

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ І УПРАВЛІННЯ БУДИНКАМИ KNX

Кубай В.С., магістрант; Зіньковський Ю. Ф., д.т.н., проф.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

Основною метою дослідження є визначення умов електромагнітної сумісності (ЕМС) між радіоелектронними засобами і кабельними лініями системи автоматизації та управління будинками KNX (відкритий стандарт комерційної та побутової автоматизації будівель) та побутовими пристроями, для їх належного сумісного функціонування

Джерела електромагнітних завад. Основними джерелами електромагнітних завад є пристрої-джерела електромагнітних індустриальних та побутових радіозавад, в першу чергу інформаційні та силові лінії.

Електромагнітні індустриальні радіозавади передбачено створюються електричними чи електронними пристроями в діапазані радіочастот (3 кГц – 3 ГГц). Пристрої-джерела індустриальних радіозавад у відповідності до їх функцій відносно електричної енергії можуть бути розподілені на чотири класи: генератори, споживачі (приймачі), перетворювачі та каналізатори енергії.

Випромінювані індустриальні завади створюють «середній фон» просторових завад. При практичній оцінці середньої потужності «загального фону» індустриальних завад можна використовувати дані Міжнародного консультативного комітету радіо [1].

Сенсори, що використовуються в системі автоматизації житлового будинку (класифікатор 003)

Сенсори (давачі) - сенсорні настінні панелі і вимикачі; давачі фізичних величин — температури, вологості і т. д. ; давачі руху, таймери та інші. Вони відповідають за фіксування тих чи інших зовнішніх подій, процесів, настання яких викликає певну реакцію системи. Після настання такої події (натискання кнопки, перевищення порогового значення температури, імпульсна електромагнітна завада і т. п.) сенсор посилає в мережу керуючу команду відповідному виконавчому пристрою. В залежності від стану інформаційного середовища передачі даних ці пристрої відрізняються своїми параметрами та працюють на різних частотах. Основними середовищами передачі даних в об'єкті дослідження (будинку) є передача електромагнітного сигналу по крученій парі, силовій мережі, IP-мережі та по радіоканалу.

Вплив завад на рецептори системи. Сучасні пристрої автоматизації мають тенденцію до ускладнення. Завадове середовище погіршується внаслідок технічно недосконалого функціонування апаратури, яке супрово-

джується непередбаченими електромагнітними випромінюваннями, збільшенням фону індустриальних радіозавод у навколишньому середовищі. Одночасно кількість, складність і чутливість радіозасобів, що знаходяться в постійній експлуатації, неухильно підвищується. Це, в першу чергу, відноситься до рецепторів системи автоматизації. Завади знижують показники надійності та якості РЕЗ, викликають загальне погіршення вхідного сигналу (поготів вихідного сигналу). Виникає необхідність кількісно оцінювати, як впливають завади на апаратуру, якими методами можна зменшити, нейтралізувати чи взагалі позбавитись від їх завадної дії.

Ефективність і точність моделей полів випромінювачів завад при екрануванні. Розв'язок рівнянь електродинаміки в основних інтегральних чи диференціальних формах, чи в перетворених формах, наприклад, у вигляді хвильових рівнянь дають досить складні математичні моделі полів, з точки зору інженерних застосувань, і у зв'язку з цим потребують врахування конкретних параметрів реальної моделі паразитних полів. Тому доцільно за критеріями ефективності і точності дослідити моделі різного виду і наближення до реальних їх значень, які приймаються при екрануванні, і установити обмеження на їх використання особливо в критичних режимах, де спрощення можуть призвести до ідеалізованих за критеріями практики результатів розрахунків: сильно завищеним чисельним значенням цільових показників (коефіцієнтів) екранування чи, наприклад, малим розрахунковим товщинам екранів та ін. При електромагнітному екрануванні вирішуються задачі знаходження параметрів полів при допущеннях про задалегідь відомих основних властивостях властивостях об'єктів, до яких належать чи можуть бути віднесені реальні джерела завад, що екрануються [2].

Екранування лінії. Так як, одними з середовищ передачі даних в системі автоматизації KNX є передача інформації по інформаційній та силовій електричній лінії, то потрібно забезпечити саме електромагнітну захищеність цих ліній [3].

Найбільш ефективним засобом захисту кабельних ліній від електромагнітних завад є їх екранування. Для захисту від зовнішніх завад сердечника кабелю застосовуються магнітні чи немагнітні екрани. Вони, як правило, мають суцільну циліндричну конструкцію і вироблені зі свинцю, алюмінію чи сталі.

Екран локалізує дію електромагнітних полів, створених джерелами завад, і захищає лінії і канали зв'язку від взаємних впливів і сторонніх завад. У реальних умовах екранування перешкоджає впливу як магнітних, так і електричних полів. Дія екрана визначається ефективністю екранування, що представляє собою відношення напруженості електромагнітного поля в якій-небудь точці простору при наявності екрана (E_s, H_s) до напруженості поля в тій же точці без екрана (E, H) – $S = E_s/E = H_s/H$.

Ефективність екранування S змінюється від 1 до 0, характеризуючи в останньому випадку найвищий екрануючий ефект. Відповідно до цього ефективність екрана можна виражати через згасання екранування.

Екрануючий ефект визначається сумарною дією згасання поглинанням (A_n) і згасання відбиттям (A_ρ) електромагнітного поля. Екранування поглинання обумовлене тепловими втратами на вихрові струми в металевому екрані. Чим вище частота і більше товщина екрана, тим більше ефект екранування. Екранування відбиття зв'язане з невідповідністю хвильових характеристик металу Z_M , з якого виготовлений екран, і ізоляції Z_0 , що оточує екран. Чим більше відрізняються між собою хвильові характеристики діелектрики і металу, тим сильніше ефект екранування за рахунок відбиття.

Ефективність екранування кабельної оболонки щодо електричних і магнітних полів можна визначити за формулою:

$$S = S_{\Pi} \cdot S_M = \frac{1}{ch\sqrt{jk\Delta}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \left[\frac{Z_D}{Z_M} + \frac{Z_M}{Z_D} \right] th\sqrt{jk\Delta}} \quad (1)$$

де $k = \sqrt{j\omega\mu\sigma}$ — хвильовий вектор; Δ — товщина екрана; Z_D — хвильовий опір діелектрика-повітря, що оточує екран; $Z_M = \sqrt{j\omega\mu/\sigma}$ — хвильовий опір металу екрану. Хвильовий опір діелектрика для циліндричного екрану, який реалізується у кабельних лініях, в квазістаціонарному режимі $Z_D = j\omega r\mu/\sqrt{2}$
 r — радіус коаксіалу;

Коефіцієнт екранування $B^{nep} = \ln \left| \frac{1}{S} \right|$ в неперах, або $B^{dB} = 20 \lg \left| \frac{1}{S} \right|$ в децибелах. Якщо $S = S^n \cdot S^e$, то $B = \ln \left| \frac{1}{S^n \cdot S^e} \right| = B^n + B^e$, $B^n = \ln \left| \frac{1}{S^n} \right|$, $B^e = \ln \left| \frac{1}{S^e} \right|$.

В досліджуваному будинку встановлено обладнання для автоматизації та управління фірми Zenpio, а саме: давачі присутності типу Presentia C, сенсорні панелі з вбудованими давачами температури типу Z41Pro, а також обладнання, що розміщено в щиті для керування освітленням типу DIMinBOX DX4 та керуванням кліматом і жалюзі MAXinBOX 16. Всі вище перераховані пристрої підключені на одну лінію шинним інформаційним кабелем типу КПП-ВП та передають інформацію на частоті 106 кГц [4].

Розрахунок заводових полів від коаксіальних та інформаційних кабелів типу КПП-ВП проводився з урахуванням механізмів екранування поглинанням та відбиття при частоті заводового поля 106 кГц і довжині інформаційного кабелю 100 м, який має циліндричний алюмінієвий екран товщиною 0,1 мм. Коефіцієнт екранування сягнув величини 43 дБ, з яких 16 дБ (37% від 43 дБ) забезпечує механізм відбиття, 27 дБ були реалізовані

механізмом поглинання.

Розрахунок завадових полів від силових кабелів типу ВВГнгд проводився з урахуванням механізмів екранування поглинанням та відбиття при промисловій частоті завадового поля 50 Гц і довжині силового кабелю 100 м, який має циліндричний алюмінієвий екран товщиною 0,15 мм. Коефіцієнт екранування сягнув величини 28 дБ, з яких 12 дБ (42% від 28 дБ) забезпечує механізм відбиття, 16 дБ були реалізовані механізмом поглинання.

Отримані результати згасання сигналів від інформаційного кабелю в повній мірі подавляють заваду. Що стосується силового кабелю, то дослідження вказують на недостатній рівень подавлення завадового сигналу. У зв'язку з чим рекомендовано використання іншого силового кабелю товщиною екрану не менше 0,25 мм з необхідним рівнем подавлення не менше 30-35 дБ, що повністю забезпечує ЕМС досліджуваного будинку.

Перелік посилань

1. Міжнародний консультативний комітет щодо радіо — itu.int [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.itu.int/ITU-R/>
2. Зінковський Ю.Ф. Електромагнітна, інформаційна захищеність та сумісність електронних апаратів: Навчальний посібник для студентів вищих технічних закладів./ Зінковський Ю.Ф., Клименко В.Г. — Житомир: ЖІТІ, 1999. — 376 с.
3. KNX — knx.org [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.knx.org>
4. Zennio — zennio.com [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.zennio.com>

Анотація

Доповідь присвячена результатам дослідження електромагнітної сумісності між пристроями системи автоматизації управління будинками системи KNX (відкритий стандарт комерційної та побутової автоматизації будівель).

Наведений математичний апарат для визначення умов електромагнітної сумісності між радіоелектронними засобами. Розраховані результати рівню екранування інформаційного КПП-ВП та силового ВВГнгд кабельних ліній в системі будинків 003

Ключові слова: система автоматизації та управління KNX, електромагнітна сумісність, екранування.

Abstract

The results of study the electromagnetic compatibility between devices of automation systems for building management systems KNX (open standard for commercial and domestic automation of construction) are presented.

The mathematical apparatus for determining the conditions of electromagnetic compatibility between electronic means is presented. The results of the shielding level of the information “КПП-ВП” and power “ВВГнгд” cable lines in the system of buildings 003 are calculated.

Keywords: KNX automation and control system, electromagnetic compatibility, shielding.