

УДК 681.5

## СТАНДАРТ RS-485 І ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ ПОБУДОВІ РОЗГАЛУЖЕНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Ківа І. Л., Цветков А. О., Лісовець С. М.

Київський національний університет технологій та дизайну

*Розглянуто побудову промислових комп'ютерних мереж на основі стандарту RS-485 в складних промислових умовах експлуатації, які вирізняються широким діапазоном температур і відносних вологостей, а також високим рівнем електромагнітних завад. Показано, що для достовірного обміну даними необхідно враховувати і узгоджувати між собою багато параметрів як передавачів, так і приймачів сигналів, а також лінії зв'язку.*

**Ключові слова:** лінія зв'язку, конфліктна ситуація, коротке замикання, мережева топологія, протокол обміну даними, розгалужена система автоматизації, узгоджуючий резистор, формувач

Згідно із станом сучасних засобів автоматизації, переважна більшість комп'ютерів в промисловому виконанні оснащені засобами організації інформаційного обміну з використанням інтерфейсу RS-485 [1-3]. До них також можна віднести інтелектуальні вимірювальні перетворювачі фізичних величин (температури, тиску, рівня, витрат тощо), які самостійно перетворюють вимірювану фізичну величину в еквівалентний їй цифровий код. А також виконавчі механізми, які, навпаки, перетворюють цифровий код в відповідне йому переміщення механізмів, зміну витрат рідин або газів, зміну напруги або струму тощо. Особливістю стандарту RS-485 є те, що він встановлює вимоги тільки до електричних характеристик вихідних каскадів передавачів і вхідних каскадів приймачів апаратури обміну даними. Ті ж параметри апаратури обміну даними, які в стандарті RS-485 не зазначені, кожний з розробників може проектувати на свій розсуд – таким чином, може утворюватися певна несумісність між деякими елементами розгалужених систем автоматизації [4, 5].

Зокрема, стандартом RS-485 не визначена можливість об'єднання несиметричних і симетричних електричних ланцюгів. Також не визначені параметри якості сигналу, його рівень спотворень і рівень відбиття. Крім того, не визначений такий важливий параметр, як тип рознімачів при підключенні до лінії зв'язку. Немає в стандарті RS-485 інформації і про протокол обміну даними по лінії зв'язку. Таким чином, при побудові розгалужених систем автоматизації на основі стандарту RS-485 перед розробником відкривається широке поле для діяльності [4-6].



мають можливість переводити лінії А і В в так званий «третій стан» (тобто у відключений стан).

Однією з головних вимог при побудові промислових мереж є правильне екранування та заземлення лінії зв'язку, а також підключення захисних пристроїв. Наприклад, кабель Belden 3107A виробництва Belden Wire & Cable Company, спеціально призначений для побудови надійних промислових мереж на основі інтерфейсу RS-485, для захисту від електромагнітних завад має загальний екран з алюмінієво-поліефірної стрічки і мідного обплетення, а для вирівнювання електричних потенціалів між вузлами розгалужених систем автоматизації має багатожильний дренажний провід перерізом  $0,33 \text{ мм}^2$ , виконаний з мідних лужених провідників.

Необхідно зауважити, що використання повторювачів інтерфейсу RS-485 дозволяє об'єднувати різні промислові комп'ютерні мережі, досягаючи дуже великої кількості вузлів. Але у великих мережах з багаточисельними повторювачами і довгими лініями зв'язку помітним чинником стає затримка розповсюдження сигналу, і це може привести до неприйняттого зниження швидкості передачі даних. Загалом швидкість і достовірність обміну даними при побудові розгалужених систем автоматизації із застосуванням інтерфейсу RS-485 залежить від багатьох чинників. Одним з головних чинників є розміщення вузлів розгалуженої системи автоматизації і відстані між ними. Важливу роль грає тип кабелю, який застосовується для передачі даних (переважно це кручена пара), та правильне розміщення «термінальних» резисторів. Не останню роль також грає наявність електромагнітної інтерференції між провідниками лінії зв'язку, яка визначає рівень електромагнітних завад.

При виборі кабелю для інтерфейсу RS-485 необхідно враховувати такі його параметри, як хвильовий опір (зазвичай це 120 Ом), питома ємність між провідниками (зазвичай це  $(40...45) \text{ пФ/м}$ ), питома ємність між одним провідником і іншими провідниками, які з'єднані з екраном (зазвичай це  $(75...80) \text{ пФ/м}$ ), повний опір одного провідника (зазвичай це  $(40...80) \text{ Ом/км}$ ) і повний опір екрана (зазвичай це  $(4...12) \text{ Ом/км}$ ). Максимальна довжина лінії зв'язку при використанні інтерфейсу RS-485 (без повторювачів) складає приблизно 1200 м, а максимальна швидкість передачі даних – приблизно 10 Мбіт/с. Але такі показники не можуть бути отримані одночасно. Наприклад, при довжині лінії зв'язку 1200 м максимальна швидкість передачі даних

становить приблизно 100 кбіт/с. А при швидкості передачі даних 10 Мбіт/с максимальна довжина лінії зв'язку становить приблизно 12 м.

Узгоджуючі резистори повинні підключатися до лінії зв'язку в двох найбільш віддалених один від одного місцях підключення одиниць навантаження. Опір кожного узгоджуючого резистора повинен збігатися з хвилевим опором кабелю, який застосовується (переважно цей опір лежить в діапазоні від 100 до 120 Ом). Таким чином, правильно побудована промислова комп'ютерна мережа на основі інтерфейсу RS-485 на пряму впливає на продуктивність розгалужених систем автоматизації.

Така мережа зазвичай утримує декілька приймачів, декілька формувачів і узгоджуючі резистори. Кожний формувач повинен забезпечувати роботу на 32 одиниці навантаження (окрім узгоджуючих резисторів), кожне з яких можна представити сукупністю приймача і формувача (який знаходиться в пасивному стані). Необхідно зауважити, що оптимальним і найбільш надійним рішенням для побудови мережі на основі інтерфейсу RS-485 є застосування топологій послідовного ланцюжка (див. рис. 2, а; рис. 2, б та рис. 2, в). А топологій, які показані на рис. 2, г; рис. 2, д та рис. 2, е необхідно уникати [7, 8].

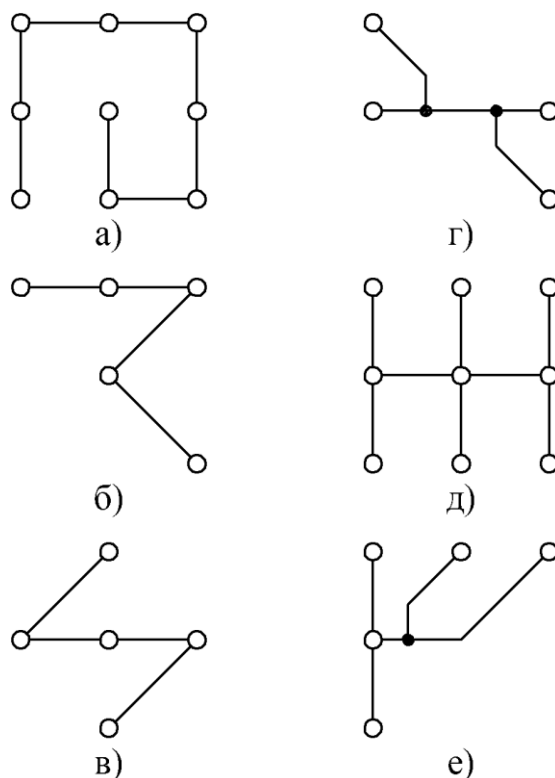


Рис. 2. Мережеві топології на основі інтерфейсу RS-485

### *Результати досліджень*

При побудові розгалужених систем автоматизації на основі стандарту RS-485 необхідно враховувати ряд дуже важливих факторів, які можуть напряму впливати на працеспроможність таких систем [8].

1. Наприклад, якщо різниця потенціалів між «землями» вузлів такої мережі виходить за межі допустимого стандартом RS-485 діапазону, необхідно застосовувати приймачі/передавачі із гальванічною ізоляцією.

2. Також, наприклад, необхідно уникати ситуації, коли всі формувачі мережі на основі стандарту RS-485 будуть переведені в високоімпедансний стан. Це приведе до того, що жодний з приймачів не зможе розпізнати свій вхідний сигнал ні як лог. 0, ні як лог. 1. Для уникнення такої ситуації рекомендується, що формувачі промислової мережі мали ланцюги зсуву рівня своїх виходів – тоді при переведенні всіх формувачів в високоімпедансний стан в такій мережі буде формуватися, наприклад, рівень лог. 0.

3. Крім того, наприклад, необхідно враховувати так званий максимально допустимий рівень спотворення сигналів. Для цього спочатку визначається мінімально допустимий інтервал часу між переходами сигналу, який передається формувачами, від лог. 0 до лог. 1 і від лог. 1 до лог. 0.

Якщо при переході між різними двійковим станами сигнал в лінії не встигає досягти рівня, який відповідає цьому двійковому стану, до появи переходу до наступного двійкового стану, то цей перехід з'явиться на вході приймача з деяким часовим зсувом – така ситуація приводить до виникнення спотворень між бітами даних, які передаються.

Для розв'язання цієї ситуації необхідно (задавшись максимально допустимим рівнем спотворення сигналів) враховувати відношення тривалості переднього фронту переходу (від одного двійкового стану до іншого) до тривалості одного інформаційного біта (від лог. 0 до лог. 1 або від лог. 1 до лог. 0) в точці підключення найбільш віддаленого приймача промислової мережі – і в залежності від результату порівняння обирати той або інший тип кабелю. Але можлива ситуація, коли кабель з необхідними характеристиками отримати неможливо, і тоді потрібно або скорочувати довжину лінії зв'язку, або знижувати швидкість передачі сигналів по лінії зв'язку.

4. Окремо необхідно відмітити наведення на лінію зв'язку електромагнітних завад, які можуть бути як внутрішніми (формуються складовими частинами розгалужених систем автоматизації), так і зовнішніми. Їх причинами можуть бути теплові шуми, електростатичні заряди, електромагнітні «бурі» (викликані потоком заряджених часток від

Сонця), електромагнітні завади від струмів в кабелях, радіочастотні завади від безпроводних засобів комунікацій (радіостанцій, телестанції, станцій мобільного зв'язку) тощо. В основному завади виникають внаслідок наявності резистивних, ємнісних і індуктивних зв'язків між провідниками лінії зв'язку і джерелами завад.

Основними способами боротьби із завадами є максимально можливе віддалення провідників лінії зв'язку від джерела завад, екранування кожного окремого провідника лінії зв'язку і лінії зв'язку в цілому, а також застосування провідників лінії зв'язку в вигляді крученої пари.

### ***Висновки***

В результаті розгляду стандарту RS-485 і параметрів ліній зв'язку на його основі, основною метою якого було вивчення можливості об'єднання між собою різних складових розгалужених систем автоматизації за допомогою надійного, швидкісного, зручного при обслуговуванні і ремонті каналу передачі даних, було отримано наступне.

Лінії зв'язку на основі стандарту RS-485 можуть забезпечити не дуже швидкісний, але надійний канал зв'язку на великі відстані між практично будь-якими сучасними складовими розгалужених систем автоматизації, використовуючи в якості таких ліній зв'язку лише кабель на основі неекранованої крученої пари. Причому для забезпечення необхідної надійності зв'язку потрібно виконання відносно нескладних операцій в вигляді вирівнювання потенціалів між «землями» вузлів такої лінії зв'язку, застосування зсуву рівня формувачів сигналів, враховування максимально допустимого рівня спотворення сигналів, боротьби з електромагнітними завадами.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. EIA RS-485-1983. Standard for differential multi-point data transmission. Electrical characteristics of generators and receivers for use in balanced digital-multipoint systems.
2. TIA Telecommunications System Bulletin. Application Guidelines for TIA/EIA-485-A. TSB-89-A (Revision of TSB-89). January 2006. Telecommunications Industry Association.
3. ISO 8482.1994. Information processing systems. Data communication. Twisted pair multipoint inter-connections.
4. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. / В. В. Денисенко. – М. : Горячая линия-

- Телеком, 2009. – 608 с., ил. – ISBN 978-5-9912-0060-8.
5. Эрглис К. Э. Интерфейсы открытых систем. Учебный курс. / К. Э. Эрглис – М. : Горячая линия-Телеком, 2000. – 256 с.: ил. – ISBN 5-93517-019-1.
  6. Антамошин А. Н. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами / А. Н. Антамошин, О. В. Близнава, А. В. Бобов, А. А. Большаков, В. В. Лобанов, И. Н. Кузнецова; Под ред. профессора А. А. Большакова. – М. : Горячая линия-Телеком, 2006. – 160 с.: ил. – ISBN 5-93517-289-5.
  7. Олифер В. Г. Основы сетей передачи данных. / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер – М. : ИНТУИТ.РУ, 2003. – 248 с.: ил. – ISBN 5-9556-0002-7.
  8. Локотков А. Интерфейсы последовательной передачи данных. Стандарты EIA RS-422A/RS-485 / А. Локотков // Современные технологии автоматизации. – 1997. – № 3. – С. 110-119.

***Стандарт RS-485 и его применение при построении распределенных систем автоматизации***

***Кива И. Л., Цветков А. А., Лисовец С. Н.***

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

*Рассмотрено построение промышленных компьютерных сетей на основе стандарта RS-485 в сложных промышленных условиях эксплуатации, которые отличаются широким диапазоном температур и относительных влажностей, а также высоким уровнем электромагнитных помех. Показано, что для достоверного обмена данными необходимо учитывать и согласовывать между собой много параметров как передатчиков, так и приёмников сигналов, а также линии связи.*

***Ключевые слова:*** линия связи, конфликтная ситуация, короткое замыкание, сетевая топология, протокол обмена данными, распределенная система автоматизации, согласующий резистор, формирователь

***Standard of RS-485 and his application at the construction of the distributed systems of automation***

***Kiva I. L., Tsvetkov A. O., Lisovets S. N.***

*Kyiv national university of technologies and design*

*The construction of industrial computer networks is considered on the basis of standard of Rs-485 in difficult industrial terms exploitations, which differ the wide range of temperatures and relative humidity, and also high electromagnetic noise level. It is shown, that for a reliable exchange it is necessary to take into account information and co-ordinate between itself many parameters of both transmitters and receivers of signals, and also flow lines.*

***Keywords:*** communication line, conflict situation, short circuit, network topology, communication protocol, distributed system of automation, termination resistor, driver