деякі помилки передачі. Для цього він встановлюється або в логічний нуль, або в логічну одиницю, залежно від числа логічних одиниць або нулів в передаваному байті. Конкретний тип контролю передачі вибирається програмуванням відповідного регістра мікросхеми комутаційного порту. Стоповий біт або біти мають рівень MARK і завершують кадр послідовної передачі. Проміжок між кадрами можна розглядати як декілька стопових бітів. Якщо лінія знаходиться в такому стані більше певного часу, то фіксується сигнал BREAK – сигнал розриву зв'язку. Нині цей сигнал практично не застосовується.

2.2 Завдання

2.2.1. Відповідно до номера варіанту встановити на передавачі інтерфейс LOOP і передаваний інформаційний байт в десятковій формі (номер за списком в журналі).

2.2.2. Встановити на приймачі інтерфейс LOOP і переконається в правильному прийомі інформаційного байта (цифри на приймачі і передавачі мають бути однакові).

2.2.3. Підключити виводи інтерфейсу струмова петля до осцилографа і зняти осцилограму сигналу.

2.2.4. Проаналізувати результати.

2.2.5. Зробити висновки.

2.3 Вимоги до звіту

2.3.1. Назва учбової дисципліни, лабораторної роботи.

2.3.2. П.І.Б. студента, група.

2.3.3. Мета лабораторної роботи.

2.3.4. Початкові дані згідно з варіантом завдання.

2.3.5. Осцилограма інтерфейсних сигналів

2.3.6. Аналіз осцилограми

2.3.7. Висновки.

2.4 Контрольні питання

- 1) В яких одиницях вимірюється швидкість передачі даних?
- 2) Яка максимальна швидкість обміну інформацією в інтерфейсі струмова петля?

- 3) Яка максимальна ємність інтерфейсного кабелю?
- 4) Як формується посилка даних інтерфейсу струмова петля?
- 5) Як відбувається синхронізація передачі струмова петля?
- 7) Де застосовується даний інтерфейс?
- 8) Які недоліки інтерфейсу струмова петля?

2.5 Приклад виконання дослідницької частини лабораторної роботи

Відповідно до варіанту на передавальному напівкомплекті натискаючи на верхню ліву кнопку встановлюємо інтерфейс LOOP і за допомогою кнопок, що знаходяться праворуч встановлюємо передаване число в десятковій формі. Внизу ліворуч знаходиться кнопка скидання (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – Передавальний напівкомплект

Потім на приймальному напівкомплекті, який зображений на рис. 2.7, за допомогою верхньої лівої кнопки вибираємо режим LOOP. У режимі приймача на екрані відображуватиметься число, що приймається, в десятковій формі.



Рисунок 2.7 – Приймаючий напівкомплект

Потім підключаємо до лінії осцилограф і за допомогою підготовлених заздалегідь провідників. Знімаємо отриману осцилограму. Прийнята осцилограма зображена на рис. 2.8.

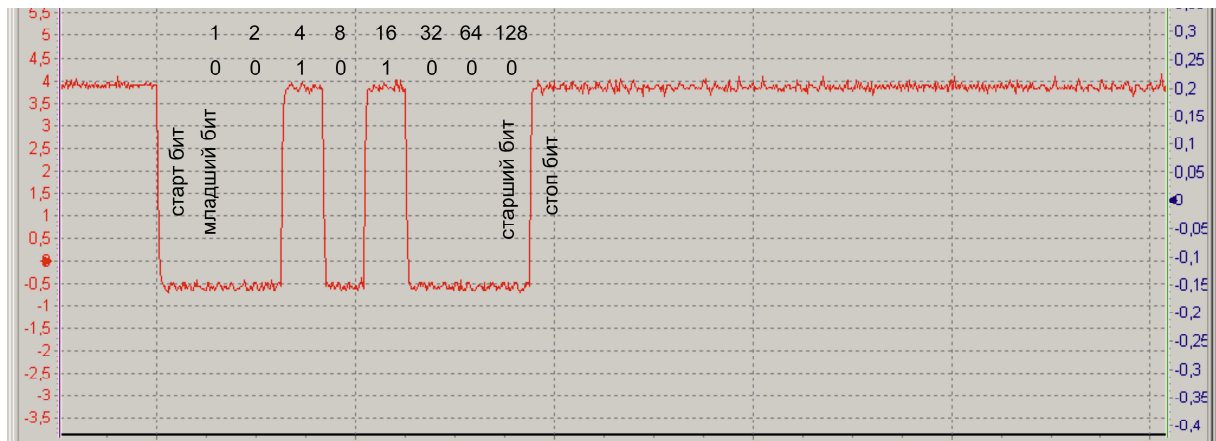


Рисунок 2.8 – Прийнята осцилограма

Повідомлення починається зі старту біта. За ним йде 8 біт даних молодшим бітом вперед. У нашому випадку ми прийняли 00010100b і відповідно до 20 в десятковій формі. Біт парності в нашому випадку відсутній. Завершує повідомлення стоп біт. Передача ведеться молодшим бітом вперед.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема: Інтерфейс RS485. Асинхронний режим передачі

Мета: Вивчити принцип функціонування протоколу передачі інформації

3.1 Теоретичні відомості

3.1.1 Призначення RS485

Інтерфейс RS485 – широко поширений високошвидкісний і завадостійкий промисловий послідовний інтерфейс передачі даних. Практично усі сучасні комп'ютери в промисловому виконанні, більшість інтелектуальних датчиків і виконавчих пристроїв, програмовані логічні контролери разом з традиційним інтерфейсом RS232 містять у своєму складі ту або іншу реалізацію інтерфейсу RS485.

3.1.2 Стандарт

RS485 (Recommended Standard 485 або EIA/TIA-485-A) – рекомендований стандарт передачі даних по двопровідному напівдуплексному багатоточковому послідовному симетричному каналу зв'язку. Спільна розробка асоціацій Electronic Industries Alliance (EIA) і Telecommunications Industry Association (TIA). Стандарт описує тільки фізичні рівні передачі сигналів (тобто тільки 1-й рівень моделі взаємозв'язку відкритих систем OSI). Стандарт не описує програмну модель обміну і протоколи обміну. RS485 створювався для розширення фізичних можливостей інтерфейсу RS232 по передачі двійкових даних.

3.1.3 Технічні характеристики RS485

Допустиме число приймачів (драйверів) 32.

Максимальна довжина лінії зв'язку 1200 м (4000ft).

Максимальна швидкість передачі 10 Мбіт/с.

Мінімальний вихідний сигнал драйвера $\pm 1,5$ В.

Максимальний вихідний сигнал драйвера ± 5 В.

Максимальний струм короткого замикання драйвера 250 мА.

Вихідний опір драйвера 54 Ом.

Вхідний опір драйвера 12 кОм.

Допустимий сумарний вхідний опір 375 Ом.

Діапазон нечутливості до сигналу ± 200 мВ.

Рівень логічної одиниці (U_{ab}) $> +200$ мВ.

Рівень логічного нуля (U_{ab}) < -200 мВ.

Вхідний опір для деяких приймачів може бути більше 12 кОм (одиничне навантаження). Наприклад, 48 кОм (1/4 одиничні навантаження) або 96 кОм

(1/8), що дозволяє збільшити кількість приймачів до 128 або 256. При різних вхідних опорах приймачів необхідно, щоб загальний вхідний опір був не менше 375 Ом.

3.1.4 Позначення і підключення пристроїв

Тип з'єднувачів і распайка також не обмовляються стандартом. Зустрічаються з'єднувачі DB9, клемні з'єднувачі і так далі. На рис. 3.1 зображена локальна мережа на основі інтерфейсу RS485, що об'єднує декілька приймачів. При підключенні слід правильно приєднати сигнальні ланцюги, зазвичай звані А і В. Переполюсовка не зіпсує прилад, але пристрій працювати не буде. Кращим середовищем передачі сигналу є кабель на основі витої пари. Кінці кабелю мають бути заглушені термінальними резисторами (зазвичай 120 Ом). Мережа має бути прокладена по топології шини, без відгалужень. Пристрої слід підключати до кабелю дротами мінімальної довжини. Вита пара є оптимальним рішенням для прокладення мережі, оскільки має найменше паразитне випромінювання сигналу і добре захищена від наведень. В умовах підвищених зовнішніх перешкод застосовують кабелі з екранованою витою парою, при цьому екран кабелю сполучають із захисною "землею" пристрою. Термінальні резистори забезпечують узгодження "відкритого" кінця кабелю з іншою лінією, усуваючи віддзеркалення сигналу. Номінальний опір резисторів відповідає хвильовому опорі кабелю, і для кабелів на основі витої пари зазвичай складає 100-120 Ом. Наприклад, широко поширений кабель UTP5, використовується для прокладення Ethernet, має хвильовий опір (імпеданс) 100 Ом. Спеціальні кабелі для RS485 марки Belden 9841...9844 мають хвильовий опір 120 Ом. Для іншого типу кабелю може бути потрібен інший номінал. Резистори можуть бути запаяні на контакти кабельних роз'ємів у кінцевих пристроїв. Іноді резистори бувають змонтовані в самому пристрої і для підключення резистора треба встановити перемичку. В цьому випадку при від'єднанні пристрою лінія розузгоджується, і для нормальної роботи іншої системи вимагається підключення заглушки, що погоджує.

Залежно від швидкості передачі і необхідної довжини кабелю можна використовувати або спеціально спроектований для інтерфейсу RS485 кабель, або практично будь-яку пару дротів. Кабель, спроектований спеціально для інтерфейсу RS485, є витою парою з хвильовим опором 120 Ом. Для зменшення випромінюваних завад та перешкод, що приймаються, важлива велика кількість витків на одиницю довжини кабелю, а також ідентичність параметрів усіх дротів. При використанні неізольованих трансиверів інтерфейсу окрім сигнальних дротів в кабелі необхідно передбачити ще одну виту пару для ланцюгів заземлення інтерфейсних пристроїв, що сполучаються. За наявності гальванічної ізоляції інтерфейсів цього робити не треба. Кабелі можуть бути екранованими або ні. Без експерименту дуже важко вирішити, чи потрібний екран. Проте, враховуючи, що вартість екранованого кабелю не набагато вище, краще завжди використовувати кабель з екраном.

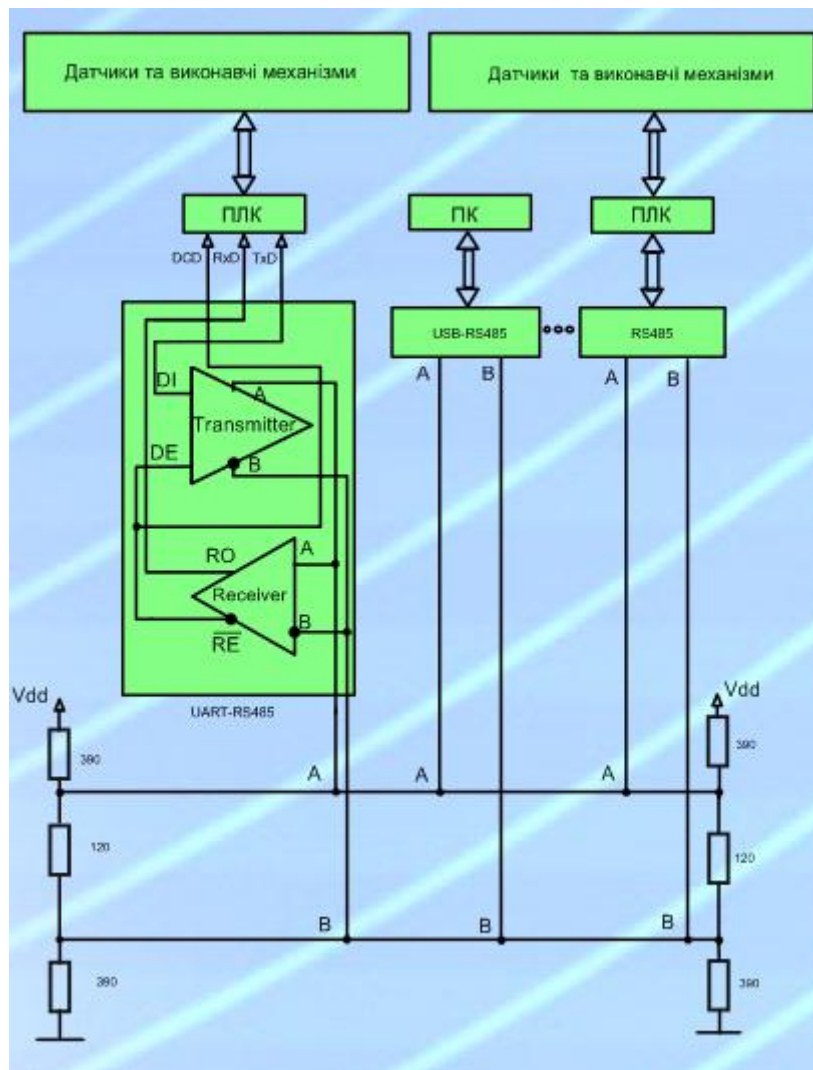


Рисунок 3.1 – Підключення пристроїв

Коли передавачі усіх пристроїв, підключених до лінії, знаходяться в третьому (високоомному) стані, логічний стан лінії і входів усіх приймачів не визначений. Щоб усунути цю невизначеність, неінвертуючий вхід приймача сполучають через резистор з шиною живлення, а інверсний вхід – з шиною "землі". Величини резисторів вибирають такими, щоб напруга між входами стала більше порогу спрацьовування приймача (+200 мВ). Оскільки ці резистори виявляються підключеними паралельно лінії передачі, то для забезпечення узгодження лінії з інтерфейсом необхідно, щоб еквівалентний опір на вході лінії дорівнював 120 Ом. Наприклад, якщо резистори, використовувані для усунення невизначеності стану лінії, мають опір 450 Ом кожен, то резистор для узгодження лінії повинен мати номінал 130 Ом, тоді еквівалентний опір ланцюга дорівнюватиме 114-120 Ом. Для того, щоб знайти диференціальну напругу лінії в третьому стані усіх передавачів (рис. 3.2), треба врахувати, що до протилежного кінця лінії в стандартній конфігурації підключений ще один резистор опором 120 Ом і до 32 приймачів з вхідним диференціальним опором 12 кОм. Тоді при напрузі живлення 5В

диференціальна напруга лінії дорівнюватиме +272 мВ, що задовольняє вимоги стандарту.

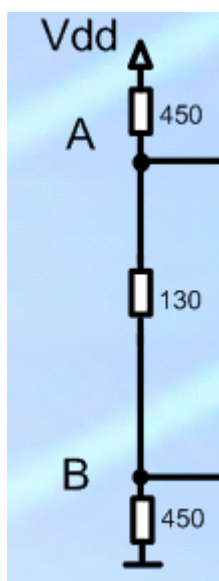


Рисунок 3.2 – Усунення стану невизначеності

3.1.5 Топологія мережі на основі інтерфейсу RS485

Топологія мереж на основі інтерфейсу RS485 визначається необхідністю усунення віддзеркалень в лінії передачі. Оскільки віддзеркалення походять від будь-якої неоднорідності, у тому числі відгалужень від лінії, то єдино правильною топологією мережі буде така, яка виглядає як єдина лінія без відведень, до якої не більше ніж в 32 точках підключені пристрої з інтерфейсом RS485. Будь-які варіанти, в яких лінія має довгі відведення або з'єднання декількох кабелів в одній точці (рис. 1), призводять до віддзеркалень і зниження якості передачі. Проте сказане справедливе тільки для високих швидкостей передачі (більше 9600 біт/с), коли ефекти віддзеркалення впливають на достовірність передачі. Для низьких швидкостей довжина відведення може бути довільною. Якщо існує необхідність розгалуження лінії, то це можна зробити за допомогою повторювачів інтерфейсу або концентратора. Повторювачі дозволяють розділити лінію на сегменти, в кожному з яких виконуються умови узгодження за допомогою двох термінальних резисторів і не виникають ефекти, пов'язані з віддзеркаленнями від кінців лінії, а довжина відведення від лінії до повторювача завжди може бути зроблена досить малою.

3.1.6 Рівні сигналів

Інтерфейс RS485 використовує балансну (диференціальну) схему передачі сигналу. Це означає, що рівні напруги на сигнальних ланцюгах А і В міняються в протифазі, як показано на приведеному нижче рис. 3.3.

Передавач повинен забезпечувати рівень сигналу 1,5 В при максимальному навантаженні (32 стандартні входи і 2 термінальні резистори) і не більше 6 В на холостому ходу. Рівні напруги вимірюють диференційно, один сигнальний дріт відносно іншого.

На стороні приймача RS485 мінімальний рівень сигналу, що приймається, має бути не менше 200 мВ.

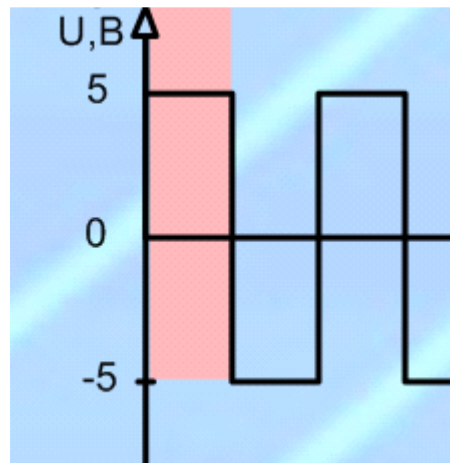


Рисунок 3.3 – Рівні сигналів інтерфейсу RS485

У основі побудови інтерфейсу RS485 лежить диференціальний спосіб передачі сигналу, коли напруга, відповідна рівню логічної одиниці або нуля, відлічується не від "землі", а вимірюється як різниця потенціалів між двома передавальними лініями: Data+ і Data -. При цьому напруга кожної лінії відносно "землі" може бути довільною, але не повинно виходити за діапазон від -7 до +12 В.

Приймачі сигналу є диференціальними, тобто сприймають тільки різницю між напругою на лінії Data+ і Data -. При різниці напруги більше 200 мВ, до +12 В вважається, що на лінії встановлено значення логічної одиниці, при напрузі менш -200 мВ, до -7 В – логічного нуля. Диференціальна напруга на виході передавача відповідно до стандарту має бути не менше 1,5 В, тому при порозі спрацьовування приймача 200 мВ перешкода (у тому числі падіння напруги на омичному опорі лінії) може мати амплітуду 1,3 В над рівнем 200 мВ. Такий великий запас потрібний для роботи на довгих лініях з великим омичним опором. Фактично, саме цей запас по напрузі і визначає максимальну довжину лінії зв'язку (1200 м) при низьких швидкостях передачі (менше 100 кбіт/с).

Завдяки симетрії ліній відносно "землі" в них наводяться перешкоди, близькі за формою і величиною. У приймачі з диференціальним входом сигнал виділяється шляхом віднімання напруги на лініях, тому після віднімання напруга перешкоди виявляється рівною нулю. У реальних умовах, коли існує невелика асиметрія ліній і навантажень, перешкода пригнічується не повністю, але ослабляється істотно.

Для мінімізації чутливості лінії передачі до електромагнітного наведення використовується вита пара дротів. Струми, що наводяться в сусідніх витках

внаслідок явища електромагнітної індукції, за "правилом буравчика" виявляються спрямованими один назустріч одному і взаємно компенсуються. Міра компенсації визначається якістю виготовлення кабелю і кількістю витків на одиницю довжини.

3.1.7 Відстані і швидкість передачі

Довжина кабелю впливає на максимальну швидкість передачі інформації. Довший кабель має велику ємність і відповідно для забезпечення надійної передачі необхідно зменшувати швидкість передачі інформації. У табл. 3.1. відображена залежність швидкості передачі від довжини кабелю.

Таблиця 3.1 – Залежність швидкості передачі даних від довжини кабелю

| Швидкість, кбіт/с | Довжина, м |
|-------------------|------------|
| 10000 | 10 |
| 1000 | 100 |
| 500 | 120 |
| 100 | 10000 |

При низькій швидкості передачі і при постійному струмі велику роль грає падіння напруги на омичному опорі кабелю. Так, стандартний кабель для інтерфейсу RS485 перерізом 0,35 кв.мм має активний опір $48,5 * 2 = 97$ Ом при довжині 1 км. При термінальному резисторі 120 Ом кабель виконує роль дільника напруги з коефіцієнтом ділення 0,55, тобто напруга на виході кабелю буде приблизно в 2 рази менше, ніж на його вході. Цим обмежується допустима довжина кабелю при швидкості передачі менше 100 кбіт/с. На вищих частотах допустима довжина кабелю зменшується зі зростанням частоти і обмежується втратами в кабелі і ефектом тремтіння фронту імпульсів. Втрати складаються з падіння напруги на омичному опорі провідників, який на високих частотах зростає за рахунок витіснення струму до поверхні (скін-ефект) і втрат в діелектриці. Приміром, послаблення сигналу в кабелі Belden 9501PVC складає 10 дБ (3,2 разу) на частоті 20 МГц і 0,4 дБ (на 4,7%) на частоті 100 кГц при довжині кабелю 100 м. Параметр тремтіння фронту імпульсів визначається так: на вхід лінії подається псевдовипадкова двійкова послідовність імпульсів, мінімальна ширина яких відповідає заданій швидкості передачі, до виходу підключається осцилограф. Якщо до моменту приходу чергового імпульсу перехідний процес, викликаний попереднім імпульсом, не устигає встановитися, то "хвіст" попереднього імпульсу складається з початком чергового, що призводить до зрушення точки перетину імпульсами нульового рівня на вході диференціального приймача. Величина зрушення залежить від ширини імпульсів і тривалості паузи між ними. Тому, коли на вхід лінії подають псевдовипадкову двійкову послідовність імпульсів, то на осцилографі, підключеному до виходу лінії, описане зрушення проявляється як розмитість

або тремтіння фронтів імпульсів, накладених один на одний. Це тремтіння обмежує можливість розпізнавання логічних рівнів і швидкість передачі інформації. Величина тремтіння оцінюється у відсотках відносно ширини найкоротшого імпульсу. Чим більше тремтіння, тим важче розпізнати сигнал і тим нижче достовірність передачі. Стандарт RS485 допускає підключення не більше 32 приймачів до одного передавача. Ця величина обмежується потужністю вихідного каскаду передавача при стандартному вхідному опором приймача 12 кОм. Кількість навантажень (приймачів) може бути збільшена за допомогою потужніших передавачів, приймачів з великим вхідним опором і проміжних ретрансляторів сигналу (повторювачів інтерфейсу). Усі ці методи використовуються на практиці, коли це необхідно, хоча вони виходять за рамки вимог стандарту. В деяких випадках вимагається з'єднати пристрої на відстані більше 1200 м або підключити до однієї мережі більше 32 пристроїв. Це можна зробити за допомогою повторювачів (репітерів, ретрансляторів) інтерфейсу. Повторювач встановлюється між двома сегментами лінії передачі, приймає сигнал одного сегменту, відновлює fronti імпульсів і передає його за допомогою стандартного передавача в другий сегмент. Такі повторювачі зазвичай є двонаправленими і мають гальванічну ізоляцію. Кожен повторювач дозволяє додати до лінії 31 стандартний пристрій і збільшити довжину лінії на 1200 м

Поширеним методом збільшення числа навантажень лінії є використання приймачів з більш високоомним входом, ніж передбачено стандартом EIA/TIA-485 (12 кОм). Наприклад, при вхідному опорі приймача 24 кОм до стандартного передавача можна підключити 64 приймачі. Вже випускаються мікросхеми трансиверів для інтерфейсу RS485 з можливістю підключення 64, 128 і 256 приймачів в одному сегменті мережі. Слід зазначити, що збільшення кількості навантажень шляхом збільшення вхідного опору приймачів призводить до зменшення потужності передаваного по лінії сигналу, і, як наслідок, до зниження завадостійкості.

3.1.8 Передача даних

Стандарт не нормує формат інформаційних кадрів і протокол обміну. Найчастіше для передачі байтів даних використовуються ті ж фрейми, що і в інтерфейсі RS232.

Один пристрій на магістралі є ведучим (master) і ініціює обмін посилкою запитів веденим пристроям (slave), які розрізняються логічними адресами. Одним з популярних протоколів є протокол Modbus RTU.

У мережі на основі інтерфейсу RS485 може бути ситуація, коли включено два передавачі одночасно. Якщо при цьому один з них знаходиться в стані логічної одиниці, а другий – в стані логічного нуля, то від джерела живлення на землю тече струм великої величини, обмежений тільки низьким опором двох відкритих транзисторних ключів. Цей струм може вивести з ладу транзистори вихідного каскаду передавача або викликати спрацьовування їх схеми захисту.

Така ситуація можлива не лише при грубих помилках в програмному забезпеченні, але і у разі, якщо неправильно встановлена затримка між моментом виключення одного передавача і включенням іншого. Ведений пристрій не повинен передавати дані до тих пір, поки ведучий не закінчить передачу. Повторювачі інтерфейсу повинні визначати початок і кінець передачі даних і відповідно до них переводити передавач в активний або третій стан.

Перед початком видачі посилки треба включити передавач. Хоча деякі джерела стверджують, що видачу можна починати відразу після включення, рекомендується витримати паузу, рівну або більшу тривалості передачі одного фрейма (включаючи стартовий і стоповий біти). В цьому випадку правильна програма прийому устигає виявити помилки перехідного процесу, нормалізуватися і підготуватися до прийому першого байта даних.

Після видачі останнього байта даних слід також витримати паузу перед виключенням передавача RS485. Це пов'язано з тим, що контролер послідовного порту зазвичай має два регістри: паралельний вхідний для прийому даних і вихідний здвиговий для послідовного виводу.

Переривання по передачі контролер формує при спустошенні вхідного регістра, коли дані вже поміщені в здвиговий регістр, але ще не видані. Тому з моменту переривання до виключення передавача треба витримати паузу. Орієнтовна тривалість паузи – на 0,5 біта довша за фрейм, для точного розрахунку слід уважно вивчити документацію на контролер послідовного порту.

Оскільки передавач і приймач інтерфейсу RS485 підключені до однієї лінії, то власний приймач "чути" передачу свого ж передавача. Іноді в системах з довільним доступом до лінії цю властивість використовують для перевірки відсутності "зіткнень" двох передавачів. У системах, що працюють за принципом "ведучий-ведений", на час передачі краще просто закрити переривання від приймача.

На рис. 3.4 показаний приклад передачі даних по протоколу RS485. Осцилограми в лініях А і В показані відносно загального дроту. Осцилограма диференціальної напруги на вході диференціального підсилювача показана лінія А відносно лінії В. Як видно з осцилограм протокол передачі нічим не відрізняється від передачі за допомогою протоколу RS232.

У режимі простою, коли по лінії нічого не передається, вона знаходиться в стані логічної одиниці. Початок передачі означають передачею стартового біта, який завжди дорівнює нулю. Потім йде передача восьми біт даних. Завершує послілку біт парності і стоповий біт. У нашому прикладі біт парності відсутній. Потрібно відмітити, що стоповий біт може займати 1, 1.5, і 2 біта і більш. Стоповий біт дорівнює логічній одиниці.

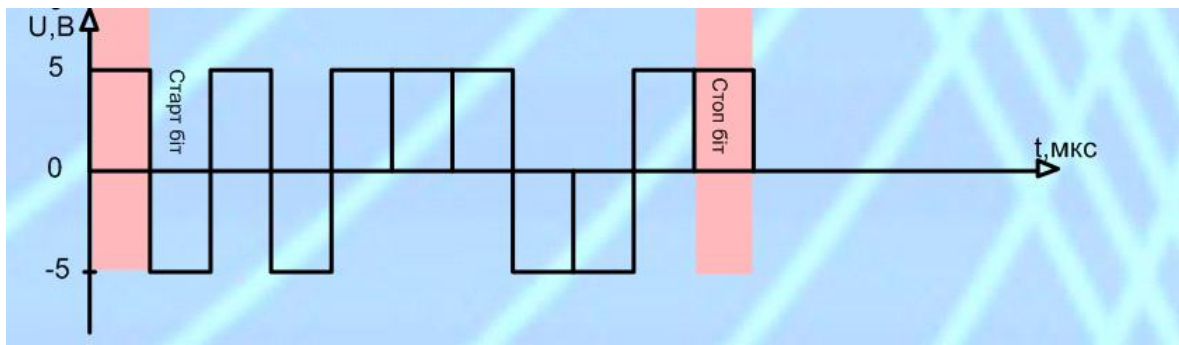


Рисунок 3.4 – Приклад передачі даних по протоколу RS485

3.2 Завдання

3.2.1. Відповідно до номера варіанту встановити на передавачі інтерфейс RS485 і передаваний інформаційний байт в десятковій формі (номер за списком в журналі).

3.2.2. Встановити на приймачі інтерфейс RS485 і переконатися в правильному прийомі інформаційного байта (цифри на приймачі і передавачі мають бути однакові).

3.2.3. Підключити виводи А і В інтерфейсу RS485 до осцилографа і зняти осцилограму сигналу.

3.2.4. Проаналізувати результати.

3.2.5. Зробити висновки.

3.3 Вимоги до звіту

3.3.1. Назва учбової дисципліни, лабораторної роботи.

3.3.2. П.І.Б. студента, група.

3.3.3. Мета лабораторної роботи.

3.3.4. Початкові дані згідно з варіантом завдання.

3.3.5. Осцилограма інтерфейсних сигналів.

3.3.6. Аналіз осцилограми.

3.3.7. Висновки.

3.4 Контрольні питання

- 1) В яких одиницях вимірюється швидкість передачі даних в RS485?
- 2) Яка максимальна швидкість обміну інформацією в інтерфейсі RS485?
- 3) Яка максимальна ємність інтерфейсного кабелю?
- 4) Як формується посилка даних інтерфейсу RS485?
- 5) Як відбувається синхронізація передачі даних?
- 6) Де застосовується цей інтерфейс?
- 7) Які недоліки інтерфейсу RS485?

3.5 Приклад виконання дослідницької частини лабораторної роботи

Відповідно до варіанту на передавальному напівкомплекті, натискаючи на верхню ліву кнопку встановлюємо інтерфейс RS485 і за допомогою кнопок, що знаходяться справа встановлюємо передаване число в десятковій формі. Внизу ліворуч знаходиться кнопка скидання (рис. 3.5).

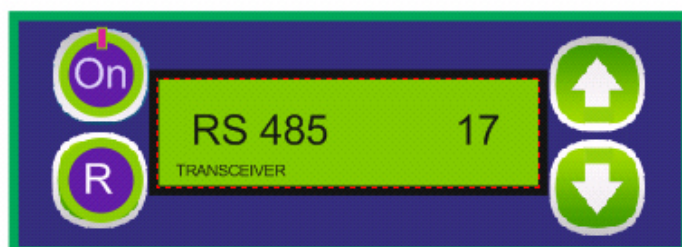


Рисунок 3.5 – Передавальний напівкомплект

Потім на приймальному напівкомплекті, який зображений на рис. 3.6, за допомогою верхньої лівої кнопки вибираємо режим RS485. У режимі приймача на екрані відображатиметься число, що приймається, в десятковій формі.

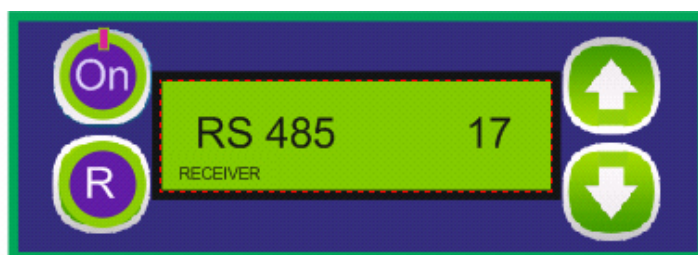


Рисунок 3.6 – Приймаючий напівкомплект

Потім підключаємо до лінії А і В осцилограф і за допомогою підготовлених заздалегідь провідників знімаємо отриману осцилограму лінії А відносно лінії В. Прийнята осцилограма зображена на рис. 3.7.

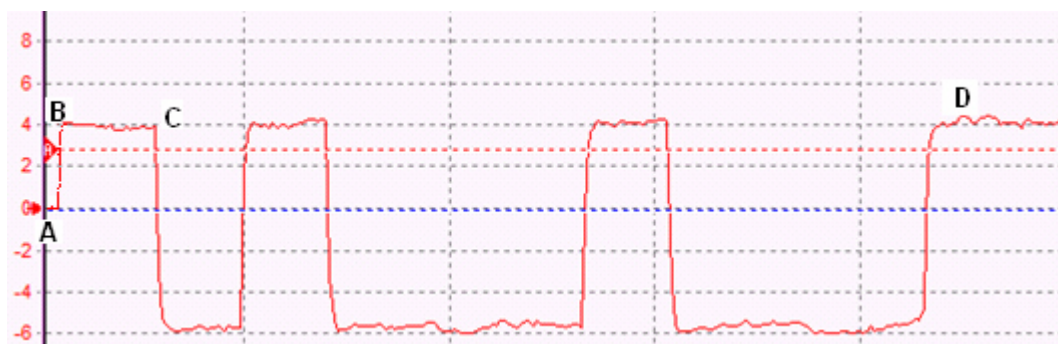


Рисунок 3.7 – Прийнята осцилограма

Як бачимо на частині А осцилограми, зображеної на рис. 3.7, усі транзисторні ключі замкнуті (рис. 3.8), і в лінії струм не протікає. Лінія вільна.

На практиці це називається невизначеністю. Якщо передавачів багато радять вводити підтяжку лінії, про що говорилося вище.

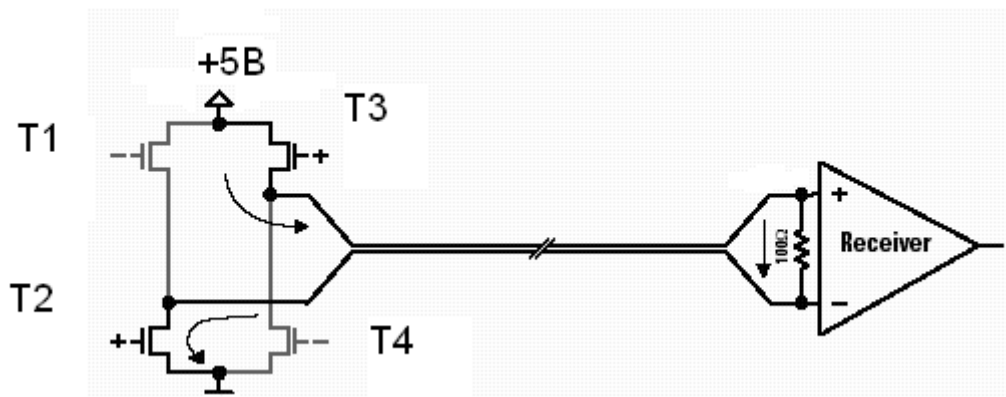


Рисунок 3.8 – H міст і приймач сигналів

На частині В осцилограми бачимо, що в лінії з'явилася позитивна напруга, це означає, що передавач включений і скоро почне передавати інформацію. В цьому випадку відкритими є транзисторні ключі T3 і T2. Ключ T3 тягне лінію А до плюс 5 вольтам, а T2 до "землі". Далі слідує старт біт, відрізок осцилограми С. Лінія А провалюється в нуль, а на лінії В з'являється плюс 5 вольт. Ключі T1 і T2 відкриті. Далі слідує 8 біт даних, біт парності (не використовується), стоп біт(частина D осцилограми), і потім передавач відключається.

У нашому випадку ми прийняли 00010 001b і відповідно 17 в десятковій формі. Передача ведеться молодшим бітом вперед.

Список використаної літератури

1. Гук М. Апаратні засоби IBM PC: Енциклопедія. 2-е видавництво – СПб.: Пітер Кому, 2001.
2. Гук М. Апаратні засоби IBM PC: Енциклопедія. – СПб.: Пітер Кому, 1998.
3. Гук М. Інтерфейси ПК : Довідник. – СПб.: Пітер Кому, 1999.
4. Гук М. Апаратні інтерфейси ПК. Енциклопедія. – СПб.: Пітер, 2002. – 528 с.
5. Ан П. Сполучення ПК із зовнішніми пристроями: Пер. з англ. – М.: ДМК Прес, 2001. – 320 с.
6. Локотков А. Інтерфейси послідовної передачі даних. Стандарти EIA RS-422A/RS-485 // СТА. № 3,1997.
7. П.В. Агуров. Послідовні інтерфейси ПК. Практика програмування. програмування. БХВ–Пітербург, 2004 р.

Кожевников Антон Вячеславович
Зибалов Дмитро Сергійович
Іщук Павло Олександрович
Шевченко Владислав Іванович
Надточий Володимир Валентинович

ПРОМИСЛОВІ ІНТЕРФЕЙСИ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ

ОСНОВИ ЗБОРУ, ОБРОБКИ ТА ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт

студентами денної форми навчання
з освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальностями
151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології,
123 Комп'ютерна інженерія

Видано в редакції авторів

Підписано до друку 18.02.2019. Формат 30x42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,9.
Обл.-вид. арк. 1,9. Тираж 30 пр. Зам. №

Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.