

Затухання сигналу при передачі даних через лінію електропередачі

Використання лінії електропередач в якості каналу зв'язку. Способи зменшення спотворень при передачі сигналів по лініям електропередач. Технологія PLC

Комаровський М. М., ORCID [0000-0003-4480-7618](https://orcid.org/0000-0003-4480-7618)

Кафедра електронних приладів та систем
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», ROR [00syn5v21](https://ror.org/00syn5v21)
Київ, Україна

Анотація—Технології зв'язку за допомогою електромережі (Power Line Communication, PLC) активно розвиваються і мають широке використання. Вони застосовуються у системах автоматизації технологічних процесів, організації систем відеоспостереження та в управлінні і забезпеченні сучасних будинків.

Завадами на шляху розвитку і застосування PLC була низька швидкість передачі даних і недостатня захищеність від перешкод. Розвиток мікроелектроніки і створення сучасних, а головне більш продуктивних процесорів (чіпсетів), дали можливість використовувати складні способи модуляції для обробки сигналу, що дозволило значно розвинути вперед в реалізації систем PLC.

На коректність передачі даних великий вплив мають перешкоди від різних електроприладів, освітлення, що створюють перешкоди при комутуванні. Найбільший вплив імпульсних перешкод, що виникають при роботі електродвигунів, зварювального обладнання та НВЧ - пристроїв. Однак надійні методи кодування і шифрування даних, що застосовуються в сучасних PLC-технологіях, забезпечують не тільки високий рівень достовірності при передачі інформації, але і її захист від несанкціонованого доступу. Крім того, при організації зв'язку повинна бути забезпечена електромагнітна сумісність, тобто необхідно знижувати побічні електромагнітні випромінювання, що виникають в процесі передачі даних.

Сьогодні PLC знаходить широке практичне застосування. У зв'язку з тим, що технологія використовує існуючу електромережу, вона може бути використана в автоматизації технологічних процесів для зв'язку блоків автоматизації по електричним дротам (наприклад, міські електролічильники).

Широке поширення низьковольтних електричних мереж 0,22 ... 0,38 кВ, відсутність необхідності проведення дорогих робіт з будівництва траншей і пробиванні стін для прокладки кабелів стимулюють підвищений інтерес до цих мереж як до середовища передачі даних.

У статті розглянуто основні принципи використання ліній електропередач в якості каналу зв'язку, та способи побудови подібних мереж. Також, у ній пропонується ознайомитись з основними проблемами даної технології та способами їх вирішення.

Ключові слова — сигнал; дрова мережа; сигнал-шум; загасання сигналу; перешкода; організація мережі.

I. ВСТУП

Для організації каналів зв'язку по лініям електромережі необхідно враховувати велику кількість факторів. Характер мережі буде залежати від таких чинників, як: галузь та мета застосування, розмір самої мережі, яка використовується для передавання сигналів, фізичних параметрів електромережі та сигналів, які генеруються в мережу споживачами електричної енергії.

На даний час, найбільш широке використання зв'язку по лініям електромережі спостерігається в галузях промисловості, сільського господарства та побуту [1]. В залежності від призначення канали зв'язку по лініям електромережі можна розділити на низькошвидкісні та високошвидкісні. На Рис. 1 наведена область їх використання.



Рис. 1. Области застосування каналів зв'язку по лініям електромережі.

Створення єдиної інформаційної інфраструктури з метою передавання керуючих сигналів та інформації про стан будь-якого пристрою у кожний дискретний момент часу - необхідна умова для реалізації ефективного керування електроживленням [2]. Такі

інформаційні зв'язки дозволяють кожному пристрою:

- генерувати у мережу сигнали про власний стан
- приймати сигнали керування, що згенеровані центральним керуючим пристроєм
- приймати сигнали, що повідомляють про стан інших пристроїв.

У відповідності з отриманими сигналами, режим роботи пристрою змінюється або залишається незмінним.

Електроенергія передається у вигляді змінного струму. Провідниками зазвичай виступають алюміній або мідь. Напряга в електромережі для частоти 50 Гц має форму синусоїди з періодом 20 мс.

Оскільки струм змінний, він періодично змінює свій напрям, і в момент зміни напрямку потужність практично не передається. Настає «zero cross» момент - момент, в який напруга дорівнює нулю. У цей момент в мережі також спостерігається найменший рівень шуму. Це найсприятливіший момент для генерації корисного сигналу.

Метою роботи є розрахунок затухання сигналу на силовому кабелі в залежності від його матеріалу та довжини.

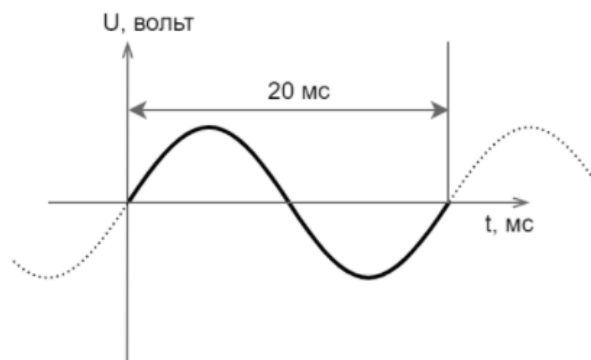


Рис. 2. Графік напруги електромережі з частотою 50 Гц

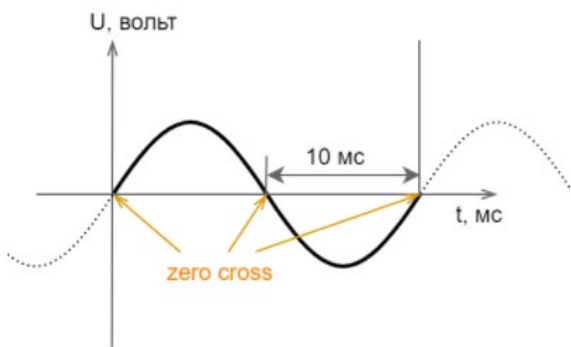


Рис. 3. Точки «zero cross»

Технологія PLC використовує частотний поділ каналів передачі. Відповідно, високошвидкісний потік даних розбивається на декілька потоків з низькою швидкістю. Кожен з потоків передається на окремій частоті, а згодом вони об'єднуються в один сигнал. При цьому необхідно організувати спостереження за каналами передачі для виявлення ділянок спектру з перевищенням порогового значення загасання [3]. У випадку, якщо будуть виявлені такі ділянки, то використання відповідних частотних смуг на певний час припиняється до відновлення нормального значення загасання.

Зазвичай, використовують такі два типи частотного поділу сигналу: звичайне мультиплексування FDM (Frequency - Division Multiplexing) та ортогональне мультиплексування OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

При використанні FDM тривалість захисних інтервалів між несучими хвилями, які необхідні для запобігання взаємного впливу, досить велика (Рис.4).

При використанні ортогонального частотного подільного мультиплексування OFDM [4] пік кожної центральної частоти несучої хвилі співпадає з нульовим значенням попередньої (Рис.5).

III. ВПЛИВ КАБЕЛЮ НА СИГНАЛ

При всіх перевагах кабелів, у них є недолік - вплив на якість сигналу, який проходить по ним.

Окремо взяті жили в кабелі, так само як і екрануюче обплетення (якщо кабель її має), зроблені з провідного матеріалу з дуже низьким опором, тобто цей матеріал має здатність добре пропускати електричний струм. Найпоширенішим матеріалом для силових кабелів приміщень наразі є мідь. Проте, варто врахувати, що також часто використовуються алюмінієві провідники. Питомий опір ((Ом * мм²) / м) цих провідників наведено нижче.

- Алюміній - 0,028(Ом * мм²) / м
- Мідь - 0,0175(Ом * мм²) / м

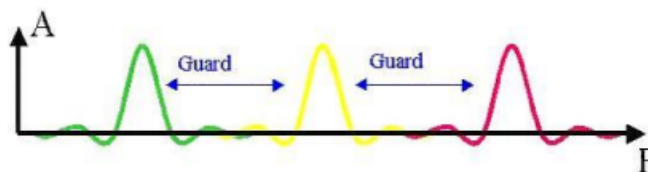


Рис. 4. Схема частотного поділу при мультиплексуванні FDM

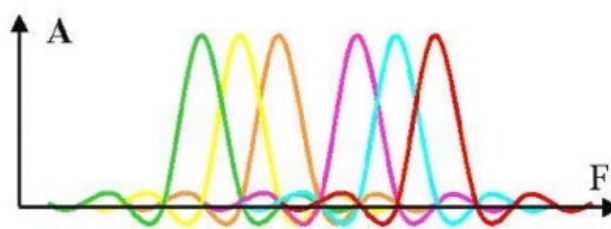


Рис. 5. Схема частотного поділу при мультиплексуванні OFDM

Крім опору, кабель має і електричну ємність, яка залежить від відстані між провідниками, їх товщини, матеріалу ізоляції, довжини кабелю і інших чинників. Опір, який надає вплив ємності змінному струму, залежить від частоти струму. Чим вона вища - тим опір менше.

У будь-якого кабелю є і індуктивність. Вона, так само як і ємність, створює опір змінному струму, і його величина також залежить від частоти сигналу. Тільки, на відміну від ємності, величина індуктивного опору зростає зі збільшенням частоти.

Чим більше частота, тим більше ослаблення сигналу. Отже, чим вище частота сигналу, тим кабель його пропускає гірше. Це одне з основних негативних впливів кабелю на що проходить по ньому сигнал. На практиці результатом цього впливу виявляється втрата високочастотних складових. Чим кабель довше, тим більше у нього опір, індуктивність і ємність, і тим більше буде відбуватися зниження рівня сигналу і придушення високих частот.

IV. РОЗРАХУНОК ЗАТУХАННЯ СИГНАЛУ

Для дослідження затухання сигналу на силовому кабелі скористаймося формулою

$$a = 10 \lg \left(\frac{U_{ex}}{U_x} \right) \quad (1)$$

Розглянемо силовий кабель, як двохвильову лінію (Рис. 6)

Опір дроту визначається за формулою

$$R = \rho \times \frac{L}{S} \quad (2)$$

де ρ – питомий опір, S – площа поперечного перерізу, L – довжина дроту.

Для мідного довжиною 1м

$$R = 0,0175 \times \frac{1}{1,5} = 0,0117 (\text{Ом}),$$

для мідного довжиною 10м

$$R = 0,0175 \times \frac{10}{1,5} = 0,117 (\text{Ом}),$$

для алюмінієвого довжиною 1м

$$R = 0,028 \times \frac{1}{1,5} = 0,0187 (\text{Ом}),$$

для алюмінієвого довжиною 10м

$$R = 0,028 \times \frac{10}{1,5} = 0,187 (\text{Ом}).$$

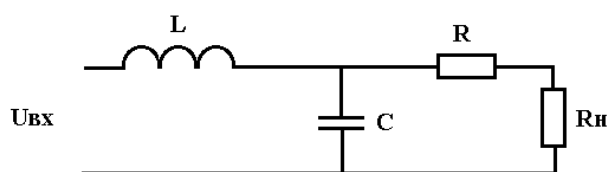


Рис. 6. Двохвильова лінія

$$L = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \left(\ln \frac{4l}{d} - 1 + \frac{\varepsilon}{4} \right) \quad (3)$$

де ε – коефіцієнт поправки на розповсюдження змінного струму по перерізу дроту та залежить від kr , $d = 2r$ – діаметр поперечного перерізу, беремо $f = 125 \text{кГц}$, як частоту повідомлення PLC-комутатора.

$$k = \sqrt{\omega \mu_0 \sigma},$$

де $\omega = 2\pi f$ – кутова частота змінного струму, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{Гн/м}$, σ – питома провідність провідника.

Беремо $r = 0,68 \text{ мм}$. Для міді $\sigma = 59,5 \times 10^6 \text{ См/м}$. Отже, $r \times k = 5,21$. Оскільки $5,21 > 3$

$$x = \frac{r \times k}{\sqrt{8}} = 1,842, \quad \varepsilon = \frac{1}{x} - \frac{3}{64x^3} = 0,535.$$

Для мідного довжиною 1м

$$L = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \left(\ln \frac{4}{0,00136} - 1 + \frac{0,535}{4} \right) = 1,424 \times 10^{-6} (\text{Гн})$$

для мідного довжиною 10м

$$L = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2\pi} \left(\ln \frac{4 \times 10}{0,00136} - 1 + \frac{0,535}{4} \right) = 1,424 \times 10^{-6} (\text{Гн})$$

Для алюмінію $\sigma = 38 \times 10^6 \text{ См/м}$. Отже, $r \times k = 4,16432$. Оскільки $4,16432 > 3$

$$x = \frac{r \times k}{\sqrt{8}} = 1,14723, \quad \varepsilon = \frac{1}{x} - \frac{3}{64x^3} = 0,647.$$

Для алюмінієвого довжиною 1м

$$L = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \left(\ln \frac{4}{0,00136} - 1 + \frac{0,647}{4} \right) = 1,43 \times 10^{-6} (\text{Гн})$$

для алюмінієвого довжиною 10м

$$L = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2\pi} \left(\ln \frac{4 \times 10}{0,00136} - 1 + \frac{0,647}{4} \right) = 18,9 \times 10^{-6} (\text{Гн})$$

Для 1м кабелю $C = 91,43 \text{ пФ}$, Для 10м кабелю $C = 914,3 \text{ пФ}$. $X_L = \omega L$

Для мідного довжиною 1м

$$X_L = 1,118 (\text{Ом}),$$

для мідного довжиною 10м

$$X_L = 14,8 (\text{Ом}),$$

для алюмінієвого довжиною 1м

$$X_L = 1,123(\text{Ом}),$$

для алюмінієвого довжиною 10м

$$X_L = 14,84(\text{Ом}), X_C = \frac{1}{\omega C}$$

Для довжиною 1м

$$X_C = 1,393 \times 10^4 (\text{Ом}),$$

для довжиною 10м

$$X_L = 1,393 \times 10^3 (\text{Ом}).$$

Беремо $U_{\text{вх}} = 1\text{В}$, $R_{\text{н}} = 30(\text{Ом})$

$$R_{R+R_{\text{н}}} = R + R_{\text{н}}$$

Для мідного довжиною 1м

$$R_{R+R_{\text{н}}} = 0,0117 + 30 = 30,0117(\text{Ом}),$$

для мідного довжиною 10м

$$R_{R+R_{\text{н}}} = 0,117 + 30 = 30,117(\text{Ом}),$$

для алюмінієвого довжиною 1м

$$R_{R+R_{\text{н}}} = 0,0187 + 30 = 30,0187(\text{Ом}),$$

для алюмінієвого довжиною 10м

$$R_{R+R_{\text{н}}} = 0,187 + 30 = 30,187(\text{Ом}).$$

Для спрощення розрахунків, якщо один з опорів більше іншого в декілька разів, то при паралельному підключенні можемо знехтувати більшим опором.

$$Z_L = \sqrt{X_L^2 + R_{R+R_{\text{н}}}^2} \quad (4)$$

Для мідного довжиною 1м

$$Z_L = \sqrt{1,118^2 + 30,0117^2} = 30,033(\text{Ом}),$$

для мідного довжиною 10м

$$Z_L = \sqrt{14,8^2 + 30,117^2} = 33,557(\text{Ом}),$$

для алюмінієвого довжиною 1м

$$Z_L = \sqrt{1,123^2 + 30,0187^2} = 30,04(\text{Ом}),$$

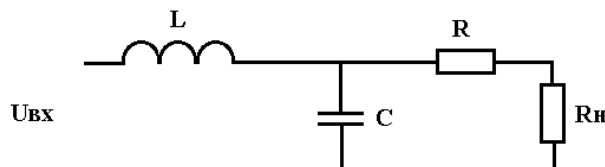


Рис. 7. Обмежена ділянка силового кабелю

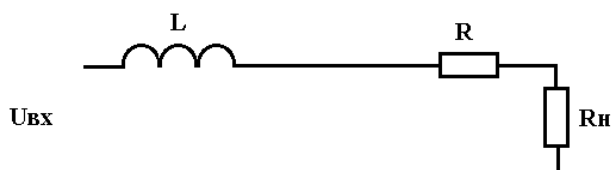


Рис. 8. Спрощена модель

$$Z_L = \sqrt{14,84^2 + 30,187^2} = 33,637(\text{Ом}).$$

$$I = \frac{U_{\text{вх}}}{Z_L} \quad (5)$$

Для мідного довжиною 1м

$$I = \frac{1}{30,033} = 0,03329\text{А},$$

для мідного довжиною 10м

$$I = \frac{1}{33,557} = 0,0298\text{А},$$

для алюмінієвого довжиною 1м

$$I = \frac{1}{30,04} = 0,03328\text{А},$$

для алюмінієвого довжиною 10м

$$I = \frac{1}{33,637} = 0,0297\text{А}, U_X = IR$$

Для мідного довжиною 1м

$$U_X = 0,03329 \times 30 = 0,999(\text{В}),$$

для мідного довжиною 10м

$$U_X = 0,0298 \times 30 = 0,894(\text{В}),$$

для алюмінієвого довжиною 1м

$$U_X = 0,03328 \times 30 = 0,998(\text{В}),$$

для алюмінієвого довжиною 10м

$$U_X = 0,0297 \times 30 = 0,891(\text{В}).$$

$$a = 10 \lg \left(\frac{U_{\text{вх}}}{U_X} \right) \quad (6)$$

Для мідного довжиною 1м

$$a = 10 \lg \left(\frac{1}{0,999} \right) = 0,00435(\text{дБ}),$$

для мідного довжиною 10м

$$a = 10 \lg \left(\frac{1}{0,894} \right) = 0,487(\text{дБ}),$$

для алюмінієвого довжиною 1м

$$a = 10 \lg \left(\frac{1}{0,998} \right) = 0,00869(\text{дБ}),$$

для алюмінієвого довжиною 10м

$$a = 10 \lg \left(\frac{1}{0,891} \right) = 0,5(\text{дБ}).$$

ТАБЛИЦЯ 1 ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ЗАТУХАННЯ СИГНАЛУ НА СИЛОВОМУ КАБЕЛІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД МАТЕРІАЛУ ТА ДОВЖИНИ

Матеріал	Довжина, м	Затухання сигналу на силовому кабелі, дБ
Мідь	1	0,00435
Мідь	10	0,487
Алюміній	1	0,00869
Алюміній	10	0,5

V. ПРОБЛЕМА ЗАВАД

Окрім проблематики матеріалу провідника, для технології PLC гостро стоїть проблема завад. Залежно від природи виникнення завади можуть бути двох видів:

- Високочастотні
- Імпульсні

Високочастотні завади з'являються від електронних вузлів працюючого обладнання, включеного в мережу. Наприклад, при роботі холодильника, пральної машини, і іншої техніки, що має в своїй конструкції двигуни. У меншій мірі від приладів з імпульсними блоками живлення: телевізор, магнітофон, комп'ютер і т. п. ВЧ перешкоди присутні завжди і повністю уникнути їх неможливо.

Імпульсні завади проявляються у вигляді шумів, і можуть бути як у вигляді одиночних імпульсів, так і їх послідовності [5]. Параметри і форма імпульсів зазвичай хаотична, виникають вони через різкі перепади струму і напруги. Ці кидки викликаються комутаційними процесами, пов'язаними з запуском потужного устаткування або при виникненні короткого замикання, а також магнітними полями.

VI. МЕТОДИ ЗАХИСТУ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В PLC-МЕРЕЖІ

Для вирішення раніше розглянутих проблем використовується вбудовані фільтри та завадостійкі коди [6]. Останні забезпечують корегуючі властивості, які частково або повністю компенсують пошкодження від завад за рахунок введення додаткових захисних бітів. Вони ж використовуються декодером для виявлення і виправлення помилок [7]. Оскільки електромережа є спільним середовищем передачі даних, де одночасно передачу даних може здійснювати одразу кілька приладів, то для вирішення конфліктів трафіку необхідно використовувати регулюючі механізми організації протоколу доступу до мережі.

VII. ПРОТОКОЛ X10 ТА ПЕРЕДАЧА СИГНАЛІВ

Передавач, визначивши момент нульового переходу, з запізненням не більше 200 мікросекунд видає керуючий сигнал тривалістю 1 мс у вигляді пакету коливаних частотою 120 кГц і амплітудою до 5В. Приймачі сигналів на цей час «відкривають» тимчасове вікно і «слухають» мережу. При появі сигналу в дозволений час він обробляється. У початковій версії можна було управляти 256 приймачами.

Відносно висока несуча частота не дозволяє сигналу поширюватися через трансформатори або між фазами в багатофазних мережах і мережах

з розщепленою фазою. В мережах з розщепленою фазою для передачі сигналу з фази на фазу може використовуватися звичайний конденсатор, але для багатофазних мереж і мереж з розщепленою фазою, де простого конденсатора мало, необхідно використовувати активний повторювач. При передачі сигналу з фази на фазу необхідно враховувати вищезазначену умову - передача біта починається при перетині нуля. Саме з цієї причини, при переході з фази на фазу, сигнал зсувається на 1/6 періоду.

Для знешкодження впливу модулів однієї мережі X10 на іншу використовуються індуктивні фільтри.

Згідно до централізованого підходу має існувати певний центральний керуючий блок, який отримуватиме інформацію про поточний стан пристроїв, які обмінюються інформацією лише з центральним блоком, не отримуючи у свою чергу інформацію про інші пристрої у системі.

Структура інформаційного пакету протоколу X10 є достатньо простою та складається з трьох окремих частин: пакету старту коду, пакету передачі адреси пристрою, пакету коду команди. З метою збільшення надійності передачі його необхідно передається двічі.

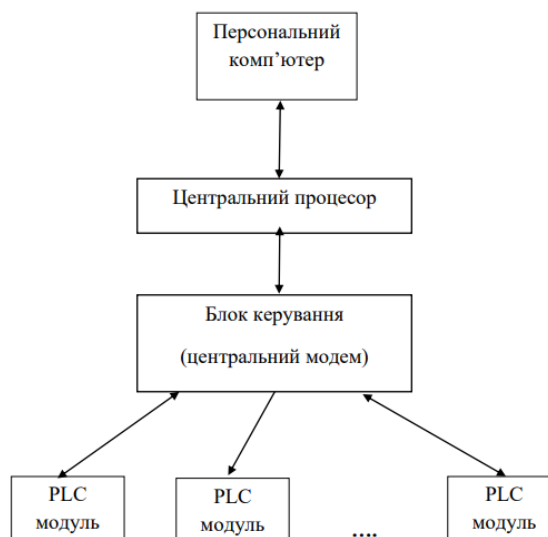


Рис. 9. Структурна схема централізованої системи інформаційної інфраструктури на базі X10

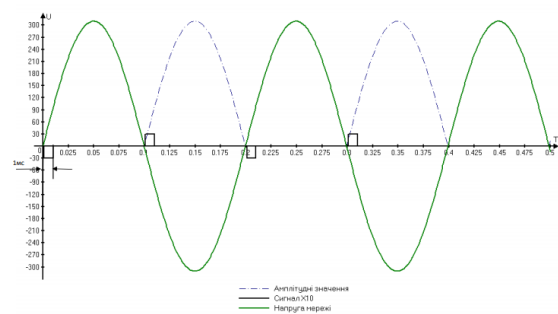


Рис. 10. Передача корисного сигналу за протоколом X10 в однофазній мережі

У протоколі X10, ширина вікна для передачі інформації становить 10 мс, а тривалість корисного сигналу складає 1 мс.

PLC-модуль передає інформаційний пакет після перетину нульового значення напруги. З метою запобігати негативного впливу сторонніх сигналів необхідно встановити затримку, яка складе 100 мкс. Лише після цього йде передача інформаційного біту. Сам сигнал генерується імпульсною напругою частотою 120 кГц, яка має тривалість 1 мс.

Варто зазначити, що для надійної передачі, сигнал необхідно подавати двічі. Виходячи з цього, пропускна здатність протоколу складає 20 біт/с, а для повної передачі сигналу знадобиться 11 циклів напруги.

ВИСНОВКИ

Розглянуто та проаналізовано концепцію передачі сигналів через силові лінії на основі технології PLC, результатом чого було визначено величину затухання сигналу у мідному та алюмінієвому провіднику. Проведено ґрунтовний аналіз проблем, які виникають при проектуванні подібних систем, а також наведено способи їх вирішення. Приведено структурну схему для реалізації мережі системи передачі сигналів через лінії електропередач, а також структуру пакету для передачі інформації через наведену мережу, що може бути використано при проектуванні та створенні систем передачі даних.

Надійшла до редакції 28 березня 2021 р.

ПЕРЕЛІК ПОСИАНЬ

- [1] Lyakh V. V., Molchanov V. M., Sudakova I. V., Pavlichenko I. V. "Kabel'naya liniya napryazheniyem 330 kV – novyy etap razvitiya elektricheskikh setey Ukrainy [Cable line with a voltage of 330 kV - a new stage in the development of electric networks in Ukraine]" *Elektricheskiye seti i sistemy*. no. 3, pp. 16-21, 2009
- [2] Vlasov V.Ye., Parfenov YU.A., Rysin L.G., Kayzer L.I. *Kabeli SKS na setyakh elektrosvyazi: teoriya, konstruirovaniye, primeneniye [SCS cables on telecommunication networks: theory, design, application]*. Moskow, Eko-Trendz, 2006.
- [3] Balashov V.A., Kopyyka O.V., Lyakhovetskiy L.M. "VDSL — blizhaysheye budushcheye tsifrovogo abonentskogo dostupa [VDSL - the near future of digital subscriber access]" *Zv'yazok*. no. 4, pp. 10-16, 2005.
- [4] A. A. Shcherba, O. D. Podoltsev, I. M. Kucheriava "Electromagnetic processes in 330 kv cable line with polyethylene insulation", *Technical electrodynamics*, no. 1, pp. 9-15, 2013.
URL: https://previous.techned.org.ua/2013_1/st2.pdf
- [5] Shcherba A. A., Lobodzinskiy V. YU. "Matematicheskaye modelirovaniye elektromagnitnykh protsessov v trekhfaznoy kabel'noy linii elektropredachi pri raznykh transpozitsiyakh ekranov odnofaznykh kabeley [Mathematical modeling of electromagnetic processes in a three-phase cable power line at different transpositions of the screens of single-phase cables]", *Technical electrodynamics Thematic issue "Power Electronics and Energy Efficiency"*, pp. 271-275 2011.
- [6] A. H. Yahaya Rashid; G. A. Ellis; M. Awan A simple propagation model for broadband powerline communications system. 2012 4th International Conference on Intelligent and Advanced Systems (ICIAS2012) DOI: [10.1109/ICIAS.2012.6306207](https://doi.org/10.1109/ICIAS.2012.6306207)
- [7] Emmanuel Oyekanlu; Paul Oladele Smart grid communication over DC powerline: Evaluation of powerline communication OFDM PAPR for new types of destabilizing electrical loads. 2018 First International Colloquium on Smart Grid Metrology (SmaGriMet) DOI: [10.23919/SMAGRIMET.2018.8369851](https://doi.org/10.23919/SMAGRIMET.2018.8369851)

Signal Attenuation of Data Transmission by Power Lines

Using a Power Line as a Communication Channel. Ways to Reduce Distortion
in the Transmission of Signals over Power Lines. Plc Technology

M. M. Komarovksi, ORCID [0000-0003-4480-7618](https://orcid.org/0000-0003-4480-7618)

Department of electronic devices and systems

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", ROR [00syn5v21](https://ror.org/00syn5v21)

Kyiv, Ukraine

Abstract—Power Line Communication (PLC) technologies are actively developing and becoming more and more in demand all over the world. They are used in the automation of technological processes, the organization of video surveillance systems and even to control a "smart" home.

Research in the field of data transmission using the power grid has been going on for a long time. Once upon a time, the use of PLCs was hampered by low data transfer rates and insufficient immunity from interference. The development of microelectronics and the creation of modern, and most importantly, more efficient processors (chipsets) made it possible to use complex modulation methods for signal processing, which made it possible to significantly advance in the implementation of PLC. However, only a few specialists still know about the real possibilities of communication technology over the power grid.

The reliability of data transmission is greatly influenced by interference from various electrical appliances, fluorescent lamps, etc., which interfere with the wires. The strongest influence of impulse noise arising from the operation of electric motors, welding equipment and microwave ovens. However, reliable methods of encoding and encrypting data used in modern PLC technologies provide not only a high level of reliability in the transmission of information, but also its protection from unauthorized access. In addition, when organizing communication, electromagnetic compatibility must be ensured, i.e. it is necessary to reduce the spurious electromagnetic radiation arising from the process of data transmission.

Today PLC finds wide practical application. Due to the fact that the technology uses the existing power grid, it can be used in the automation of technological processes for linking automation units via electric wires (for example, city electricity meters).

The widespread use of low-voltage electrical networks 0.22 ... 0.38 kV, the absence of the need to carry out expensive work on the construction of trenches and punching walls for laying cables stimulate an increased interest in these networks as a data transmission medium.

Often, PLCs are used to create video surveillance systems or a local area network in small offices, where the main requirements for the network are ease of implementation, device mobility and easy scalability. At the same time, both the entire office network and its individual segments can be built using PLC adapters. It is often necessary to connect a remote computer or network printer located in another room or even at the other end of the building to an existing office network - using PLC adapters, this problem can be solved in a few minutes.

In addition, PLC technology opens up new opportunities for implementing the idea of a "smart" home, in which all consumer electronics must be tied into a single information network with the possibility of centralized control.

The article discusses the basic principles of using power lines as a communication channel, and ways to build such networks. Also, it offers to get acquainted with the main problems of this technology and ways to solve them.

Keywords — signal; wired network; wired network; wired network; interference; network organization

