

АНАЛІЗ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У даній роботі було проаналізовано та створено новий спосіб та підхід передачі вимірювальної інформації на базі волоконно-оптичних систем для промислових комплексів автоматизації.

Ключові слова: автоматизація, волоконно-оптичні мережі.

Abstract

In this paper, a new method for fiber-optic systems in industrial automation complexes was analyzed and created.

Keywords: automation, fiber optic networks.

В сучасних системах автоматизації на промисловому виробництві часто виникає задача передавання вимірювальних параметрів від об'єкту контролю або керування до основного комп'ютера із програмним забезпеченням та системами SCADA. Досить поширено дана задача вирішується за допомогою використання волоконно-оптичних інтерфейсів на базі ВОЛС на базі компактних модулів SFP та медіаконвертерів SC-Ethernet. Але, досить часто на виробничих підприємствах в силу умов різної будівельної архітектури виникають випадки коли прокладання волоконних комунікацій не дозволяє отримати необхідних характеристик та є достатньо дорогим і вимагає розробки нових підходів із технічної сторони. Часто така задача є важко реалізуємою в силу різних умов та вимагає застосування нестандартних та інших підходів для ефективного вирішення. В роботі були проаналізовані існуючі волоконно-оптичні технології передачі потоків вимірювальних даних в комплексах автоматизації на невеликі відстані від 100м до 1км.

Одним із варіантів вирішення даної задачі є використання економічно недорогих відкритих волоконно-оптичних SFP-модулів (або модулів із просадкою) та медіа конвертерів на багатомодовому волокні і оптичних ліній на базі POF (Plastic Optical Fiber) на складних ділянках із невисокою швидкістю 0.1-1 Mbps, що є цілком достатньо для передачі параметрів сенсорів та промислових контролерів до центрального модуля управління SCADA. Для обвиршення проблеми складності прокладання в умовах безліччя складних будівельних конструкцій на промисловому виробництві, у яких необхідно прокладати кабельні комунікації запропоновано нову архітектуру та топологію. Шляхом до вирішення її є використання розподілених ВОЛЗ із Y-n розгалужувачами відкритих оптичних ліній для передавання службової вимірювальної інформації від об'єкта контролю/керування до основної станції по складним максимально коротким шляхам. Основною вимогою тут є досить висока надійність та стабільність оптичних з'єднань при відносно невисокій затребуваній символній швидкості передавання даних від 0.1 до 1Мбіт/с.

В роботі також отримані і розглянуті граничні умови ефективного функціонування оптичних інформаційно-вимірювальних мереж (ОІВМ), які можна виразити умовами (1) і (2). Умова ефективного функціонування ОІВМ в загальному випадку визначається умовами стабільності інформаційного оптичного балансу потужностей в цих мережах. Допустимі межі для енергетичного трафіку мережі можна визначити через співвідношення:

$$P_{\text{заг}} \geq \sum_{i=1}^J P_{\text{ОДmax}} + P_{\text{втр}} + P_{\text{рез}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{заг}}$ - загальна потужність, що надходить у ОІВМ; $P_{\text{ОДmax}}$ - значення максимальної потужності, яку може спожити один споживач; $P_{\text{втр}}$ - величина всіх втрат потужності в каналах системи та у її вузлах; $P_{\text{рез}}$ - значення запасу потужності, яка зарезервована на майбутніх користувачів та іншого кінцевого обладнання, і визначає ступінь потенційної енергетичної наросуваності мережі.

Основою граничною умовою стабільного функціонування для енергетичної складової потужності ОІВМ буде достатній рівень загальної потужності $P_{\text{заг}}$ при введенні її в мережу. Допустимі межі для її балансу в загальному випадку можна визначити через співвідношення:

$$B_{ЗАГ} \geq \sum_{i=1}^J B_{ОД} + B_{РЕЗ}; B_{МАГ} \geq \sum_{j=1}^Q B_{ОДМАГ} \quad (2)$$

де $B_{ЗАГ}$ - пропускна спроможність всієї мережі; $B_{ОД}$ - пропускна спроможність одиничної ланки мережі; $B_{РЕЗ}$ - зарезервована пропускна спроможність ОІВМ; $B_{ОДМАГ}$ - пропускна спроможність будь-якої одиничної ланки, що підключена до магістрального вузла мережі; J - кількість всіх одиничних ланок мережі; Q - кількість одиничних ланок, що підключені до одного центрального вузла.

Стабільність функціонування ОІВМ по інформаційній складовій гарантується достатньою величиною пропускної спроможності (трафіку), як всієї мережі в цілому, так і окремих магістральних її ланок. У будь-якому випадку загальна величина пропускної спроможності повинна бути не меншою за суму трафіку кожного з одиничних інформаційно-вимірювальних вузлів.

Для оптичних інформаційно-вимірювальних мереж для промислових комплексів автоматизації, у яких як в якості інформаційних каналів, використовується багатоходові волоконно-оптичні лінії з хвилевим мультиплексуванням WDM основним критерієм стабільної роботи буде умова виконання рівності:

$$S_{qk} \Delta W = \sum_{q=1}^k m \Delta W (1 \leq qk \leq P), \quad (3)$$

де ΔW – мінімальний розкид оптичних частот між оптичними каналами q , при взаємодії яких спостерігається нелінійних ефект чотирьоххвильового змішування (4X3); $q = 1 \dots P$, де P – загальне число всіх каналів у волокні, які мультиплексуються, $P = N + K$ (N - кількість інформаційних, K - кількість енергетичних каналів); $S_{qk} \Delta W$ – значення розкиду між каналами з оптичними частотами f ($f = c/\lambda$, c - швидкість світла в оптичному волокні, λ - довжина хвилі визначеного каналу); k - кількість груп каналів, при взаємодії яких спостерігається ефект 4X3; m – ціле число, більше за 1.

Значення розкиду між каналами при оптичному хвильовому мультиплексуванні у волокні повинно бути дещо більшим за значення мінімальний розкиду по оптичним частотам ΔW . Завдяки чому можливо досягти мінімального прояву ефекту чотирьоххвильового змішування (4X3) і досягти максимально стабільної передачі. Тому, з врахуванням рівності (3) спектри оптичних каналів повинні оптимально розмішуватися по всій смузі частот мультиплексування $q = 1 \dots P$, з врахуванням умови максимальної їх кількості та максимальної величини розкиду оптичних частот $S_{qk} \Delta W$.

Також для повністю оптичних ОІВМ необхідним є визначення нижньої границь величини енергетичної оптичної потужності на вході в мережу при якій вона буде надійно працювати. Для повністю оптичних мереж на базі POF на основі багатомодових волоконно-оптичних каналів, дані границі можна визначити як нижню межі оптичної потужності, яка вводяться на стороні станції енергозабезпечення: $P_{гр.ниж.}$ та $P_{гр.верх.}$. Нижня границя залежить зокрема від кількості кінцевих споживачів ОІВМ, і наближено може бути визначена як $P_{гр.ниж.} \approx n \cdot P_{макс.од.спож.} + P_{втр.заг.}$ та залежить в основному від n -кількості кінцевих споживачів ОІВМ (елементів мережі) і від максимально можливої потужності одного споживача $P_{макс.од.спож.}$, та від загальних оптичних втрат у всіх каналах ОІВМ $P_{втр.заг.}$.

В науковій роботі авторами розроблено структуру волоконно-оптичної системи для промислових комплексів автоматизації, яка відрізняється від відомих, тим, що використовує підвищену стабільність та є більш економічно дешевою в порівнянні із аналогами на базі електронних та оптоелектронних складових. Це у поєднанні із запропонованими підходом керування та підвищення оптичної потужності та нової топології дозволяє підвищити стабільність керування та передачі вимірювальних показників до центральних блоків SCADA волоконно-оптичними каналами. на коротких відстанях 0.1-1км..

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ШТЕРАТУРИ

1. Оптико–електронна геоінформаційно–енергетична система тотального тестування і оптимального управління науково–освітніанськими і бібліотечними ресурсами для створення і розвитку централізованої

бази знань / В.П.Кожем'яко, О.Г. Домбровський, І.Д. Івасюк, О.В. Шевченко, С.В. Дусанюк, С.С. Білан, А.В. Кожем'яко // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2006. – №1(9). – С. 5-11.

2. Кожем'яко В. П. Оптико–електронна геоінформаційно–енергетична система управління інфраструктурою регіону / В. П. Кожем'яко, С.В.Дусанюк, Л.О. Волонтир, О.А.Бойко // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2004. – №2(8), С. 9-15.

3. Патент на винахід (UA) №380107. Оптоелектронна інформаційно-енергетична мережа.- заявка №2001075383 від 27.07.2001, МПК 7H04B10/12, H04N7/173, / Кожем'яко В. П., Білан С. М., Кожем'яко О. В., Білан С. С., Ільницький В. А., / відносно винаходів RU 2127489 C1, 10.03.1999, WO 9935845, 15.07.1999.

4. Принципи реалізації пристрою для визначення координат центру мас зображення орієнтовані на сучасні нанотехнології / В. П. Кожем'яко, Г. Д. Дорощенко, Р. М. Новицький, О. А. Бойко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2008. — № 1(20). — С.132-139.

Байдаков Ігор Сергійович- студент групи 0-14/6, Факультету Комп'ютерних Систем і Автоматики, Вінницький Національний Технічний Університет, Вінниця, e-mail: swoop7287@gmail.com

Baidakov Igor Sergiyovich- student of the group 0-14 / 6, Faculty of Computer Systems and Automatics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: swoop7287@gmail.com

Науковий керівник: Маліновський Вадим Ігорович - к.т.н., доцент, Вінницький Національний Технічний Університет, м Вінниця, e-mail: vad.malinovsky@gmail.com

Scientific supervisor: *Malinovskiy Vadim Igorovich* - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: vad.malinovsky@gmail.com